ENAA GEC2012-P1

（24-65） 平成 24 年度
防災・減災型地下インフラの調査
報告書

平成 25 年 3 月

一般財団法人 エンジニアリング協会
地 下 開 発 利 用 研 究 センター

日本が生んだ世界のスポーツ
KEIRIN

この事業は、競輪の補助を受けて実施しています。
http://ringring-keirin.jp

序

大津波を引き起こし未曾有の大災害となった東日本大震災の発生から早くも２年が経ちました。大震災の後、地下施設の被害が比較的少なかったことは、注目すべきことでした。

一方で千葉県浦安市をはじめとして、深刻な被害があり、生活を脅かした液状化による浅部地下インフラの被害は、記憶に新しいものです。

震災後、国民の心には、安心・安全に対する意識が高まる中、再び地震などの災害が起きた時の備えとして防災・減災につながる地下利用は、有効な手段のひとつですが、あまり知られていないのが実情です。

これから起きるかもしれない東海、東南海、南海地震に備え、災害に強いインフラの整備が待たれるところでありますが、地下施設が地震、津波、火災等の災害を受けた場合の安全性についても検討し、安全性を確保する方策についても具体的な解決策を講じて強靭な防災・減災型インフラを整備することは、極めて重要であると考えております。

当地下開発利用研究センターでは、社会的諸問題の解決、将来の望ましい社会システムの構築等に資することを目的として、公共的かつ先導的・共通基盤的な課題等について幅広く産・官・学の英知を結集して新技術・各種システムに関する調査研究を実施しております。

平成２４年度においては、これまでの成果の蓄積を踏まえて、「防災・減災型地下インフラの調査に関する調査研究」に取り組んでまいりました。

本報告書は、財団法人 JKA より機械工業振興資金の補助を受け、一般財団法人エンジニアリング協会 地下開発利用研究センターが実施した平成 24 年度「防災・減災型地下インフラの調査に関する調査研究」の成果を取りまとめたものです。

調査研究の実施にあたっては、地下開発利用研究センターの研究企画委員会の下で、「地下利用推進部会」の「東日本大震災における地下施設の被害と対策に関する調査研究専門部会」、「大災害に対する都市内空間の有効活用に関する調査研究専門部会」、「社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査研究専門部会」、「大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査研究専門部会」が中心となって調査研究を行い、その結果を報告書として取りまとめました。

末筆ながら、この事業にご協力いただいた関係各位に対して心から謝意を表すとともに、本報告書の成果が各方面で有効に活用されることを切望する次第であります。

平成２５年３月

一般財団法人エンジニアリング協会
理事長　　久保田　隆

平成２４年度
地下利用推進部会　幹事会名簿

幹 事 長	谷利　信明	鹿島建設㈱　土木管理本部　土木技術部　専任部長 （第四部会　部会長）
副幹事長	中山　　洋	佐藤工業㈱　土木事業本部　営業部　部長 （第二部会　部会長）
幹　　事	西村　　毅	㈱間組　　技術研究所　技術研究第一部　主席研究員 （第一部会　部会長）
幹　　事	柴田　勝実	大成建設㈱　土木本部　土木技術部　トンネル技術室　課長 （第一部会　副部会長）
幹　　事	川端　康夫	飛島建設㈱　建設事業本部　エンジニアリング事業推進部 インフラ防災Ｇ　部長 （第二部会　副部会長）
幹　　事	平野　孝行	西松建設㈱　土木事業本部　土木設計部　部長 （第三部会　部会長）
幹　　事	藤川　富夫	㈱アサノ大成基礎エンジニアリング　技術研究所　所長 （第三部会　副部会長）
幹　　事	高村　圭一	鉄建建設㈱　エンジニアリング本部　副本部長 （第四部会　副部会長）
前 幹 事	領家　邦泰	大成建設㈱　土木本部　土木技術部　トンネル技術室　参与 （前第一部会　部会長）

事 務 局	三井田英明	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部 部長
事 務 局	秋山　　充	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部 研究主幹
事 務 局	和田　　弘	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部 研究主幹
事 務 局	岡本　達也	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部 研究主幹
事 務 局	高鍋　公一	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部 主任研究員
前事務局	浅沼　博信	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部 主任研究員

防災・減災型地下インフラの調査
に関する調査研究報告書

目　次

序
平成 24 年度地下利用推進部会･幹事会名簿
地下利用推進部会の活動と成果 ･･･ i

第Ⅰ部　東日本大震災における地下施設の被害と対策に関する調査
平成 24 年度東日本大震災における地下施設の被害と対策に関する調査専門部会
（第一部会）委員名簿
第Ⅰ部　東日本大震災における地下施設の被害と対策に関する調査
第１章　調査経緯 ･･･ Ⅰ－　1
1.1　調査方針 ･･･ Ⅰ－　1
1.2　調査内容 ･･･ Ⅰ－　1
1.3　調査状況 ･･･ Ⅰ－　2
第２章　調査成果 ･･･ Ⅰ－　5
2.1　東日本大震災の概要･･ Ⅰ－　5
2.2　浅い部分の被害･･ Ⅰ－ 17
2.3　深い部分の被害･･ Ⅰ－ 169
第３章　調査のまとめと今後の課題 ･･･ Ⅰ－ 215
3.1　調査のまとめ･･ Ⅰ－ 215
3.2　今後の課題 ･･ Ⅰ－ 219

第Ⅱ部　大災害に対する都市内地下空間の有効活用に関する調査
平成 24 年度大災害に対する都市内地下空間の有効活用に関する調査専門部会
（第二部会）委員名簿
第Ⅱ部　大災害に対する都市内地下空間の有効活用に関する調査
第１章　調査経緯 ･･･ Ⅱ－　1
1.1　基本調査方針 ･･･ Ⅱ－　1
1.2　調査内容 ･･･ Ⅱ－　1
1.3　調査状況 ･･･ Ⅱ－　2
第２章　調査成果 ･･･ Ⅱ－　9
2.1　地下空間における災害事例と形態 ･････････････････････････････････････ Ⅱ－　9
2.2　今回テーマに類似する過去の研究・調査結果 ･････････････････････････ Ⅱ－ 35
2.3　地下空間の防災・減災に関する各種法律及びガイドライン ･････････････ Ⅱ－ 45
2.4　東日本大震災発生後を踏まえた防災に関する各種機関の取り組み
～都市再生安全確保計画制度～ ･････････････････････････････････････ Ⅱ－ 60
2.5　地下空間の防災上の有効利用の実際と課題及びあるべき姿 ･････････････ Ⅱ－ 83

第３章　調査のまとめと今後の課題 ･･････････････････････････････････････ Ⅱ－ 87
3.1　調査のまとめ･･ Ⅱ－ 87
3.2　今後の課題･･ Ⅱ－ 87
第Ⅲ部　社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査
平成 24 年度社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査専門部会（第三部会）委員名簿
第Ⅲ部　社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査
第１章　調査経緯 ･･ Ⅲ－ 1
1.1　調査方針 ･･ Ⅲ－ 1
1.2　調査内容 ･･ Ⅲ－ 1
1.3　調査状況 ･･ Ⅲ－ 2
1.4　視察調査 ･･ Ⅲ－ 4
第２章　調査結果 ･･ Ⅲ－ 9
2.1　防災・減災に向けた地下水利用のありかた ･･････････････････････ Ⅲ－ 9
2.2　行政分野に於ける動向 ･･････････････････････････････････････ Ⅲ－ 13
2.3　民間分野に於ける動向 ･･････････････････････････････････････ Ⅲ－ 48
第３章　調査のまとめと今後の課題 ･･････････････････････････････････ Ⅲ－ 63
3.1　調査のまとめ ･･ Ⅲ－ 63
3.2　今後の課題 ･･ Ⅲ－ 63
第Ⅳ部　大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査
平成 24 年度大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査専門部会（第四部会）委員名簿
第Ⅳ部　大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査
第１章　調査経緯 ･･ Ⅳ－ 1
1.1　調査方針 ･･ Ⅳ－ 1
1.2　調査内容 ･･ Ⅳ－ 3
1-3　調査状況 ･･ Ⅳ－ 5
1.4　視察調査 ･･ Ⅳ－ 6
第２章　調査成果 ･･ Ⅳ－ 15
2.1　安全安心な都市形成･･ Ⅳ－ 15
2.2　道路の機能･･ Ⅳ－ 60
第３章　調査のまとめと今後の課題 ･･････････････････････････････････ Ⅳ－ 79
3.1　調査のまとめ･･ Ⅳ－ 79
3.2　今後の課題･･ Ⅳ－ 80

地下利用推進部会の活動と成果

1.　部会活動の基本目的

今後の世界と我が国の産業のありようを考えた場合、地球環境の保全と人間社会の持続を確保しつつ経済成長を同時に確保するサスティナブル社会の実現、我が国の国際貢献も含めた新しい産業社会の実現が求められている。

都市部における有効な地下利用促進による低炭素社会実現への貢献は大きく、着実に進められつつあるが、技術面での課題や経済性の制約により十分とは言えない現状である。

地下利用推進のための課題を検討し、推進のための具体的な方策やニーズに結びついた提案には大きな期待が寄せられている。

地下利用推進部会は、一般財団法人エンジニアリング協会地下開発利用研究センターの事業の一環として、以下のことを目的として活動を行なっている。

①新しい地下利用の形態やニーズを探索する。
②参加企業の技術ポテンシャルの向上を図る。
③調査研究活動のより一層の活性化を図る。
④地下開発利用の積極的な普及を図る。
⑤地下利用に関する技術開発テーマ、政策テーマの発掘と提案に努める。

２．部会の構成と調査研究内容

1)　幹事会

部会の企画・運営と各専門部会間の計画・実施・進捗状況等の情報交換および専門部会共通の事項にかかわる連絡・調整等を実施する。

2)　東日本大震災における地下施設の被害と対策に関する調査

＜東日本大震災における地下施設の被害と対策に関する調査研究専門部会（第一部会）担当＞

地下の浅い所、深い所の地下施設の被害を調査し、被害を低減する方策について提言することを目的に調査研究を行う。

3)　大災害に対する都市内空間の有効活用に関する調査

＜大災害に対する都市内空間の有効活用に関する調査研究専門部会（第二部会）担当＞

大災害に備えた地下施設のあり方と大災害を受けた場合の地下施設の有効な活用のし方等について調査研究を行って、災害に対する都市内地下空間の有効活用方策について提言することを目的に調査研究を行う。

4)　社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査

＜社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査研究専門部会（第三部会）担当＞

水を基本テーマとし、非常時における防災・減災に対する地下水利用の可能性を調査研究して、新たな枠組みのスマートシティを構築する方策について提言することを目的に調査研究を行う。

5)　大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査

＜大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査研究専門部会（第四部会）担当＞

大深度を含む地下道路・道路施設群の都市防災・減災に資する役割、及び地震、津波、火災、台風等の災害を受けた場合の安全性について検討し、より安全な都市空間を確保する方策について提言して、大深度等の地下利用促進を目的に調査研究を行う。

３．成果概要

東北地方太平洋沖地震により引き起こされた東日本大震災は、我々に改めて社会インフラのあり方、役割を問いかけるものであった。想定を超える災害のなかで、人々の生活（安全・安心、快適性等）とそれを支える多様な産業（生産、物流等）の活動を如何に保持し、確実なものとするかを産・官・学の各方面で検討が進められている。

地下開発利用推進部会においても､｢防災･減災型地下インフラの調査に関する調査研究｣を主題とし、平成２４年度、下記項目について調査検討を進めてきた。

・ 東日本大震災における地下施設の被害と対策に関する調査
　地下施設を「浅い施設」と「深い施設」に類別した被害状況の調査、検証
・ 大災害に対する都市内空間の有効活用に関する調査
　過去の災害発生状況、過去の研究・調査事例、地下空間防災・減災に関する各種法律・ガイドライン、東日本大震災を踏まえた各種機関の防災への取組ほかの調査
・ 社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査
　防災、減災に向けた地下水（含：貯留・取水地下水）の利用方策を提案することを目的にとし、地下水利用の実状、利点・課題を整理、検討
・ 大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査
　都市における地下道路整備の適用性検討を行うものであり､都市に求められる安全安心機能、災害の種類と特性、社会インフラの役割、地下空間の役割と特性、道路の役割と地下道路の特性について調査検討を行った。

以上の各検討項目の成果概要を以降にまとめる。尚、本検討は、２ヵ年検討の初年度にあたり事前調査が主たる検討内容をなっている。

3.1 東日本大震災における地下施設の被害と対策に関する調査

＜東日本大震災における地下施設の被害と対策に関する調査研究専門部会（第一部会）担当＞

東日本大震災における地下構造物の被害に着目して調査を実施し、被害を低減する方策について検討することを目的として活動を行った。平成 24 年度においては、「浅い施設」と「深い施設」の WG に分かれて被害状況を収集し、取りまとめを行った。平成 25 年度においては、調査結果を踏まえて被害を低減する方策についての提言をまとめる予定である。

「浅い施設」としては、ライフライン関連施設に着目し、①電力、②ガス、③上水道、④下水道、⑤情報通信、⑥共同溝、⑦道路、⑧鉄道、⑨港湾･空港の構造物を対象とした。「深い施設」としては、トンネルおよび深い地下を利用した施設に着目し、①鉄道・道路、②地下鉄・共同溝、③エネルギー関連施設、④鉱山、地熱、⑤電力関連施設を対象とした。

「浅い施設」の調査結果として管路構造物については、被害は広域に発生したものの、耐震設計や耐震構造の採用が進み、被災率としては減少していることがわかった。今後とも耐震化を進めることは重要であるといえる。一方、津波被害を受けた構造物は、多種多様で復旧・補修期間が長期間に及んだものも多く、津波災害に対する考慮が不足していたことは明らかである。

「深い施設」では、鉄道・地下鉄・道路トンネルでは、被害事例が報告されていないか、報告されても軽微なものがほとんどであった。エネルギー、鉱山、電力関連の深い構造物でも、同様に被害例がほとんど無く、地上部の甚大な被害に比較して地下構造物の優位性を示す結果となった。

3.2 大災害に対する都市内空間の有効活用に関する調査

＜大災害に対する都市内空間の有効活用に関する調査研究専門部会（第二部会）担当＞

東日本大震災の経験を踏まえた都市内地下空間の防災上の有効利用に関する提言を行うための基礎調査を行った。

調査の概要は以下のとおりである。

① 過去の災害発生状況の調査と分析および地下空間における被災状況
② 今回テーマに類似する過去の研究・調査の分析と今回の調査での強調点の整理
③ 地下空間の防災・減災に関する各種法律及びガイドラインの変遷と背景
④ 東日本大震災を踏まえた防災に関する各種機関の取組
⑤ 八重洲地下街に対する地下空間管理者としての取組状況に関するヒアリング調査

調査の結果、地下空間の特性として地震に強く、火災・水害に弱いという面があらためて認識された。

現状では地下施設の管理者は災害発生時、利用者をいかに早く地表面に避難誘導することが求められており、防災設備および防災組織ともこの点を基本に整備されている。

東日本大震災発生時に帰宅困難者のための一時避難場所として一部の地下空間が利用されたことにより、避難場所としての機能も期待されることとなったが、これを実現するためには現状の設備、組織および法的根拠を整備することが必要である。

内閣府都市再生本部の主導による「都市再生安全確保計画制度」の法制化はこの一環であるが、エリア防災のあり方に関する行政の役割等の整理がなされ、各種補助制度が整備されることが条件となると感じられた。

来年度は各種機関の成果を見ながら、退避と受入という矛盾する判断を、どのような基準により誰の責任でいつ行うのかについて、なお一層の検討を加えるとともに、それぞれの災害に合わせた柔軟な発想により地下空間の有効利用のための方策を提言したい。

3.3 社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査

＜社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査研究専門部会（第三部会）担当＞

阪神淡路大震災以降、バブル期を経て社会・経済環境が大きく変化している中で発生した東日本大震災はこれまで想定してきた災害環境の大きな変化を認識させる出来事となり、ハイテ

クとローテクの組合せ等による災害への予防･即応体制の確立と被害拡大の抑制と早期復旧を行う「減災」の考え方が叫ばれるようになっている。

本調査では、ここで挙げた｢防災｣、｢減災｣に向けた地下水（地下施設を利用して貯留・取水された地下水を含む）の利用方策を提案することを目的として、行政・民間それぞれの立場で利用されている地下水利用の実状を整理し、利点・課題を整理することで、次年度の新たな提案に向けた方向性を探ることとした。

行政分野の調査は、国土交通省震災時地下水利用指針を始めとして、秦野市へのヒヤリングを含めた同市の地下水総合保全管理計画など、27 自治体における公式ホームページ等を基に実施した。また、民間分野についても、企業へのき取り調査や公式ホームページなどを利用して、民間企業や大学及び病院などの取り組み、および個人所有の井戸の震災時の活用事例を調査した。

その結果、①災害時の「危機管理」と「ライフラインの重要性」が再認識され、地表部の汚染の影響が少ない深井戸や多重水源の確保が改めて提起されていること、②平時からの使用の有無に関わらず防災井戸や湧水の高い有用性が認識されていること、③井戸配置に関しても災害時に水入手困難な地域への優先配備が行われる事例のあること、④「命をつなぐ防災井戸」として民間に共助の精神が育まれつつあること等が明らかとなった。

一方、防災井戸の配置や利用用途･周知方法、地下水の応急利用に関わる所管部署の輻輳、自治体と民間の保管関係など、課題も明らかとなってきた。

次年度においては、これらの課題を踏まえ、災害時に地下水等の機能を効果的に発揮させるために、官民が一体となった公助、共助、自助の速やかかつ円滑な活動が実施できるよう、現在の法体系や地域コミュニティのあり方などについても新たな提案を行っていきたいと考える。

3.4 大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査

＜大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査研究専門部会（第四部会）担当＞

少子高齢化社会に対応する主要施策のひとつであるコンパクトシティー形成に寄与する要素として、地下道路整備の適用性検討を行うものであり、その基礎的条件、情報の確認として以下の項目について調査検討を行った。

・ 都市の安全安心機能に関する考察

都市における安全・安心を阻害する要素（自然災害､｣（地震、人為的要素）、およびこれらから都市を守る機能（ソフト面、ハード面）の概要をまとめた。

・ 災害の種類と特性に関する考察

自然災害は、規模、予測可否、発生頻度、被災域、継続時間等の特性を有している。このうち地震、降雨による災害特性を中心に整理し、都市の安全・安心の実現との関わりを整理した。また、近年の自然災害の発生状況、被災事例を整理し、都市等における自然災害に対する脆弱側面を確認し、検討を行った。

・ 社会インフラの役割に関する考察

社会インフラ群は、それぞれが持つ様々の機能により総合的に安全・安心な社会を実現している。代表的インフラである道路、都市施設、港湾・空港、鉄道、臨海工業施設に

ついてその果たしている役割の概要を整理し、検討を行った。

・ 地下空間の役割に関する考察

過密都市部におけるインフラ整備空間としての地下空間のもつ特性を整理するとともに、大深度利用を中心に地下利用インフラの事例、計画について整理、検討した。

・ 道路の役割に関する考

社会インフラとしての道路の持つ多様な役割（機能）について整理を行った。機能としては交通機能、通行機能、滞留機能、アクアセス機能、収納機能、防災機能、都市形成機能について整理、検討した。

・ 地下道路の特性に関する考察

地下空間の持つ特性、道路の持つべき機能を勘案し、地下空間の建設される道路の特を検討、整理した。

以上の検討作業の他、現地調査として首都高速道路における地下構造部、自動車専用道の地下化が提案されている地区について現地踏査を行い、地下道路整備に関する知見の助とした。

次年度においては、地域リスク、交通、物流、都市環境整備などを勘案した地下道路整備の試検討（道路路線、整備、機能における課題と対応策ほか）を行うこととしている。

４．幹事会活動経過

回	開催日	主要議事事項
第１回	H.24. 6.8	・各専門部会の今年度の計画について ・幹事会の進め方について
第２回	H.24. 8.23	・各専門部会の活動方針・調査方法等について ・平成 25 年度補助事業（継続）について
第３回	H.24.10.23	・各専門部会の進捗状況報告 ・平成 25 年度補助事業テーマ申請報告 ・各部会の報告書作成スケジュールの確認
第４回	H.24.12.13	・各専門部会の進捗状況報告 ・報告書の様式の確認、統一 ・各部会の報告書作成スケジュールの確認
第５回	H.25. 2.8	・各専門部会の進捗状況報告 ・各部会の報告書作成スケジュールの確認
第６回	H.25. 3. 5	・最終調査研究報告書の読み合わせ ・平成 25 年度のテーマ確認とスケジュールについて

第Ⅰ部　東日本大震災における
地下施設の被害と対策に関する調査

平成２４年度
東日本大震災における地下施設の被害と対策に関する調査 専門部会
（第一部会）委員名簿

部 会 長 （前副部会長）	西村　　毅	(株)間組 技術研究所　技術研究第一部 主席研究員
副部会長	柴田　勝実	大成建設(株) 土木本部　土木技術部　トンネル技術室 課長
委　　員	副島　紀代	(株)大林組　技術研究所　構造技術研究部　副主任研究員
委　　員	結城　則行	川崎地質(株)　技術本部　技術統括部　部長
委　　員	木村　育正	(株)技研製作所 工法事業部 工法推進課 リーダー 課長
委　　員	市川　晃央	(株)竹中土木　技術・生産本部　技術部　課長
委　　員	島　　和雄	千代田化工建設(株)　ガス貯蔵プロジェクトユニット メカニカルグループ　部長代理
委　　員	長谷川　登	電源開発(株)　土木建築部　土木技術室　上席課長
委　　員	小笠原　広志	東急建設(株)　土木総本部　土木技術部 地盤・基礎グループ　サブリーダー
委　　員	中森　純一郎	三井住友建設(株) 技術研究開発本部　技術企画部 技術管理・知財グループ　グループ長
前部会長	領家　邦泰	大成建設(株) 土木本部 土木技術部トンネル技術室 参与
前 委 員	岡　　滋晃	東京電力(株)　電力流通本部　設備渉外・調整グループ 主任
事 務 局	和田　　弘	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部　研究主幹

第Ⅰ部　東日本大震災における地下施設の被害と対策に関する調査

目　次

第１章　調査経緯 …… Ⅰ－1
1.1　調査方針 …… Ⅰ－1
1.2　調査内容 …… Ⅰ－1
1.3　調査状況 …… Ⅰ－2
第２章　調査成果 …… Ⅰ－5
2.1　東日本大震災の概要 …… Ⅰ－5
2.1.1　地震と津波の概要 …… Ⅰ－5
2.1.2　被害の概要 …… Ⅰ－8
2.2　浅い部分の被害 …… Ⅰ－17
2.2.1　電力関連施設 …… Ⅰ－17
2.2.2　ガス関連施設 …… Ⅰ－33
2.2.3　上水道関連施設 …… Ⅰ－54
2.2.4　下水道関連施設 …… Ⅰ－80
2.2.5　情報通信施設 …… Ⅰ－97
2.2.6　共同溝施設 …… Ⅰ－109
2.2.7　道路関連施設 …… Ⅰ－112
2.2.8　鉄道関連施設 …… Ⅰ－129
2.2.9　港湾・空港関連施設 …… Ⅰ－147
2.3　深い部分の被害 …… Ⅰ－169
2.3.1　鉄道・道路 …… Ⅰ－169
2.3.2　地下鉄関連施設 …… Ⅰ－183
2.3.3　エネルギー関連施設 …… Ⅰ－195
2.3.4　鉱山・地下熱利用施設 …… Ⅰ－207
第３章　調査のまとめと今後の課題 …… Ⅰ－215
3.1　調査のまとめ …… Ⅰ－215
3.2　今後の課題 …… Ⅰ－219

第１章　調査経緯

1.1　調査方針

東日本大震災では、地震の揺れや液状化、地盤沈下などによって東日本の広い範囲で各種インフラや住宅等に大きな被害が発生した。また、東日本の太平洋側に押し寄せた大津波により、多くの人命が失われ甚大な被害が生じた。震災後には、国、地方自治体や事業者等により､多くの調査が実施されているが､地下施設のみを取り上げた被害調査はない。岩盤石油備蓄施設の地下タンク本体には大きな被害はなく、地上タンクの大きな被害に比較すると、地下施設の安全性が示された。一方で、地下浅い所の下水道管等のライフラインは津波、液状化等により大きな被害を受けた。

本部会は、これらの、地下の浅い所、深い所の施設の被害を調査し、被害を低減する方策について提言することを目的として活動するものである。平成 24 年度においては、被害状況を収集し、取りまとめを行うものである。平成 25 年度においては、調査結果を踏まえて被害を低減する方策についての提言をまとめる予定である。

1.2　調査内容

平成 24 年度の調査においては、「浅い施設」と「深い施設」の WG に分かれて、各委員が知見や経験のある種々の地下施設について、被害状況の収集・整理を行った。ここで言う「浅い施設」とは埋立地から沖積層の深さに存在する施設であり、主に液状化で被害が生じているインフラである。「深い施設」はそれ以外とした。また、本調査にて対象とした被害は、施設の損傷であり、人的被害および停電・通信遮断などの機能の損失は対象としていない。

調査は公表データとして入手できるものを対象としており、これらについては、各施設の調査結果において記述している。

1.2.1　「浅い施設」の被害調査

調査対象としては、ライフライン関連施設に着目し、①電力、②ガス、③上水道、④下水道、⑤情報通信、⑥共同溝、⑦道路、⑧鉄道、⑨港湾･空港の構造物を対象とした。これらの施設においては、浅い地下施設に該当する施設自体が少ないことや、顕著な被害が報告されていないもの、さらには津波による流出などにより、被害形態が明確でないものも見受けられた。また、市町村レベルでの管理施設や民間施設もあり、充分なデータが得られないケースもあった。

1.2.2　「深い施設」の被害調査

調査対象としては、トンネルおよび深い地下を利用した施設として、①鉄道・道路、②地下鉄・共同溝、③エネルギー関連施設、④鉱山、地熱、⑤電力関連施設とした。これらの施設においては、地上部においては広範囲で数多くの被害が生じているものの、深い施設においては、ほとんど被害がないか、軽微な被害が報告されているものが大部分であった。また、共同溝、電力関連施設では、調査した範囲では深い部分の被害の報告が無いか、

報告そのものがなかった。

1.3　調査状況

1.3.1　調査体制

平成 24 年度の調査体制は、表 1.3.1-1 の通りである。

表1.3.1-1　東日本大震災における地下施設の被害と対策に関する調査研究専門部会

担当内容	メンバー氏名	所　属
浅い施設の被害調査（第１ＷＧ）	ＧＬ　中森　純一郎	三井住友建設㈱
	副島　紀代	㈱大林組
	木村　育正	㈱技研製作所
	市川　晃央	㈱竹中土木
	岡　滋晃	東京電力㈱
深い施設の被害調査（第２ＷＧ）	ＧＬ　西村　毅	㈱間組
	結城　則行	川崎地質㈱
	柴田　勝実	大成建設㈱
	島　和雄	千代田化工建設㈱
	小笠原　広志	東急建設㈱
	長谷川　登	電源開発㈱

*ＧＬ：グループリーダー

1.3.2　会議記録

当専門部会の全体会議開催記録・主要議題を表 1.3.2-1 に示す。

表1.3.2-1　東日本大震災における地下施設の被害と対策に関する調査研究専門部会 全体会議　記録

回	開催日	主要議事
第１回	H24.5.29	・部会の位置付けと活動方針についての認識を共有した。 ・本年度の活動の進め方、調査研究内容について討議した。
第２回	H24.7.4	・本年度の活動の進め方、調査研究内容について討議した。 ・調査対象は多岐に渡るため、絞込みが必要。対象を絞り込んだ後、各委員の得意分野を分担して調査する。
第３回	H24.8.6	・今年度の調査を WG1「浅い施設」と WG2「深い施設」として実施する。 ・H24 年度は主に東日本大震災の被害調査を実施し、H25 年度にその調査結果をもとに東海、東南海、南海地震の対策に向けた提言を行う。
第４回	H24.9.24	・各 WG の調査方針・内容報告後、調査研究内容について討議した。 ・ヒアリング候補についての絞込みを行った。
第５回	H24.11.7	・被害調査の対象、着眼点を主に「施設の損傷」とし、機能の喪失や人的被害は取り上げない方針とした。 ・久慈石油備蓄基地に対するアンケートの原案が示された。
第６回	H25.1.17	・各 WG の報告書原稿について説明し、討議を行った。 ・最終報告書作成に向けて、目次案と今後のスケジュールを確認した。
第７回	H25.2.15	・一次原稿の読みあわせを実施した。

第２章　調査成果

2.1　東日本大震災の概要

2.1.1　地震と津波の概要

1)　地震の概要

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分、三陸沖を震源とするマグニチュード（M）9.0 の地震が発生し、宮城県栗原市で震度 7、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の 4 県 37 市町村で震度 6 強を観測したほか、東日本を中心に北海道から九州地方にかけての広い範囲で揺れ（震度 6 弱）を観測した。発震機構は、西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。気象庁は、国内観測史上最大規模であったこの地震を「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」（英語名：The 2011 off the Pacificcoast of Tohoku Earthquake）と命名した。

○震源要素

発震時刻：平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分 18.1 秒

震央地名：三陸沖

震源の緯度、経度、深さ：北緯 38°06.2′　東経 142°51.6′　24km

規模（マグニチュード）：9.0

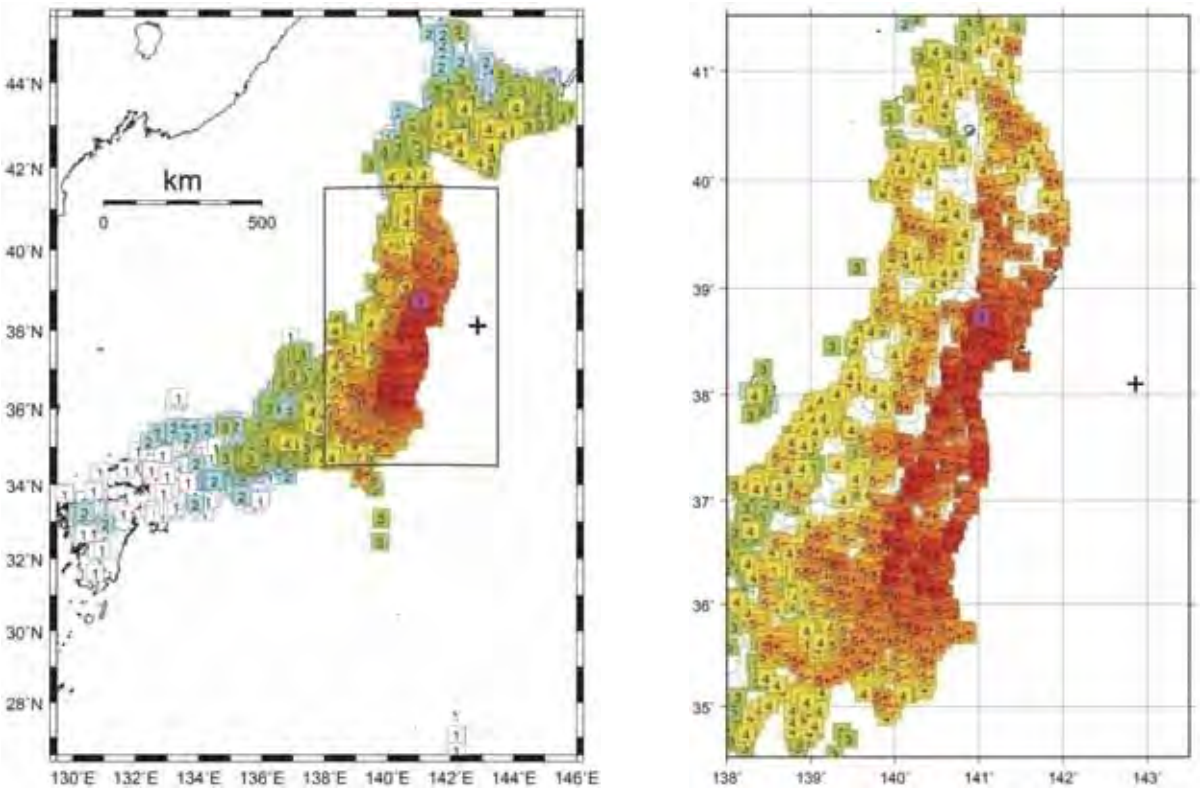


図2.1.1-1　震度分布図　右：日本全土版　左：東北・関東地域　（＋印は震央）

出典：国土交通省：「東日本大震災の記録」[1)]

気象庁の解析では、震源域は、長さ約 450km、幅約 150km にわたり、最大すべり量は約 30m であったと推定される。この震源域を中心とした領域で余震が多発した。海上保安庁の観測では、この地震により、震源のほぼ真上の宮城県沖の海底では、東南東に約 24m 移動し、約 3m 隆起した。

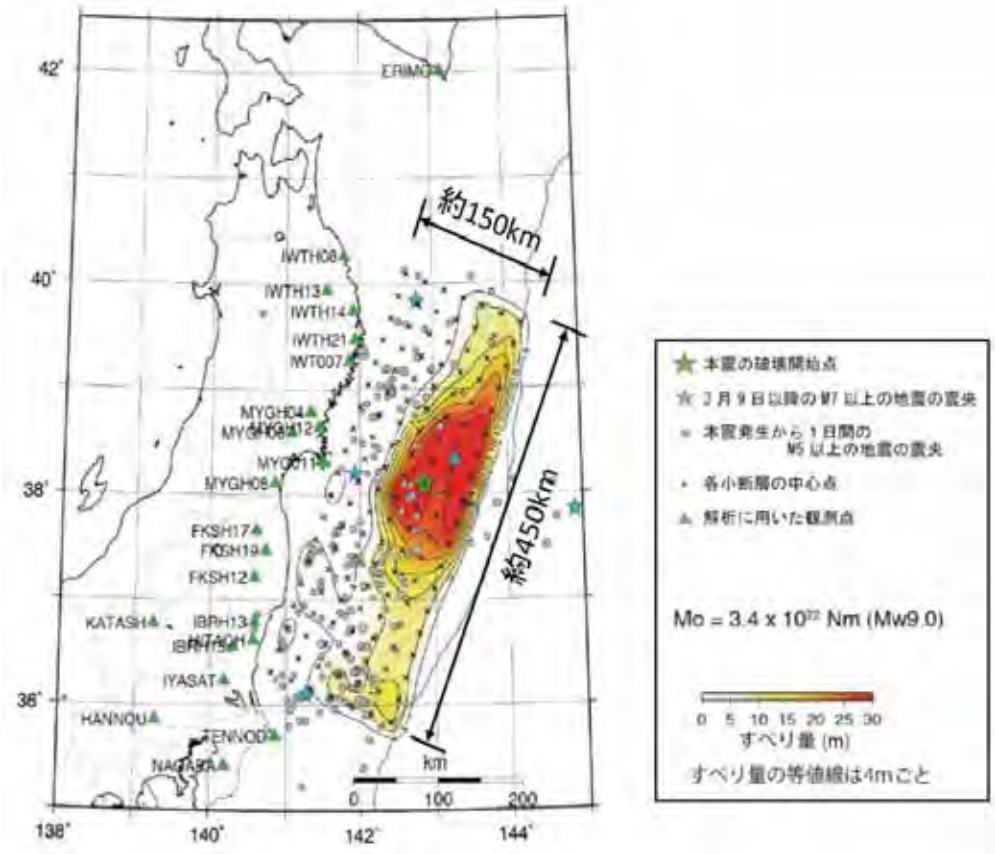


図2.1.1-2　震源域とすべり量

出典：国土交通省：「東日本大震災の記録」[1)]

2）津波の概要

「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」により、東日本の太平洋沿岸を中心に非常に高い津波を観測したほか、全国の沿岸で津波が観測された。津波観測施設では、被害を受けたためデータが入手できない期間があるなど、観測された以上の津波が到達した可能性もあり、土木学会海岸工学委員会が中心となった「東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ」が東日本の太平洋沿岸で現地調査を行ったところ、三陸海岸では多くの地域で浸水高が 20m 以上であり、30m を超過する地域もあった。

また、岩手県宮古市では、遡上高さが 40m を超過していたことも分かった。

写真2.1.1-1　津波の浸水状況（釜石港湾事務所庁舎屋上から撮影）

出典：国土交通省：「東日本大震災の記録」[1)]

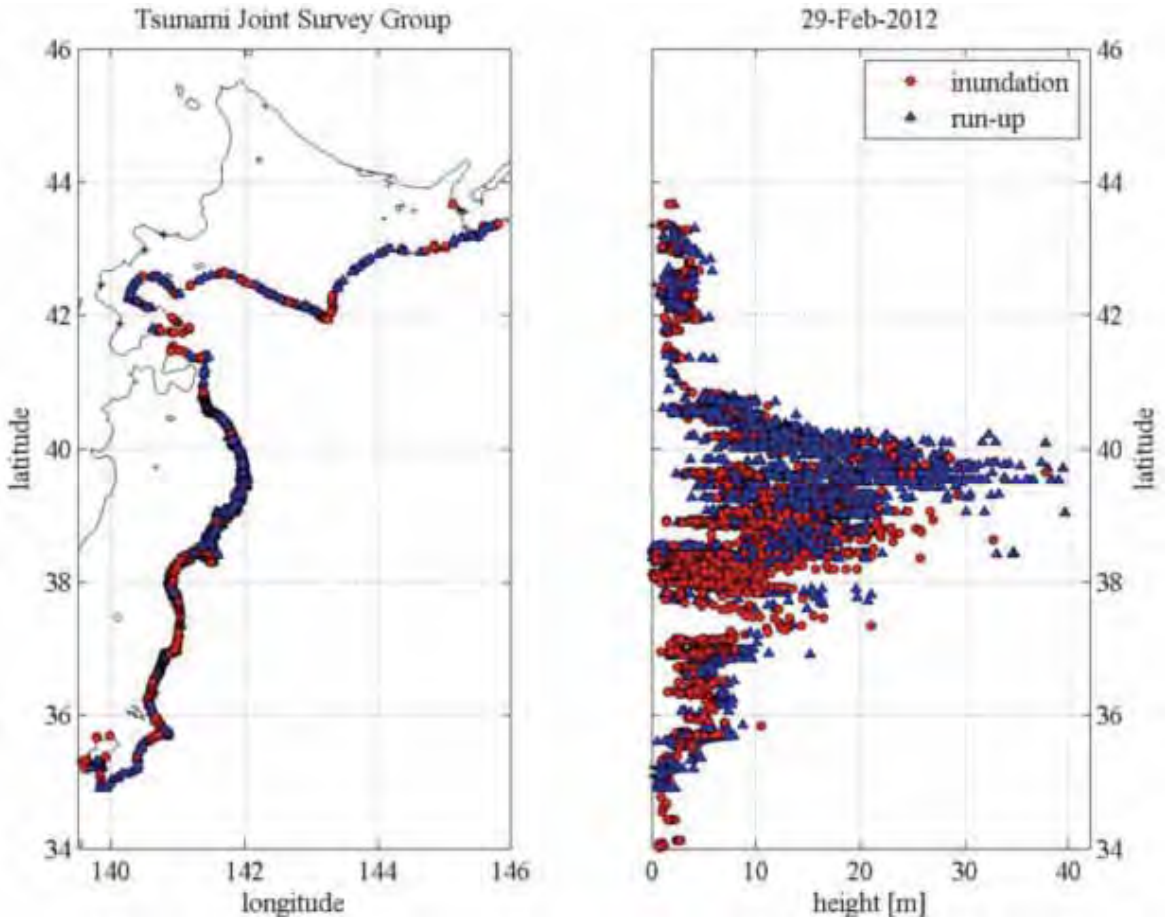


図2.1.1-3　津波の遡上状況

出典：国土交通省：「東日本大震災の記録」[1)]

3）余震活動

余震は、岩手県沖から茨城県沖の北北東－南南西方向に延びる長さ約 500km、幅約 200km の領域で発生しており、平成 24 年 1 月 31 日までの最大余震は、3 月 11 日 15 時 15 分に発生した M7.6 の地震（最大震度 6 強）であった。この最大余震を含め、平成 24 年 1 月 31 日までに発生した余震は、M7.0 以上は 6 回（7.6、7.5、7.4、7.3、7.2、7.0）、M6.0 以上は 96 回、M5.0 以上は 587 回で、活発な活動が見られていたが、余震域全体では、次第に少なくなってきている。

こうした中で、福島県から茨城県の陸域の浅い地域では、4 月 11 日 17 時 16 分に M7.0 の地震（最大震度 6 弱）が発生し、それに伴い福島県いわき市で地表地震断層が現れたほか、その後、この地震による余震が多発するなど、活発な活動が見られている。

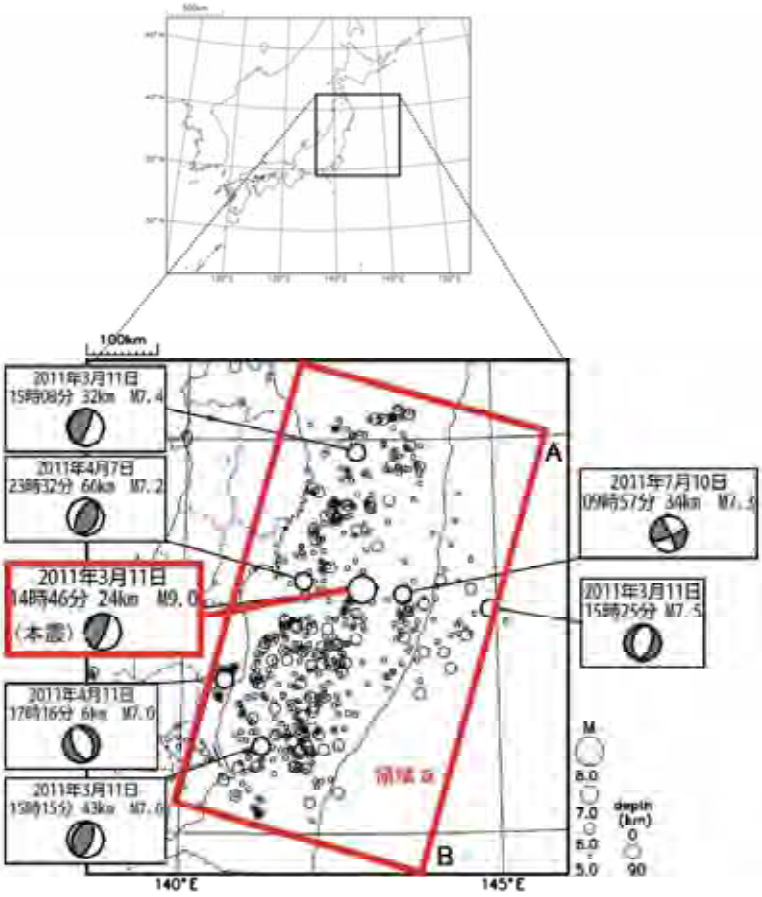


図2.1.1-4　余震状況

出典：国土交通省：「東日本大震災の記録」[1)]

2.1.2　被害の概要

1）地震・津波による被害

巨大地震とそれに伴い引きおこされた液状化現象や地盤沈下等により、広範囲にわたりインフラ・ライフライン等に被害が発生した。さらにこの地震により発生した大津波により、人的被害や建物被害など太平洋沿岸に壊滅的な被害をもたらした。また、海岸のみならず、河川を遡上し流下した津波が河川堤防を越えて沿川地域に甚大な被害をもたらした。

(1)　人的被害

この地震と津波により、死者 15,845 名、行方不明者 3,369 名（1 月 26 日時点警察庁発表）という、明治以降では関東大震災・ 明治三陸地震に次ぐ大きな人的被害をもたらした。

死者・行方不明者は 12 都道県に及び、中でも特に高い津波が襲来した宮城県（死者 9,507 名、行方不明者 1,794 名）、岩手県（死者 4,667 名、行方不明者 1,355 名）

及び福島県（死者 1,605 名、行方不明者 216 名）の３県だけで全体の 99%を超える多数の犠牲者が発生した。

なお、今回の大津波では、指定の避難所までが津波にのみ込まれ多くの避難者が亡くなった。また、避難誘導や要介護者救助にあたった消防団員や警察官など、さらには、海岸や河川に設置してある水門･樋門操作員も被災した。

表2.1.2-1　平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の被害状況

出典：国土交通省：「東日本大震災の記録」[1)]（警察庁資料より国土交通省作成）

災害種別		人的被害					建物被害				
		死者	行方不明	負傷者			全壊	半壊	床上浸水	床下浸水	一部損壊
				重傷	軽傷	合計					
都道府県		人	人	人	人	人	戸	戸	戸	戸	戸
北海道		1			3	3		4	329	545	7
東北	青森	3	1	16	45	61	311	852			832
	岩手	4667	1355			188	20184	4555	1761	323	7316
	宮城	9507	1794			4132	83861	138220	12784	12584	215099
	秋田			4	8	12					3
	山形	2		8	21	29					
	福島	1605	216	20	162	182	19982	63142	1053	340	143561
東京		7		14	76	90		11			257
関東	茨城	24	1	33	674	707	3064	23839	1719	710	172749
	栃木	4		7	125	132	265	2070			68648
	群馬	1		13	25	38		7			17051
	埼玉			6	36	42	22	193		1	1800
	千葉	20	2	25	226	251	799	9810	153	722	43510
	神奈川	4		17	115	132		38			407
	新潟				3	3					9
	山梨				2	2					4
	長野				1	1					
	静岡			1	3	4				7	4
中部	岐阜										
	三重				1	1			2		
四国	徳島								2	9	
	高知				1	1			2	8	
合計		15845	3369			6011	128525	242821	17805	15249	671257

(2)　建物被害と液状化

住家被害については、全壊が約 13 万棟，半壊が約 24 万棟（1 月 26 日時点警察庁発表）となっている。また、東京湾岸地域を含め、東北から関東にかけての広い範囲で液状化現象が発生した。

埋め立て地など､従来から液状化が起こりやすい地域として認識されていた地域のみならず、利根川沿いを始め、埼玉県や千葉県等の内陸部でも液状化による被害が発生した。これにより、地盤がゆるみ、住宅が傾くなどの被害が多数発生した。

写真2.1.2-1　液状化による被害（傾いた電柱（千葉県習志野市））

出典：国土交通省：「東日本大震災の記録」[1)]

(3)　避難者数

3 月 14 日ピーク時には、468,653 人の方が避難した。

(4)　道　路

道路橋の流出や法面崩落等により、高速道路 15 路線，直轄国道 69 区間，都道府県等管理国道 102 区間，県道等 540 区間が通行止めとなった※。　特に、宮城県仙台市から三陸沿岸地域を縦走する国道 45 号を始め、東北地方の太平洋側一帯沿岸部が甚大な被害を受けた。

※ 4 月 7 日の宮城県沖を震源とする地震、4 月 11 日の福島県浜通りを震源とする地震による被災を含む。

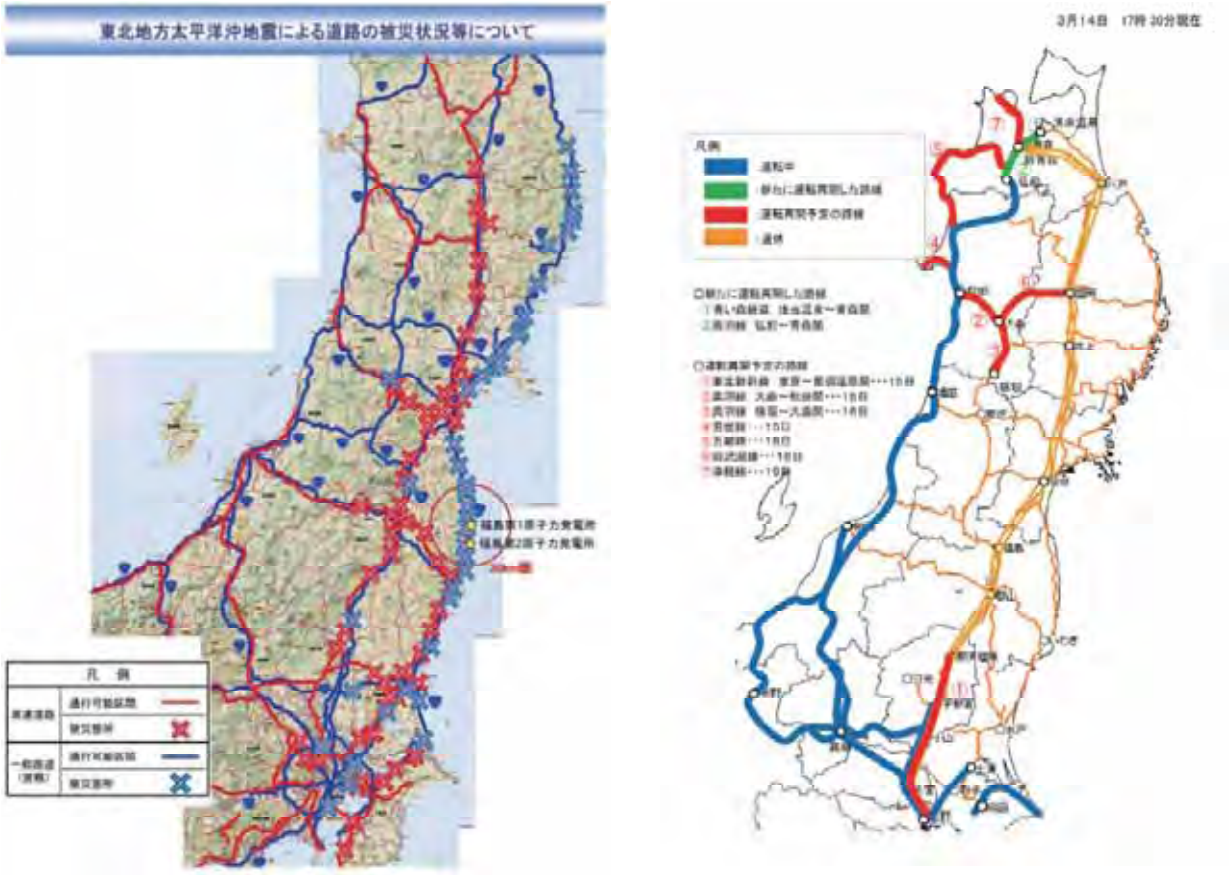


図2.1.2-1　道路の被災状況等

出典：国土交通省：「東日本大震災の記録」[1)]

(5)　鉄　道

新幹線については、東北新幹線で高架橋の損傷、電柱の倒壊、駅天井の落下等の被害が発生したほか、山形・秋田新幹線についても軌道変位等の被害が発生したが、高架橋の倒壊等の致命的な被害は無く、過去の震災時と比べ、被害規模は相対的に小さいものとなった。また、早期地震検知システムにより、大きな揺れのあった地域を走行中の、東北、上越、北陸、東海道新幹線の営業列車については、全て安全に停止し、乗客の死傷者は無かった。

一方、JR 在来線、第三セクター鉄道、貨物鉄道については、茨城県から岩手県にかけての太平洋沿岸部の多くの路線において、津波により駅舎、線路等の流失・冠水被害が発生したほか、内陸部の路線においても、路盤の変形、土砂崩れ等の極めて甚大な被害が発生し、合計 25 事業者、85 路線が被災した。

上記路線に加え、下表のとおり、地震発生直後には、東海道・上越・長野新幹線を含む東北・関東地方などの多くの路線の全部又は一部区間で運転を休止し、また、津波警報の発表により、北海道から九州までの沿岸部の路線などの全部又は一部区間が運転を休止した。運転を休止した路線のうち、地震による被害のなかった区間については発災当日から翌々日にかけて運転を再開した。

表2.1.2-2　鉄道の運転休止状況

出典：国土交通省：「東日本大震災の記録」[1)]

東日本大震災による鉄道の運転休止状況

日時（発災後の経過時間）	運転休止事業者数	運転休止路線数
11日 15時16分時点（発災後 30分）	90	267
〃 18時00分時点(発災後 約 3時間)	83	250
12日 6時00分時点(発災後 約15時間)	63	177
〃 18時00分時点(発災後 約27時間)	39	96
13日 6時00分時点(発災後 約39時間)	31	75
〃 18時00分時点(発災後 約51時間)	24	65

※運転休止路線数は、全部又は一部で運転を休止した路線の数である。

ＪＲ仙石線（野蒜駅付近）

ＪＲ山田線（宮古駅付近）

写真2.1.2-2　鉄道の被災状況等（JR線）

出典：国土交通省：「東日本大震災の記録」[1)]　（東日本旅客鉄道株式会社　提供）

(6)　空　港

仙台、花巻、福島，茨城の 4 空港が被災した。このうち、仙台空港を除く 3 空港は、いずれも発災当日中に運用を再開した。

一方、仙台空港は、大津波により湛水が発生し、滑走路、誘導路、エプロン等に車両 2,000 台以上が漂着したほか、土砂やがれきが広範囲に広がり、機械設備や電気機器等が浸水するなど甚大な被害を受けた。

(7)　港　湾

青森県八戸港から茨城県鹿島港に至る太平洋側全ての港湾（国際拠点港湾及び重要港湾 14 港、地方港湾 17 港）が被災し、防波堤や岸壁等に大きな被害が生じ、港湾機能が全面的に停止した。

(8)　上水道

19 県の水道事業等で断水が発生し、少なくとも約 180 万戸にのぼった。

(9)　下水道

震災当初 1 都 6 県において、下水処理場 48 箇所、ポンプ場 79 箇所が稼働停止した。下水管については、642km で被害が発生した。（平成 24 年 3 月 5 日時点）

(10)　電 気

発災時における東北 3 県の停電戸数は、約 258 万戸に及んだ。また、東北電力管内において、計画停電が実施されるなど、約 466 万戸、東京電力管内において約 405 万戸の大規模停電となった。

(11)　ガ ス

発災時における東北 3 県の都市ガスの供給停止と LP ガスの供給停止戸数は、各々約 42 万戸と約 166 万戸にも及んだ。また、高圧ガス施設については、火災、爆発等が一部発生し、津波浸水区域においては、様々な設備の損壊・流出等の被害が発生した。[2)]

(12)　通信･放送

発災後のピーク時には、NTT 固定電話で約 100 万回線、携帯電話 4 社あわせて 14,800 局がサービスを停止した。発災当初確認できた範囲では、テレビ中継局が最大 120 箇所、ラジオ中継局が最大 4 箇所停波する被害が発生した。

(13)　津波による浸水面積

岩手県 58km^2、宮城県 327km^2、福島県 112km^2 で津波による浸水が生じた。

(14)　地盤沈下

巨大地震に伴う地殻変動により、仙台平野の海岸、平地部を始め、広範な地盤沈下が発生した。特に、仙台平野では、平均海面以下の面積が 16 km^2 と 5.3 倍増加、大潮の満潮位以下の面積は 56 km^2 と 1.8 倍増加、また、過去既往最高潮位以下の面積が 111 km^2 と 1.3 倍増加した。

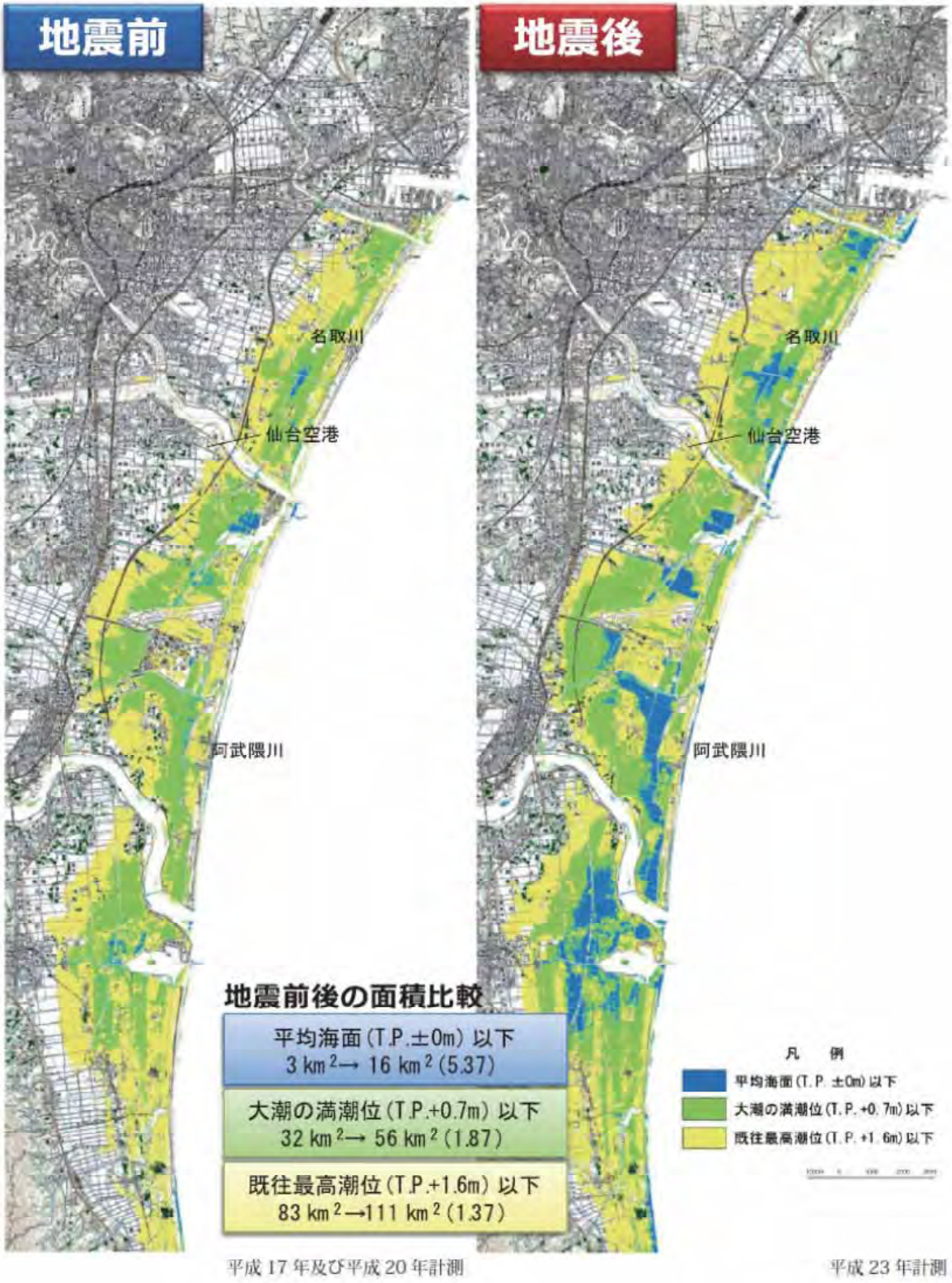


図2.1.2-2　東日本大震災による仙台平野における地盤沈下の状況

出典：国土交通省：「東日本大震災の記録」[1)]

2) 原子力災害被害

3 月 11 日 14 時 46 分に発生した東北地方太平洋沖地震は、東北地方の太平洋沿岸部に立地し稼働中であった 5 箇所 11 基の原子力発電所の原子炉を緊急自動停止させる事態となった。東京電力（株）（以下、「東電」）の福島第一原子力発電所では、大津波により非常用を含む全電源が喪失し、原子炉の炉心冷却機能が停止した。また、1 号機から 4 号機までの使用済燃料プールの冷却も困難となった。

その後、3 月 12 日午後に 1 号機において、3 月 14 日午前に 3 号機において、3 月 15 日朝に 4 号機において、水素爆発と思われる爆発が発生した。2 号機においては、3 月 15 日朝に水素爆発によるものと思われる大きな衝撃音が確認されたほか、4 号機においては、同日朝、火災の発生も確認された。また、汚染水の滞留、外部流出も発生しており、本事故は、発電所内施設の損傷に留まらず、放射性物質が外部へと放出される事態へと進展した。

一方、東電福島第二原子力発電所においては、津波により原子炉除熱機能を喪失（１、２、４号機）、圧力制御室内の温度が 100℃を超える事態となったが、その後、冷却機能の復旧の結果、3 月 15 日までに全ての原子炉が冷温停止した。結果、原子炉内の燃料棒及び使用済燃料プール内の燃料棒に損傷はなく、外部への放射性物質の放出はなかった。

この事故により周辺地域に放射性物質が放出される事態となり、国際原子力・放射線事象評価尺度で、チェルノブイリ事故と並び最も危険度の高いレベル 7 にまで至る状況となった。

政府は、原子力災害対策特別措置法に基づき、3 月 11 日 19 時 03 分、原子力緊急事態宣言を発令し、周辺地域の住民に避難指示等を示した。東電福島第一原子力発電所から半径 20km 圏内及び東電福島第二原子力発電所から半径 10km 圏内の住民は避難することとされ、また、東電福島第一原子力発電所から半径 20～30km 圏内の住民については、屋内待避、その後自主避難が呼びかけられた。さらに、4 月 11 日からは、放射性物質の積算線量が高水準の地域ではおおむね 1 ヶ月で計画的に避難させるなどの対応が示された。4 月 22 日からは、東電福島第一原子力発電所から半径 20km 圏内が、原子力災害対策特別措置法に基づく「警戒区域」に設定され、当該区域への立ち入りは原則禁止となった。

原子力災害は、事故による電力供給不足や計画停電の影響、放射性物質の外部放出による農水産物被害、さらには風評被害など、被災地以外の国内のみならず海外にまで各方面で深刻な影響をもたらしている。

参考文献

1)国土交通省 :「東日本大震災の記録」　平成 24 年 3 月
http://www.mlit.go.jp/saigai/kirokusyu.html
http://www.mlit.go.jp/common/000194077.pdf

2)経済産業省 :「東日本大震災を踏まえた高圧ガス施設等の地震・津波対策の報告書」
平成 24 年 4 月
http://www.meti.go.jp/press/2012/04/20120427013/20120427013.html
http://www.meti.go.jp/press/2012/04/20120427013/20120427013-2.pdf

2.2　浅い部分の被害

2.2.1　電力関連施設

1)　はじめに

電力施設は一般的に電気事業連合会に加盟している電力会社が一般家庭に電力を供給する設備や施設を指す。電気事業および電気工作物の保安の確保の観点から電気事業法（昭和 39 年 7 月 11 日法律第 170 号）が制定されている。

戦後の占領政策において、日本発送電の独占状態が問題視されたことから、電気事業再編成審議会が発足し、国会決議より効力が強い GHQ ポツダム政令として、電気事業再編成審議会の全委員（日本発送電存続派）の反対を押し切る形で、9 電力会社への事業再編（1951 年）が実現された。1952 年、9 電力会社は電気事業連合会を設立した。一方、1952 年 9 月には、電源開発が発足した。沖縄電力は、米軍統治下の 1954 年 2 月に琉球列島米国民政府の出資で発足した琉球電力公社を、1972 年 5 月の沖縄本土復帰に伴って沖縄県が発足するに及び、国と県が出資する特殊法人として再編したものである。このためかつては沖電を除く 9 社を“電力 9 社”と呼んでいた。現在では沖縄電力は民営化され、電気事業連合会に加盟している。1995 年、世界的な規制緩和の流れを受けた電気事業法改正に伴う電力自由化により、電力会社に卸電力を供給する独立発電事業者（Independent Power Producer、IPP）の参入が可能になり、また大型ビル群など特定の地点を対象とした小売供給が特定電気事業者に認められた。これにより、異業種からの電気事業への参入が相次いでいる。

電力施設の運営・管理は民間会社が独自に実施しているため、会社の運営に問題となるような被害情報が外部に漏洩することを避けるためにオープンとなっていない会社も存在する。特に東京電力㈱管内の具体的な被災事例が詳細に報告されている例はほとんど無い中で調査は①、②を中心に記述する。

調査資料を以下に示す。

①「電気設備地震対策 WG 報告書の概要について」平成 24 年 3 月　経済産業省
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/genshiryoku/denryokuanzen_jishin_wg/report_001_01.pdf

②「東日本大震災における東北電力㈱の被害概要および対応状況」東北電力株式会社
http://www.win-japan.org/activity/pdf/winj11_itoh.pdf

③「福島第一原発事故とその影響」　平成 23 年 6 月 28 日　国立国会図書館
http://www.ndl.go.jp/jp/data/publication/issue/pdf/0718.pdf

④「東日本大震災による原子力発電所の停止に伴う、今夏の電力需給状況と節電対策について」　一般財団法人　関東電気保安協会
http://www.denkihoan.org/SupplyDemandSituationJAPANESE-FESIA.pdf

⑤「電力系統が受けた大震災の影響とその対応」
平成 23 年 8 月 30 日　一般社団法人　電力系統利用協議会
http://www2.iee.or.jp/ver2/pes/02-conference/shinsai_2.pdf

2)　調査結果

(1)被害概要

電力施設・設備の被害状況を表－　に記す。

他のライフラインと同様に津波による被害が甚大ではあるが、電力施設特有の被害として液状化による電柱の沈下現象等が特筆される。

原子力発電所の停電を起因として起きた大惨事に関しては、国民を巻き込んで原子力発電所そのものの存在意義を問われ、政治の争点にまで拡大している。

表2.2.1-1　東日本大震災による電力施設の被害状況（資料①）

設備		東京電力		東北電力		（参考）兵庫県南部地震（関西電力）（地震による被害のみ）	
		被害数/設備数※1	被害率	被害数/設備数※1	被害率	被害数/設備数※1	被害率
火力発電設備（基）		14/81	17%	5/20	25%	20/64	31%
変電設備（配電用含む）	変圧器（台）	17/2,997	0.57%	30/1,712	1.8%	－	6.9%※2
架空送電設備	鉄塔（基）	15/30,555	0.05%	46/28,205	0.16%	20/10,765	0.19%
地中送電設備	ｹｰﾌﾞﾙ（回線）	30/3,714	0.81%	20/472	4.2%	385/5,795(条)※3	6.6%
架空配電設備	電柱（基）	14,288/5,818,237	0.25%	36,048/3,038,915	1.2%	11,289（被害数のみ）	0.5%

※1　被害数：被害のあった設備の数（ただし、変電設備は使用不能となった設備の数、架空・地中送電設備は早急復旧を要する設備の数）
設備数：東京電力、東北電力、関西電力が保有する設備の数（変電・架空送電・地中送電設備は、震度5弱以上の地域における設備の数）
※2　被害のあった変電所50ヵ所の変圧器に対する使用不能となった変圧器の被害率
※3　設備数は平成7年時の調査数であり、また単位は（条）であるため、今回調査と単純な比較はできない。
（例えば、同一回線で5ヵ所に被害があった場合、今回調査では5（回線）、平成7年時調査では1（条）とカウントされる。）

2

(2)　東北電力㈱管内の被害

(a)　発電設備の被害

下図に東北電力㈱管内の発電設備の稼動状況（平成 23 年 3 月末）を記す。

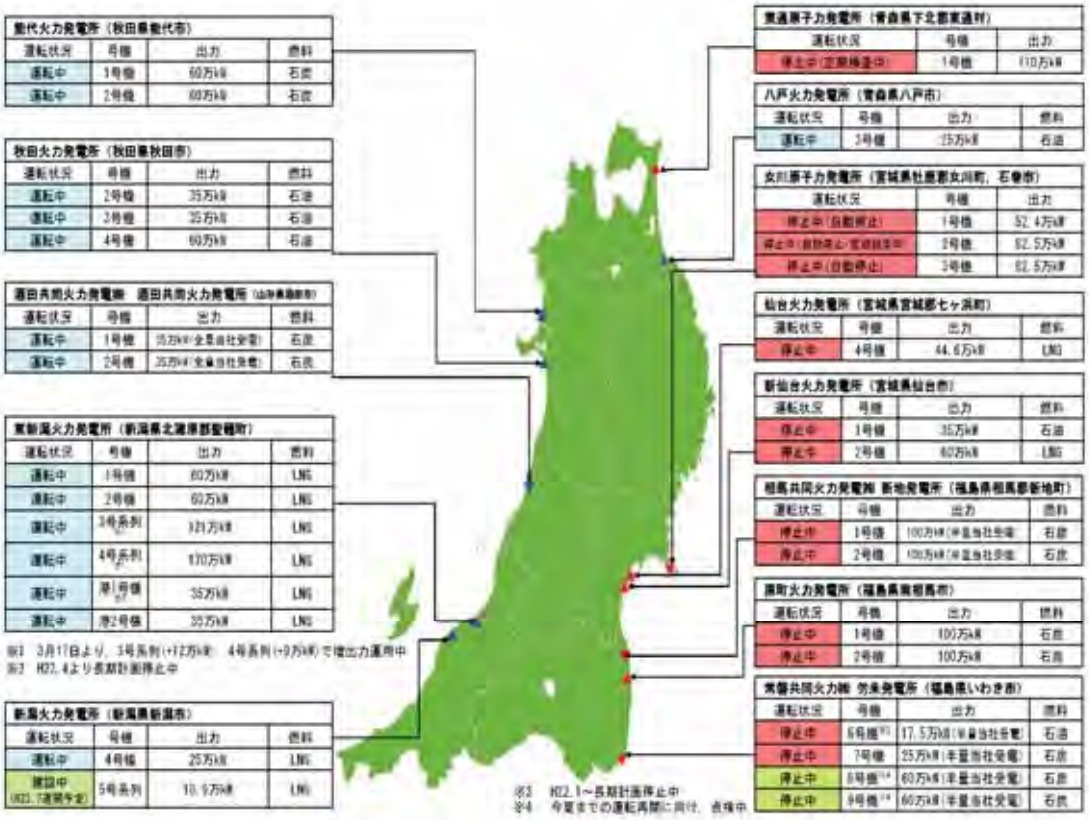


図 2.2.1-1　　東北電力㈱管内発電設備状況（資料②）

太平洋側に設けられた原子力発電所および火力発電所はことごとく津波の影響によって稼動停止に陥っている。火力発電所は順次補修工事を施し、再稼動されている。以下に発電設備の被害状況写真を示す。

写真2.2.1-1　発電設備被害（仙台火力発電所）（資料②）

写真2.2.1-2　発電設備被害（原町火力発電所炭機）（資料②）

写真2.2.1-3　発電設備被害（原町火力発電所重油タンク）（資料②）

写真2.21-4　発電設備被害（原町火力発電所変圧器）（資料②）

写真2.2.1-5　発電設備被害（仙台火力発電所事務本館）（資料②）

写真2.2.1-6　発電設備被害（仙台火力発電所屋外設備）（資料②）

写真2.2.1-7　発電設備被害（原町火力発電所屋外大型補機）（資料②）

写真2.2.1-8　発電設備被害（新仙台火力発電所ボイラー設備）（資料②）

－東北電力　水力発電設備（土木設備）－

【地震被害】

【四時川第二発電所　導水路損壊】　　【移川発電所水槽傾斜，水圧鉄管外れ】

写真2.2.1-9　発電設備被害（水力発電設備　土木設備）（資料②）

－東北電力　水力発電設備（電気設備）－

【地震被害】

【滝野発電所　落石による建物損傷】　　【移川発電所　建物への土砂流入】

写真2.2.1-10　発電設備被害（水力発電設備　機械設備）（資料②）

(b)　変電設備の被害

東北電力㈱管内における変電設備の被害は 57 電気所に及びそのうち変圧器の損傷が 70 台、遮断器損傷 197 台、断路器損傷 179 台となっている。

以下に変電設備の被害状況写真を示す。

写真2.2.1-11　変電設備被害（仙台変電所変圧器）（資料②）

写真2.2.1-12　変電設備被害（日和田変電所変圧器）（資料②）

写真2.2.1-13　変電設備被害（仙台変電所断路器）（資料②）

写真2.2.1-14　変電設備被害（志津川変電所）（資料②）

(c)　送電設備の被害

東北電力㈱管内における送電設備の被害は 105 路線。その他軽微な被害は 178 路線である。鉄塔損壊・折損・傾斜 42 基、電線断線・がいし折損 22 箇所、地中ケーブル損傷 14 箇所、地すべり 14 箇所。以下に変電設備の被害状況写真を示す。

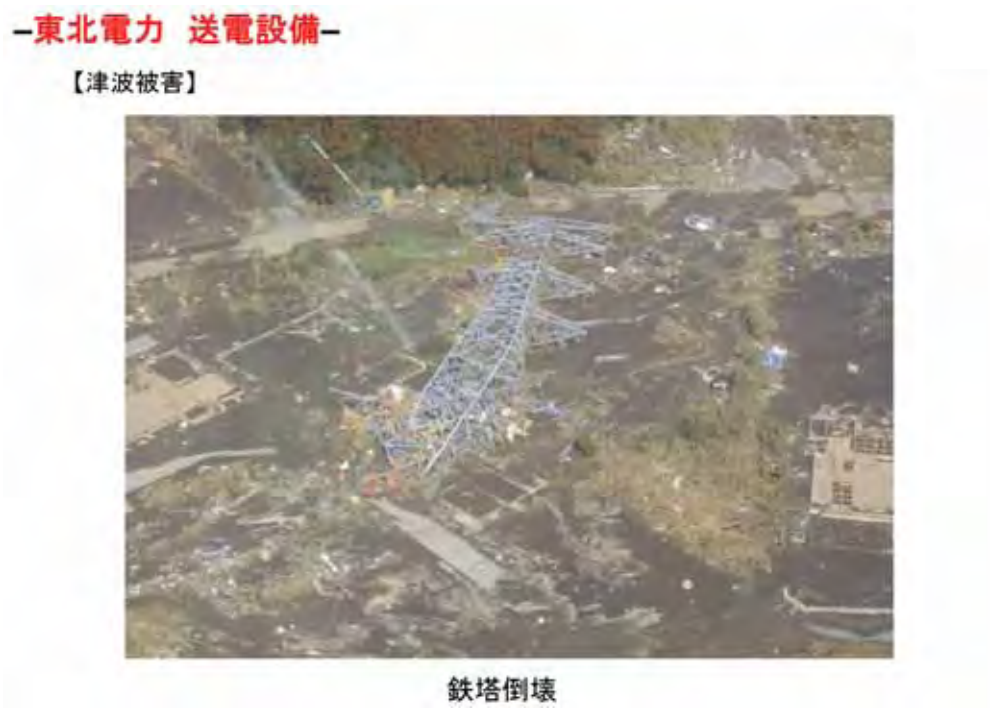


写真2.2.1-15　送電設備被害（鉄塔倒壊）（資料②）

写真2.2.1-16　送電設備被害（鉄塔折損）（資料②）

－東北電力　送電設備－

【津波被害】

気中終端接続部架台傾斜

写真2.2.1-17　送電設備被害（気中終端接続部）（資料②）

－東北電力　送電設備－

電線焼損

写真2.2.1-18　送電設備被害（電線焼損）（資料②）

(d)　配電設備の被害

東北電力㈱管内における配電設備の被害は支持物折損・傾斜等 23,702 基。電線混断線 23,597 条間、変圧器・開閉器損傷等 7,110 箇所となる。以下に変電設備の被害状況写真を示す。

道路損壊による電柱傾斜（福島県福島市）

写真2.2.1-19　配電設備被害（電柱傾斜）（資料②）

津波で流された漁船による電柱折損（宮城県石巻市）

写真2.2.1-20　配電設備被害（電柱折損）（資料②）

写真2.2.1-21　配電設備被害（電柱沈下）（資料②）

(3)　東京電力㈱福島第一原子力発電所の被害

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震によって、運転中の東京電力福島第一原子力発電所（以下「原子力発電所」は「原発」と略す）の各原子炉（分解点検中の 4 号機、定期検査中の 5 号機と 6 号機を除く 1ー3 号機）は自動的に制御棒が上がり緊急停止した（原子炉スクラム）。また、発電所への送電線が地震の揺れで接触・干渉・ショート・切断したり、変電所や遮断器など各設備が故障したり、送電線の鉄塔 1 基が倒壊したりしたため、外部電源を失った。非常用ディーゼル発電機が起動したものの、地震の約 50 分後、遡上高 14 m - 15 m の津波が発電所を襲い、地下に設置されていた非常用ディーゼル発電機が海水に浸かって故障した。電気設備、ポンプ、燃料タンクなど多数の設備が損傷し、全交流電源喪失状態に陥った。このため冷却用ポンプを稼働できなくなり、原子炉内部や、核燃料プールへの送水が不可能となり、核燃料の溶融が発生した。点検中の 4ー6 号機を除く 1ー3 号機とも、核燃料収納被覆管の溶融によって核燃料ペレットが原子炉圧力容器（圧力容器）の底に落ちる炉心溶融が起き、溶融した燃料集合体の高熱で、圧力容器の底に穴が開くこと、または制御棒挿入部の穴およびシールが溶解損傷して隙間ができたことで、溶融燃料の一部が原子炉格納容器に漏れ出し、燃料の高熱そのものや、格納容器内の水蒸気や水素などによる圧力の急上昇などが原因となり、一部の原子炉では格納容器の一部が損傷に至ったとみられた。また、1ー3 号機ともメルトダウンの影響で水素が大量発生し、側壁のブローアウトパネルを開放した 2 号機以外は原子炉建屋、タービン建屋各内部に水素が充満、水素爆発を起こして原子炉、タービン各建屋及び周辺施設が大破した。

写真2.2.1-22　福島第一原子力発電所全景（資料③）

3)　電力設備震災被害のまとめ

電力設備の震災被害について東北電力㈱管内の被害を中心に調査したが、他のインフラ施設同様に津波の影響により甚大な被害を受けていることがわかる。

現在、原子力発電所は防潮堤の嵩上げを中心とした津波対策工事を実施しているものの、津波の到達高さの設定が二転三転するなかで津波対策工事にも支障をきたしていることが容易に想像できる。

送電鉄塔等も津波により倒壊や折損等が発生し、広域に亘る停電を引き起こす原因になっている。津波の影響を受ける地域では共同溝の整備を推進し、電力幹線の被災を無くすことを検討する必要があるものと考える。加えて、電柱や電線等の配電設備に関しても、沿岸部は地下化の検討も必要になる。

参考文献および参考資料

1)「電気設備地震対策 WG 報告書の概要について」
平成 24 年 3 月　経済産業省
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/genshiryoku/denryokuanzen_jishin_wg/report_001_01.pdf

2)「東日本大震災における東北電力㈱の被害概要および対応状況」
東北電力株式会社
http://www.win-japan.org/activity/pdf/winj11_itoh.pdf

3)「福島第一原発事故とその影響」
平成 23 年 6 月 28 日　　国立国会図書館
http://www.ndl.go.jp/jp/data/publication/issue/pdf/0718.pdf

2.2.2　ガス関連施設

1)　はじめに

ガス事業者は、ガス事業法に基づく許可により、供給区域内の需要家に対し導管によりガス（主に天然ガス）を供給する一般ガス事業と、供給地点群の需要家に対し簡易なガス発生設備（特定ガス発生設備）を用いて導管によりガス（主にＬＰＧ）を供給する簡易ガス事業が存在する。これらの事業の製造方式と供給形態を表-1 に示す。この他に、ガス事業法において「ガス事業者」は、ガス導管事業者及び大口ガス事業者が含まれる。ガス導管事業は、自らが維持し、及び運用する特定導管（一定規模以上の導管)により、大口供給等の事業を行う者のうち、一般ガス事業者や簡易ガス事業者に該当する者を除いた者をいう。

本節の調査対象は、表 2.2.2-1 の製造および供給に関連したガス関連施設およびガス導管事業に関連した施設について被害調査を行った。調査は、経済産業省や日本ガス協会の公開資料を中心に行った。

表2.2.2-1　ガス事業の概要

一般ガス事業		簡易ガス事業	
製造方式	供給形態	製造方式	供給形態
液化天然ガス（ＬＮＧ）やＬＰＧ等を主原料として、大規模な設備を用いてガスを製造。	供給区域を設定し、効率的な導管網を整備することにより、その規模の経済性を発揮しつつ、一般の需要に応じ導管によりガスを供給。	液化石油ガス（ＬＰＧ）ボンベを集中する等の簡易な設備を用いてガスを製造。	一定規模（７０戸以上）の団地等に供給地点を設定し、一般の需要に応じ、導管によりガスを供給。

調査資料を以下に示す。

①「エネルギー白書２０１１」　　経済産業省資源エネルギー庁
　第１章　東日本大震災によるエネルギーを巡る課題と対応
　　第２節　都市ガス

②「インフラ等の被害・復旧状況（岩手県，宮城県，福島県中心)」（平成 24 年 1 月 31 日現在）内閣府・被災者生活支援チーム

③「東日本大震災における都市ガス供給の災害対策検討報告書」
　総合資源エネルギー調査会　都市熱エネルギー部会　ガス安全小委員会　災害対策ワーキンググループ

④「資料 3-1　東北地方太平洋沖地震におけるガス供給に係る被害とその対策について（第 1 回災害対策 WG における検討の概括)」　経済産業省
　総合資源エネルギー調査会都市熱エネルギー部会ガス安全小委員会（平成 23 年度第 2 回）及び同小委員会災害対策ワーキンググループ（第 2 回）合同会議 - 配付資料

⑤「資料 3-2　東北地方太平洋沖地震で得られた知見を踏まえた都市ガス保安の課題と対応策（案)」　　経済産業省
　総合資源エネルギー調査会都市熱エネルギー部会ガス安全小委員会（平成 23 年度第 2 回）及び同小委員会災害対策ワーキンググループ（第 2 回）合同会議 - 配付資料

⑥「東日本大震災による都市ガス供給の復旧状況について」(平成 23 年 5 月 4 日 10:00 現在）（一社）日本ガス協会

⑦「平成 23 年東北地方太平洋沖地震による一般ガス事業者の被害状況」（平成 23 年 8 月 4 日）（一社）日本ガス協会

⑧「平成 23 年度東北地方太平洋沖地震による簡易ガス事業の被害形態」（平成 23 年 8 月 4 日）（一社）日本コミュニティーガス協会

⑨「東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策について」（平成 24 年 6 月）
　経済産業省　原子力安全・保安院　ガス安全課

⑩「東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策検討報告書の要点」
　総合資源エネルギー調査会 都市熱エネルギー部会 ガス安全小委員会
　災害対策ワーキンググループ

⑪「都市ガスの復旧について」　　2011 年 11 月号　　建設マネジメント技術

2) 調査結果

(1) 被害概要

都市ガス事業等においては、震災による津波や液状化等によりガスの製造設備や供給設備（導管等）が破損した。供給設備の被害は過去の震災においてもあったが、今回の東日本大震災では、津波により一部の製造設備が機能停止にまで陥った。特に、沿岸部にあった仙台市ガス局の LNG 基地（LNG タンカーから受け入れた LNG を貯蔵・気化させて都市ガスとして供給する施設）は津波で被災し、主要な電気設備が冠水するとともに、護岸の一部が流される等の甚大な被害が生じた。大規模な需要をまかなう LNG 基地が長期にわたり機能停止に追い込まれることになったのは初めてである。

写真2.2.2-1　都市ガス事業者の被災状況

出典：「エネルギー白書２０１１」　　経済産業省資源エネルギー庁

津波被害により、復旧に 1 年近い期間を要することが見込まれていた仙台市ガス局の LNG 基地に代わり、新潟からの広域天然ガスパイプラインを用いた代替供給により、仙台市ガス局管内、塩釜ガス株式会社管内の供給再開作業が可能となった。結果として、大震災から 1 ヶ月強で復旧を完了させることができた。

図 2.2.2-1　新潟―仙台間の広域天然ガスパイプライン

出典：「エネルギー白書２０１１」　　経済産業省資源エネルギー庁

震度 5 弱以上を観測した地域において都市ガスを供給している一般ガス事業者は、77 事業者であり、その供給区域は、都道府県単位で 15 都県になる。このうち、地震や津波により供給停止に至った事業者は、8 県・16 事業者に上る。

ガスの供給停止の発生は、東北地方および北関東地方を中心に約 46 万戸、復旧対象戸数は約 40 万戸に及んだ。特に、仙台市ガス局の LNG 基地の被災により、仙台市ガス局の供給区域では、約 31 万戸への復旧作業が必要となった。

また、簡易ガス事業では、7 県の団地で供給停止が生じ、復旧対象戸数は約 1 万 8 千戸に及んだ。

表2.2.2-2　都市ガス供給の被害概要

出典：「東日本大震災における都市ガス供給の災害対策検討報告書」
総合資源エネルギー調査会

		一般ガス事業[3]		簡易ガス事業[4]	ガス導管事業[5]
被害を受けた事業者数		供給停止 16 社（8 県）	その他 61 社（15 都県）（注2）	37 社 74 地点群（7 県）	2 社（2 県）
供給停止戸数		462,528	なし	19,466	2（注7）
ガスホルダー		被害なし（注3）	被害なし	—	—
導管（注1）	高圧[6]	被害なし	被害なし	—	被害なし
	中圧[7]	13 箇所（注4）	9 箇所（注5）	—	—
	低圧[8]（注6）	679 箇所（本支管） 6,726 本（供内管）	95 箇所（本支管） 406 本（供内管）	154 箇所（本支管） 179 本（供内管）	—
製造所		・津波によるＬＮＧ基地等の損傷・浸水（電気・計装設備、地上配管等）（5 事業者） ・管理建屋浸水（4 事業者） ・護岸コンクリートの破損（1 事業者）	被害なし	・特定製造所建屋被害（6 カ所）：全壊は 2 カ所 ・同内部被害（10 カ所）：9 カ所で容器転倒	・建屋浸水（1 事業者） ・電気設備冠水（2 事業者）

注１：導管の被害数は、漏えい箇所数
注２：震度５弱以上で供給継続を実施した事業者数
注３：球形ガスホルダーの支持構造部及び基礎の損傷（１事業者）があったが、本体耐圧部の損傷及びガス漏えいなし。有水式ガスホルダーのガイドローラー部の外れ等（３事業者）があったが、気密性は維持され、ガス漏えいなし。
注４：１３箇所のうち１０箇所については、導管のループ化等により供給停止なし。
注５：被害箇所の前後を遮断したものの、導管のループ化等により９箇所全てにおいて供給停止なし。
注６：導管のループ化等により供給停止を伴わないものも含む。
注７：ガス事業法に基づく供給先の停止数

表2.2.2-3　県別の都市ガス供給の被災状況

出典：「東日本大震災による都市ガス供給の復旧状況について」　（一社）日本ガス協会

		復旧対象戸数 ① ＊1	本日復旧戸数	累積復旧戸数 ②	残りの復旧対象戸数 ①－②	累積復旧率
１６事業者合計		401,976	266	401,976	0	100.0%
県別内訳	宮城	328,687	266	328,687	0	100.0%
	青森　＜3/16復旧完了＞	1,236	－	1,236	0	100%
	岩手　＜4/11復旧完了＞	6,342	－	6,342	0	100%
	福島　＜4/15復旧完了＞	18,655	－	18,655	0	100%
	茨城　＜3/24復旧完了＞	37,597	－	37,597	0	100%
	埼玉　＜3/12復旧完了＞	150	－	150	0	100%
	千葉　＜3/30復旧完了＞	8,889	－	8,889	0	100%
	神奈川＜3/13復旧完了＞	420	－	420	0	100%

＊１：「復旧対象戸数」とは、供給停止戸数から、地震・津波による家屋倒壊等が確認された戸数を差し引いたもの

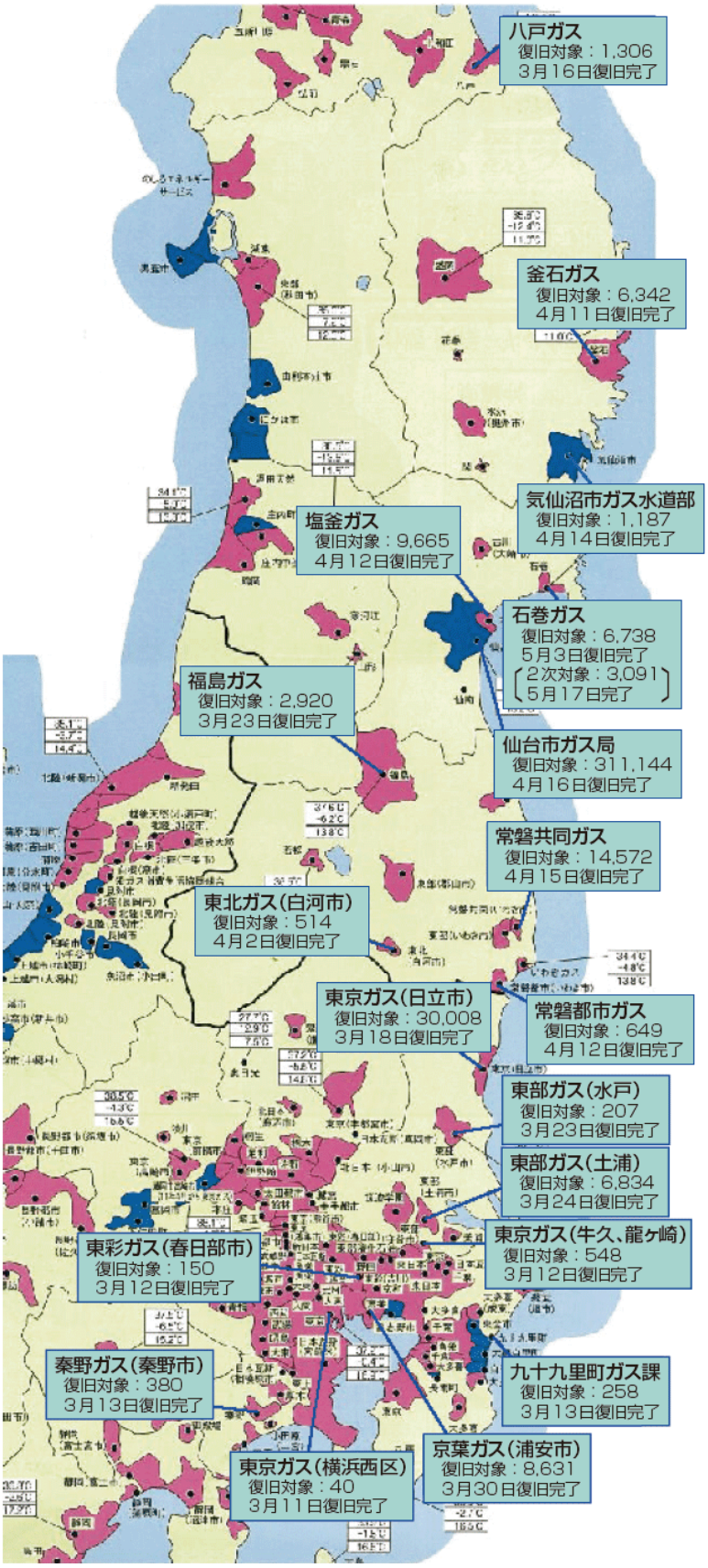


図2.2.2-2　　震災による都市ガス供給への影響

出典：「エネルギー白書２０１１」　　経済産業省資源エネルギー庁

(2)一般ガス事業者の被害

(a)　製造設備・ガスホルダーの被害

これまで地震による製造設備の被害は無かったが、津波により初めて製造設備の被害を記録した。

LNG 受入設備の損傷により、LNG 供給が途絶し、供給確保の問題（都市ガス供給の機能被害）が顕在化した。

表2.2.2-4　製造設備・ガスホルダーの被害概要①

出典：「資料 3-1　東北地方太平洋沖地震におけるガス供給に係る被害とその対策について（第 1 回災害対策 WG における検討の概括）」　経済産業省

製造所等の設備類	地震による被害	津波による被害
配管・架構	なし	杭のない基礎の配管・架構類の一部は損傷。 杭のある基礎の配管・架構類は健全。
気化器等のガス発生設備	なし	中圧気化器が損傷（3事業所） 高圧気化器はほぼ健全
電気設備	なし	浸水により故障（4事業所）
LNG貯槽・LPG貯槽	なし	津波による漂流物との接触による塗装剥離程度の被害。本体健全。
ガスホルダー	○ 球形ガスホルダーのうち、支持部材が損傷したものがあった、耐圧部に損傷はなくガス漏洩もなかった。 ○ 有水式ガスホルダーのうち、ガイドローラーが外れたものがあったが、これに伴うガス漏えいはなかった。	津波による浸水地域のガスホルダーの所在 石巻市　浸水2基／全2基　被害なし 仙台市　浸水3基／全8基

表2.2.2-5　製造設備・ガスホルダーの被害概要②

出典：「平成 23 年東北地方太平洋沖地震による一般ガス事業者の被害状況」（一社）日本ガス協会

	地震による被害状況	津波による被害状況
配管・架構類	フランジ部から微量のガス漏洩(1事業所) 気化器用温水配管からの漏洩(1事業所)	杭のない基礎の配管・架構類が損傷 杭基礎の配管・架構類は健全
ガス発生設備	被害なし	中圧の気化器が損傷(3事業所) 高圧の気化器はほぼ健全
電気設備	被害なし 	浸水により故障（4事業所） 気密性のある建屋内部への浸水はほとんどなし
建屋 構造物	壁の一部ひび割れ程度（各事業所）	浸水（各事業所） 強度部材（柱、梁）は概ね健全
LNG貯槽 LPG貯槽	被害なし 	塗装剥離程度はあったが、本体は健全
ガスホルダー	一部、支持部材が損傷したが、耐圧部に損傷はなくガス漏洩もなかった	被害なし

ガス発生設備は、地震の被害は無かった。津波被害については、津波、漂流物の衝突により中圧の気化器が損傷した。

写真2.2.2-4　　製造設備被害状況　～ガス発生設備～

出典：「平成 23 年東北地方太平洋沖地震による一般ガス事業者の被害状況」（一社）日本ガス協会

電気設備は、地震の被害が無く、津波による浸水被害が生じた。

写真2.2.2-5　製造設備被害状況　～電気設備～

出典：「平成 23 年東北地方太平洋沖地震による一般ガス事業者の被害状況」（一社）日本ガス協会

建屋・構造物は、地震により壁の一部にひび割れが発生した程度であった。津波被害については、建屋の扉または換気口から室内に浸水し、内部の設備が損傷した。しかし強度部材（柱、梁）はおおむね健全で、気密性のある建屋にはほとんど浸水被害が無かった。

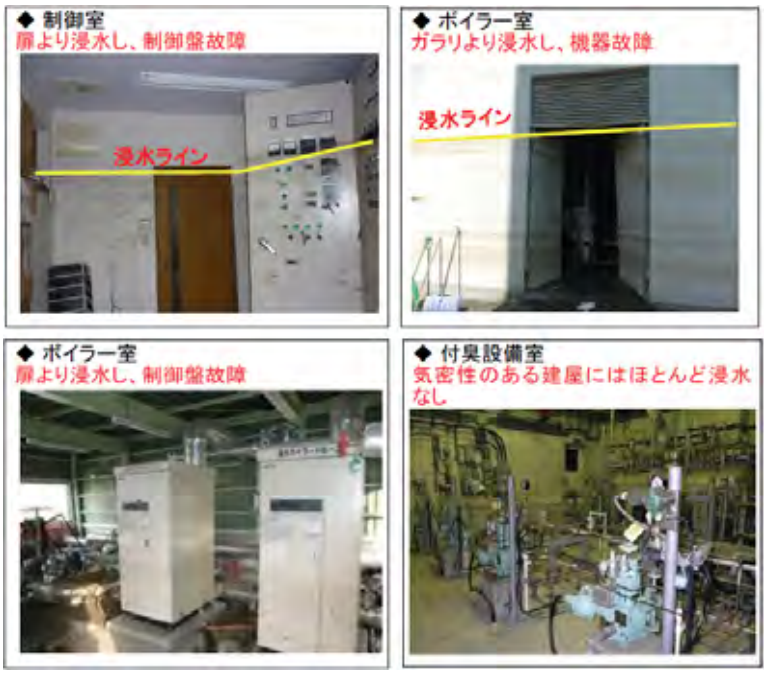


写真2.2.2-6　製造設備被害状況　～建屋・構造物～

出典：「平成 23 年東北地方太平洋沖地震による一般ガス事業者の被害状況」（一社）日本ガス協会

LNG 貯槽および LPG 貯槽は、地震の被害は無かった。津波被害についても、漂流物の衝突による塗装剥離は見受けられるが、本体自体は健全であった。

写真2.2.2-7　　製造設備被害状況　～LNG・LPG貯槽～

出典：「平成 23 年東北地方太平洋沖地震による一般ガス事業者の被害状況」（一社）日本ガス協会

球形ガスホルダーは、地震により一部、支持部材が損傷した。津波の被害は無かった。なお、耐圧部に損傷はなくガス漏洩も無かった。

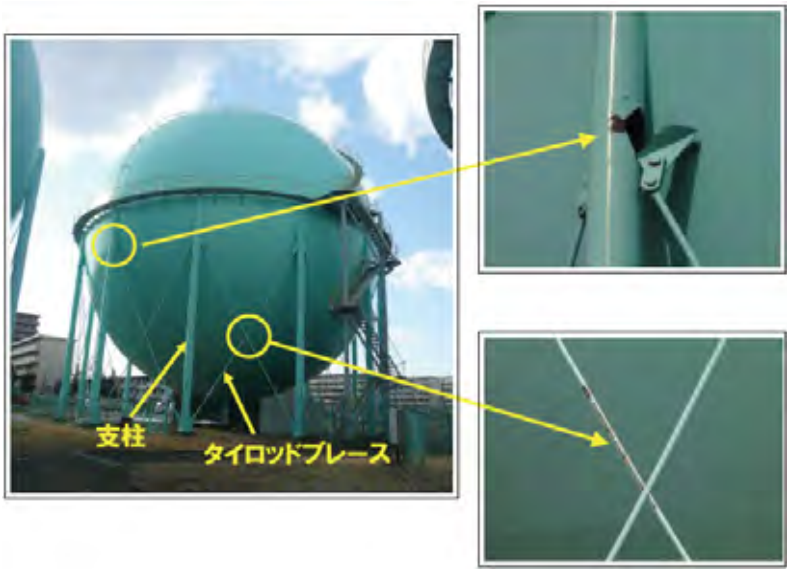


写真2.2.2-8　　球形ガスホルダー被害状況

出典：「平成 23 年東北地方太平洋沖地震による一般ガス事業者の被害状況」（一社）日本ガス協会

有水ガスホルダーは、地震によりローラーがガイドから外れたが、耐圧部に損傷はなく、ガス漏洩も無かった。

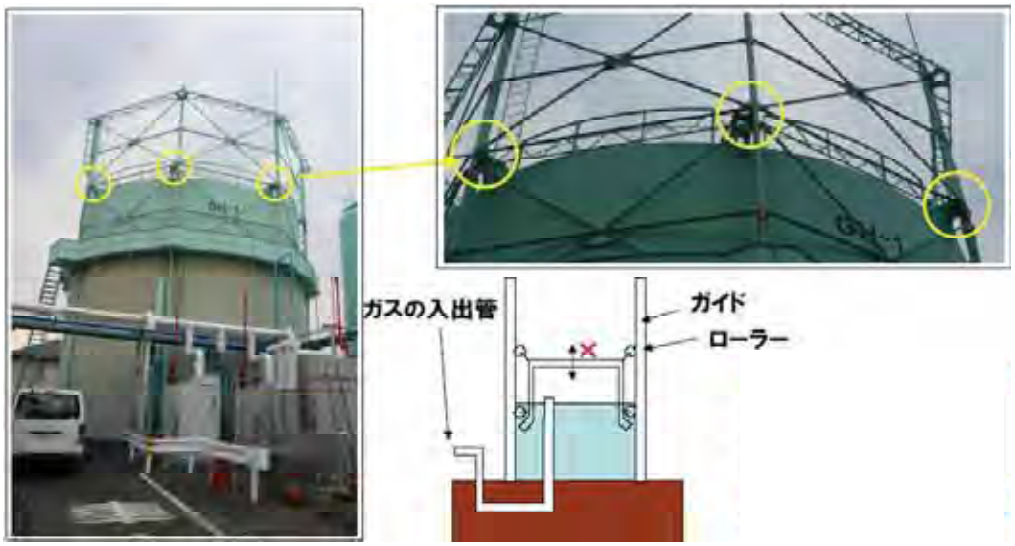


写真2.2.2-9　　有水ガスホルダー被害状況

出典：「平成 23 年東北地方太平洋沖地震による一般ガス事業者の被害状況」（一社）日本ガス協会

(b)供給設備の被害

供給設備の被害は、高圧導管については報告されておらず、中圧導管についてはフランジ継手部からの漏洩や溶接継手部の損傷が殆どであり 20 箇所程度である。低圧導管の被害は、地震動によるものが大半を占め、地盤変状や斜面崩壊などの影響を含めて 773 箇所であった。

表2.2.2-6　　供給設備の被害概要

出典：「平成 23 年東北地方太平洋沖地震による一般ガス事業者の被害状況」（一社）日本ガス協会

圧力	延長 （5弱以上の一般ガス事業者の合計）	地震による被害状況(*2)		津波による被害状況(*2)
		地震動	液状化	
高圧	827km	被害なし	被害なし	被害なし
中圧	合計　11,636km 中圧A合計　5,513km 中圧B合計　6,123km	・継手部（フランジ等）　13箇所 ・溶接部（非裏波溶接）(*3)　2箇所 ・溶接部（施工不良）　2箇所 ・ガバナ計装配管　2箇所 ・沈下吸収管　1箇所 計：20箇所	被害なし	・漂流物衝突による被害　2箇所 計：2箇所
低圧（本支管）	合計　78,517km ねじ継手以外　21,427km ねじ継手　9,576km 抜出防止有　16,459km 抜出防止無　2,881km 塩ビ管　244km PE管　27,929km	・継手部（ねじ接合）　428箇所 ・継手部（機械的接合、抜出防止有）　27箇所 ・継手部（機械的接合、抜出防止無）　135箇所 ・その他（塩ビ管、継手部以外）　80箇所（塩ビ管：66箇所） 計：670箇所	・継手部（ねじ接合）　22箇所 ・継手部（機械式接合、抜出防止有）　79箇所 ・継手部（機械式接合、抜出防止無）　2箇所 計：103箇所	・橋梁破損に伴う添架接続部　1箇所 （その他不明）
低圧（供内管）	対象戸数　約1,400万戸	計：7,132箇所	調査中	不明

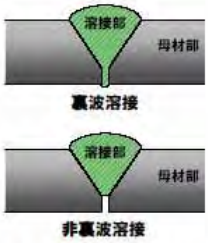
＊1　供給設備の被害に伴う二次災害は、復旧地区・復興地区ともになし
＊2　被害状況は、把握可能な範囲に限り、今後復興計画に基づき整備される地区等、把握が困難な範囲は除く
＊3　昭和37年以前に用いられた溶接方法であり、溶融した金属が溶接した面の裏側まで溶け込んでいないもの

表2.2.2-7　　低圧本支管の被害形態別の被害状況

出典：「資料 3-1　東北地方太平洋沖地震におけるガス供給に係る被害とその対策について（第 1 回災害対策 WG における検討の概括）」　経済産業省

被害形態（被害イメージ［注］）／継手形状等		被害箇所数				
		地震による被害				津波
		地震動	地盤変状	斜面崩壊	液状化	
継手部（ねじ接合）		388	33	7	22	橋梁破損に伴う添架管接続部の破損　1箇所 （その他不明）
継手部（機械的接合、抜出防止有り）		26	1	なし	79	
継手部（機械的接合、抜出防止なし）		127	8	なし	2	
その他	塩ビ管	47	3	なし	なし	
	上記以外の継手部、継手部以外	30	なし	なし	なし	
合計		618	45	7	103	不明

溶接部（非裏波溶接）の損傷



（参考）裏波溶接と非裏波溶接の違い

漂流物（浚渫船）の衝突による中圧導管の損傷

（左写真は損傷した送水管と添架ガス管、右写真は衝突後更に上流側の橋梁で停止した浚渫船）

写真2.2.2-10　　供給設備被害状況　～中圧導管～

出典：「平成 23 年東北地方太平洋沖地震による一般ガス事業者の被害状況」（一社）日本ガス協会

地震による土砂崩壊に伴い露出した
中圧導管（溶接鋼管）

津波による路盤洗掘に伴い露出した
中圧導管（溶接鋼管）
（低圧導管（ねじ接合）は抜けたものの、中圧導管（溶接鋼管）は健全性を保持）

写真2.2.2-11　　供給設備健全事例　～中圧導管～

出典：「平成 23 年東北地方太平洋沖地震による一般ガス事業者の被害状況」（一社）日本ガス協会

継手部（ねじ接合）の損傷（地震動による被害）

継手部（機械式接合（抜出防止有））の損傷（液状化による被害）

写真2.2.2-12　　供給設備被害状況　～低圧導管～

出典：「平成 23 年東北地方太平洋沖地震による一般ガス事業者の被害状況」（一社）日本ガス協会

地震により造成盛土が崩壊し、立入禁止となった
家屋における内管（PE管）
（急傾斜地のため地盤変状が大きかったものの、PE管は健全性を保持）

液状化地区における低圧導管（PE管）

写真2.2.2-13　　供給設備健全事例　～低圧導管～

出典：「平成 23 年東北地方太平洋沖地震による一般ガス事業者の被害状況」（一社）日本ガス協会

(c)地盤の違いによる被害状況（仙台市）

仙台市の供給区域内における本支管の被害箇所分布図は、「ガス本支管被害箇所図」のとおりである。被害は主に昭和 40 年代から 50 年代初めにかけて丘陵地を切盛土して造成された団地の白ガス管のねじ接合部に集中している。ねじ接合による白ガス管は造成地だけでなく旧市街地にも埋設されていたが被害はほとんどなく、地盤によって被害状況が大きく異なる。

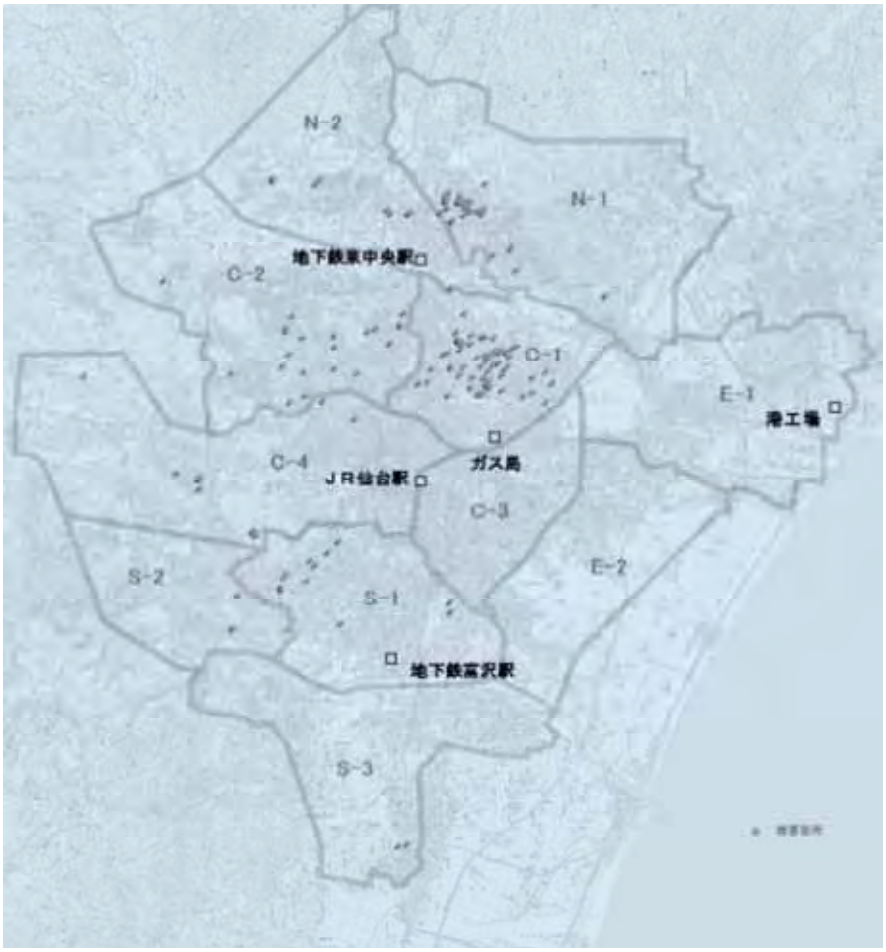


図2.2.2-3　　ガス本支管被害箇所図

出典：「都市ガスの復旧について」　　建設マネジメント技術

(3) 簡易ガス供給の被害

簡易ガス供給については、震度 5 弱以上を観測した地域において 1,858 の地点群があり、うち 74 地点群でガス工作物の損傷等の被害により供給が停止した（図-　および表-　参照）。

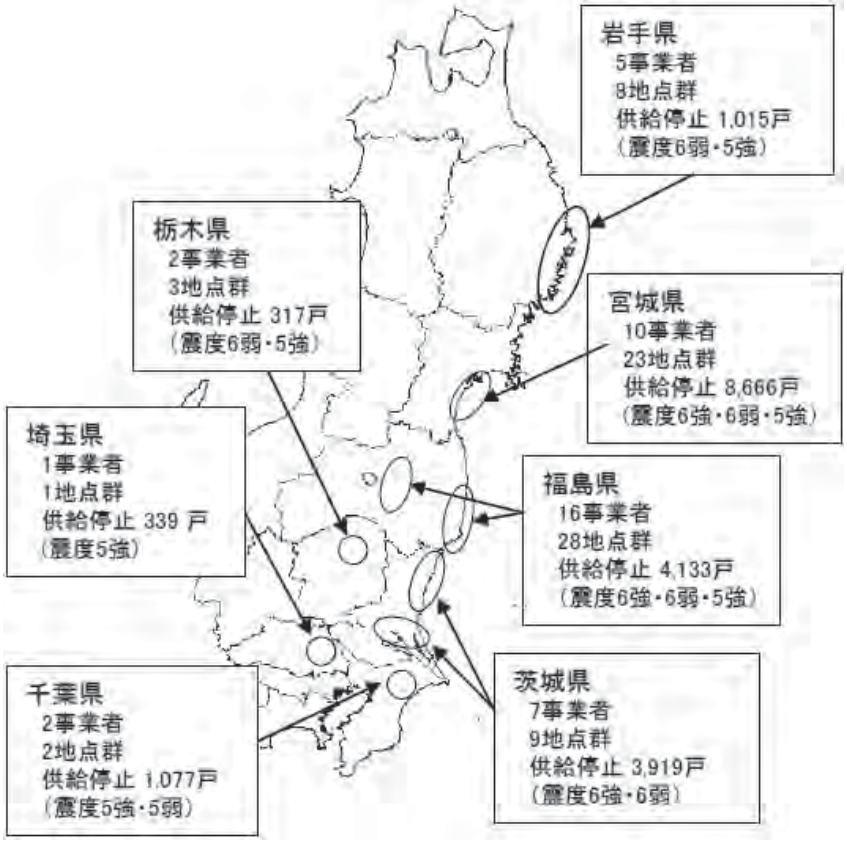


図2.2.2-4　　簡易ガス事業の供給停止状況

出典：「平成 23 年度東北地方太平洋沖地震による簡易ガス事業の被害形態」
（一社）日本コミュニティーガス協会

表2.2.2-8　　震度５弱以上の簡易ガス団地の被害状況

出典：「東日本大震災における都市ガス供給の災害対策検討報告書」総合資源エネルギー調査会

	地点群数	許可地点数
供給継続	1,461	377,517
感震自動ガス遮断装置作動 （ガス工作物に被害なし）	323	83,675
供給停止 （ガス工作物損傷等）	74	32,713 [19,466]*
合計 （震度５弱以上の全数）	1,858	493,905

*[　]内の数字は、現にガスを供給している需要家数。

(a)　特定製造所の被害

(イ)　地震による被害

特定製造所に被害のあった簡易ガス団地は、18 地点群であった。このうち、復旧が調査時点（5 月 5 日）で完了していた 11 地点群と、壊滅的被害で住民が避難中であったものの、被害状況が判明した 2 地点群を加えた 13 地点群の被害状況をみると、内部設備のみの被害であった 3 地点群を含めた 5 地点群が地震による被害であった。特定製造所における被害箇所は、全てシリンダー容器庫の被害であり、バルク貯槽やストレージタンクの被害はなかった。

また、5 地点群のうち、内部設備に被害を受けたものが 4 地点群あり、そのうちシリンダー容器が転倒した地点群は 3 地点群あったが、いずれも高圧ホースは破断しておらず、ガス漏えいは発生しなかった。なお、シリンダー容器が転倒した 3 地点群のうち、1 地点群は高圧ホースがガス放出防止型であった。

(ロ)　津波による被害

津波により特定製造所が被害を受けた簡易ガス団地は、7 地点群であり、その被害箇所は、地震同様、全てシリンダー容器庫であった。当該 7 地点群中 6 地点群は内部設備の被害を伴うものであったが、シリンダー容器が流出した箇所も 2 地点群あった。なお、このシリンダー容器流出について、全て回収できたのは、1 地点群であった。

(ハ)　液状化による被害

液状化による被害を受けた簡易ガス団地は 1 地点群である。内部設備に被害はなかったものの、特定製造所の建物の床や壁にひび割れが生じた。

表2.2.2-9　　シリンダー容器庫の被害箇所

出典：「東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策について」　経済産業省

（単位：地点群）

被害箇所 / 被害要因	建物のみ	内部設備のみ	建物及び内部設備	合　計
津波	1	4	2	7
地震動	1	3	1	5
液状化	1			1
合　計	3	7	3	13※

表2.2.2-10　シリンダー容器庫建物の被害内容

出典：「東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策について」　経済産業省

（単位：地点群）

被害内容 / 被害要因	全壊	半壊	一部損傷	合　計
津波	2		1	3
地震動		1	1	2
液状化			1	1
合　計	2	1	3	5

表2.2.2-11　　シリンダー容器庫内部設備の被害内容

出典：「東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策について」　経済産業省

（単位：地点群）

被害内容 / 被害要因	容器流出	容器転倒	高圧ホース損傷	集合装置損傷	調整装置作動不良
津波	2	6	4	3	4
地震動		3		2	
液状化					
合　計	2	9	4	5	4

津波により建物に被害を受けた特定製造所の状況

地震動により建物に被害を受けた特定製造所の状況

津波で容器が転倒した特定製造所内の状況

写真2.2.2-14　　特定製造所の被害の状況

出典：「東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策について」　経済産業省

(b)供給設備の被害

導管のうち本支管に被害を受けた簡易ガス団地は、44 地点群であった。当該地点群の導管延長約 350km において、154 件の被害があった。供給管・内管に被害を受けた簡易ガス団地は、45 地点群であった。当該地点群の供給管・内管本数 24,473 本において、179 件の被害があった。

導管の被害のほとんど（本支管については、154 件中 128 件、供給管・内管については、179 件中 156 件）は、地震動や液状化による鋼管のねじ接合の継手部の損傷であった。

なお、本支管（呼び径 50A）で 3 件、供給管・内管で 4 件の PE 管の被害が報告された。いずれの損傷箇所も地震により PE 管を埋設した盛土部の道路や宅地が崩壊したため、PE 管の強度を遙かに超える力が作用したことが原因である。

表2.2.2-12　本支管の被害状況

出典：「東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策について」　経済産業省

（単位：箇所）

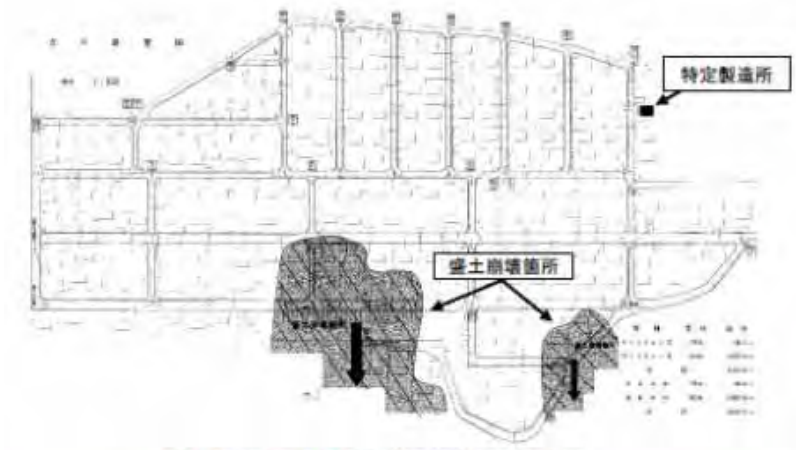
管種	被害箇所区分	被害形態					合計
		地震動	地盤変状	斜面崩壊	液状化	津波	
鋼管	ねじ接合部	94	25	2	7		128
	機械的継手部（抜出防止有り）		3		10		13
	その他	7			1	2	10
PE管	母管			3			3
合計		101	28	5	18	2	154

表2.2.2-13　供給管・内管被害状況

出典：「東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策について」　経済産業省

（単位：本）

管種	被害箇所区分	被害形態					合計
		地震動	地盤変状	斜面崩壊	液状化	津波	
鋼管	ねじ接合部	82	37	5	32		156
	機械的継手部（抜出防止有り）		7				7
	その他	10			2		12
PE管	母管			4			4
合計		92	44	9	34		179



簡易ガス団地の導管図（許可地点数248地点）

ポリエチレン管損傷事例（50A）

ポリエチレン管損傷事例（50A）

図2.2.2-5　盛土崩壊によるポリエチレン管の被害の状況

出典：「東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策について」　経済産業省

(4)　ガス導管供給の被害（資料③より）

今回の震災で甚大な被害を受けた東北地方における主なガス導管事業者による供給ネットワークには、JX 日鉱日石エネルギー(株)八戸 LNG 基地、石油資源開発(株)新潟～仙台ライン（新潟市～仙台市）及び福島ライン（白石市～郡山市）、東北天然ガス(株)山形ライン（宮城県七ケ宿町～山形市）があり、そのうち 2 事業者で供給先に対するガス供給が停止した。

JX 日鉱日石エネルギー(株)八戸 LNG 基地では、津波により温水ボイラーのバックアップ用電源装置が停止し、温水ボイラーのガス遮断弁の不具合が確認され、ガスの送出が停止した。その後、部品の交換等を行い、地震発生から 3 日後の 3 月 14 日午前零時に供給先へのガス送出が再開された。

石油資源開発(株)新潟～仙台ラインでは、仙台パイプライン事業所において、地震により無線通信機が落下して破損し、津波により電気設備・監視制御設備・分析装置などが冠水及び流出した。また、基礎部分の洗掘によりフィルター設備が傾いた。しかしながら、配管やラインヒーターなどの主要な設備は大きな被害を受けなかったことから、仮設装置の設置や修理により、3 月 23 日に供給先へのガス送出が再開された。

津波の被害を受けた石油資源開発(株)仙台パイプライン事業所のバルブステーション（天然ガス供給の中継地点においては、都市ガス事業者や需要家に送る天然ガスの流量や圧力の調整及びガス遮断装置を備えた施設）は、隣接している製油所の大規

模火災により地震発生後しばらくの間立入禁止措置がとられたため、同施設の被害状況の把握ができず、修繕計画が立てられなかったが、3 月 16 日に立入禁止が解除されたため、直ちに被害状況の確認及び復旧作業に取りかかり、23 日に仮復旧を完了した。供給先である東北電力(株)（新仙台火力・仙台火力）の損傷が激しく、復旧には相当程度の時間がかかると見込まれたため、仙台市ガス局への供給を最優先としガスの供給を同日開始した。

また、新潟～仙台ラインの被害状況を確認した結果、宮城県道南蔵王・七ヶ宿線において、道路陥没によりパイプラインが約 37m 露出していることが判明したが、ガスの漏えいはなくパイプラインの健全性を確認した。

3) 調査結果のまとめ

今回の震災では、津波により初めて一部の製造設備が機能停止にまで陥った。また、ガス関連施設の地震動による被害は、製造所における微少漏えいを除き

ＬＮＧ貯槽をはじめとする製造設備、高圧ガスについては、過去の地震時同様、被害は無かった。低圧ガス導管は、ポリエチレン管等耐震性の高い導管の導入促進の結果、被害率（被害箇所数／導管総延長距離）は、過去の震災時に比べ減少した。

ガス関連施設の被害は、地上に設置された施設が多く、浅い地下の施設では地盤変状や斜面崩壊、液状化によるものが見受けられた。

以上より浅い地下の施設は、地盤の変状等に関連して被害を受けていることから、地震時の地盤安定に関する対策を講じることが必要と考えられる。

参考文献および参考資料

1) 経済産業省資源エネルギー庁：平成 22 年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書 2011）
http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2011/index.htm

2) 総合資源エネルギー調査会 都市熱エネルギー部会 ガス安全小委員会 災害対策ワーキンググループ：東日本大震災における都市ガス供給の災害対策検討報告書、平成 24 年 3 月

3) 経済産業省総合資源エネルギー調査会都市熱エネルギー部会ガス安全小委員会（平成 23 年度第 2 回）及び同小委員会災害対策ワーキンググループ（第 2 回）合同会議 - 配付資料：資料 3-1　東北地方太平洋沖地震におけるガス供給に係る被害とその対策について（第 1 回災害対策 WG における検討の概括）、平成 23 年 10 月
http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004482/h2302_03_01.pdf

4) （一社）日本ガス協会：東日本大震災による都市ガス供給の復旧状況について、平成 23 年 5 月 4 日 10:00 現在

5) （一社）日本ガス協会：平成 23 年東北地方太平洋沖地震による一般ガス事業者の被害状況、平成 23 年 8 月 4 日

6) （一社）日本コミュニティーガス協会：平成 23 年度東北地方太平洋沖地震による簡易ガス事業の被害形態、平成 23 年 8 月 4 日

7) 経済産業省 原子力安全・保安院 ガス安全課：東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策について、平成 24 年 6 月

8) 日下智：都市ガスの復旧について、建設マネジメント技術、2011 年 11 月号

2.2.3　上水道関連施設

1)　はじめに

水道は、水道法（昭和 32 年法律第 177 号）において、導管及びその他の工作物により、水を人の飲用に適する水として供給する施設の総体とされ、その種類は、水道事業、専用水道、簡易専用水道及び水道用水供給事業に区分されている。このうち、水道事業は、給水人口が 101 人以上 5,000 人以下のものである簡易水道事業と簡易水道事業以外の水道事業である上水道事業※に区分され、厚生労働大臣又は都道府県知事の認可を受けて水道事業を経営する者（原則市町村）によって水道の管理が行われている。

（※「上水道事業」は、法律用語ではなく、慣用的なものである。）

また、水道用水供給事業（水道事業者に対してその用水を供給する事業）に供する施設は原則地方公共団体が管理主体となっている。

したがって、水道施設（上水道）に関する調査報告は、市町村・地方公共団体などの施設管理者によるものがベースとなっており、国や各協会の調査報告もデータはこれらの調査報告が引用されている。

また、データ以外の現地調査結果などは、目視できる施設損傷と要因推定が中心であり、学術団体の現地調査報告はこれらの列挙が中心となっている。

以上より、本稿における水道施設の損傷状況調査は、以下に示す資料①による調査報告からの抽出を中心に行うものとし、資料②、③、④などの状況報告を補完情報とした。

また、管路施設においては、PE 管（ポリエチレン管）に対して、配水用ポリエチレンパイプシステム協会の調査（資料⑤）により、被害率や損傷要因分析が行われている。

この調査は、資料①の調査対象地域とほとんど重複していないため、データとして別途取り上げることとした。

調査資料を以下に示す。

①「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
平成 23 年 9 月　厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会
http://www.jwwa.or.jp/houkokusyo/houkokusyo_18.html

・対象地域：仙台市、宮城県企業局、石巻地方広域水道事業団、一関市、陸前高田市、郡山市、いわき市
・調査施設：管路施設（導・送・配水本管）、構造物・設備
・調査内容（損傷状況）：施設区分、被害形態、被害要因　他
※上記対象区域の管路および構造物については被害要因を含む詳細な「損傷調査」が行われている。（元データは、自治体・企業者資料より引用）
※被害状況の分析の記述もあり。

②「土木学会東日本大震災被害調査団（地震工学委員会）緊急地震被害調査報告書」
平成 23 年 5 月 9 日　土木学会地震工学委員会
http://committees.jsce.or.jp/report/node/43

・第 10 章水道施設の被害

・対象地域：宮城県･茨城県･千葉県の太平洋沿岸部
・調査施設：水道施設および管路
・調査内容（損傷状況）：特徴を抽出、整理
※特徴的な施設の損傷状況を記述（写真入り）。損傷要因などへの言及は少ない。

③　茨城県企業局ホームページ　東日本大震災情報
・水道施設の被害状況
http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/kigyou/east_earthquake_information/format/001_hisaijousui.pdf
・工業用水水道施設の被害状況
http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/kigyou/east_earthquake_information/format/002_hisaikousui.pdf
※施設の損傷状況を記述。損傷要因など記述はない。

④　東日本大震災「浄水技術等支援チーム」現地調査報告書
平成 23 年 7 月　財団法人水道技術研究センター

http://www.jwrc-net.or.jp/shien-team/20110714_houkoku.pdf
・対象地域：岩手県・宮城県の太平洋沿岸部
・調査施設：浄水施設
・調査内容（損傷状況）：特徴を抽出、整理
※特徴的な施設の損傷状況を記述（写真入り）。損傷要因などへの言及は少ない。

⑤　2011 年東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)水道管路被害調査報告書(ダイジェスト版)　第 1 次～3 次調査
平成 23 年 8 月、平成 24 年 2 月、3 月　配水用ポリエチレンパイプシステム協会

http://www.politec.gr.jp/4.html
・対象地域：岩手県（6 市町村）・宮城県（9 市町）
・調査施設：管路施設
・調査内容（損傷状況）：被害率を集計。①の資料に PE 管データを付加した形式。
※管路施設の損傷状況調査において、資料①の補完資料となる。
※PE 管については、被害要因分析有り。

2) 調査結果

(1) 被害概要

東日本大震災は、1 万 9000 名を超える死傷者・行方不明者を数え、約 28 万戸の住宅の全半壊だけでなく多数の建物崩壊をはじめとして、道路、上下水道、電気、ガス等のライフライン施設へ広範囲にわたる未曾有の被害をもたらした(警察庁発表)。水道については、震源地に近い岩手県、宮城県、福島県の沿岸部における被害が特に大きく、導水管・送水管や多数の配水管の破損等により、宮城県内を中心にピーク時で約 220 万戸の断水被害が発生した。地震の他、岩手県・宮城県沿岸部では津波による被害も甚大であり、断水が長期にわたって継続した。

(2) 管路施設（導・送・配水本管）の被害

(a)宮城県仙台市

仙台市における導・送・配水本管は、口径 75mm～1500mm で、管路総延長は約 473km である。管種別ではダクタイル鉄管の延長が 351km と最も長く、全体の 74%を占めている。次いで鋼管が 111km で全体の 24%を占めている。また、口径別管路延長は呼び径 300 から 450mm で 181km となり、全体の 38%を占める。

主な被害状況は以下のとおりである。

①被害件数は、管路本体が 10 件、付属施設が 43 件であった。被害率は、付属施設を除いて計算すると、平均で 0.02 件/km であった。

②ダクタイル鉄管の被害件数は 9 件であり、被害率は 0.03 件/km であった。主な被害形態は、継手部からの漏水であった。なお、ダクタイル鉄管の耐震継手は、約 130km 布設されていたが被害はなかった。

③鋼管の被害件数は 1 件であり、被害率は 0.01 件/km であった。被害形態は、溶接継手部からの漏水であった。鋼管の溶接継手は、約 111km 布設されていたが、被害は上記の 1 件しかなかった。

④その他の管種については、被害はなかった。

仙台市における導・送・配水本管の口径別被害率と被害件数を図 2.2.3-1、管種別被害率と被害件数を図 2.2.3-2 に、それぞれ示す。

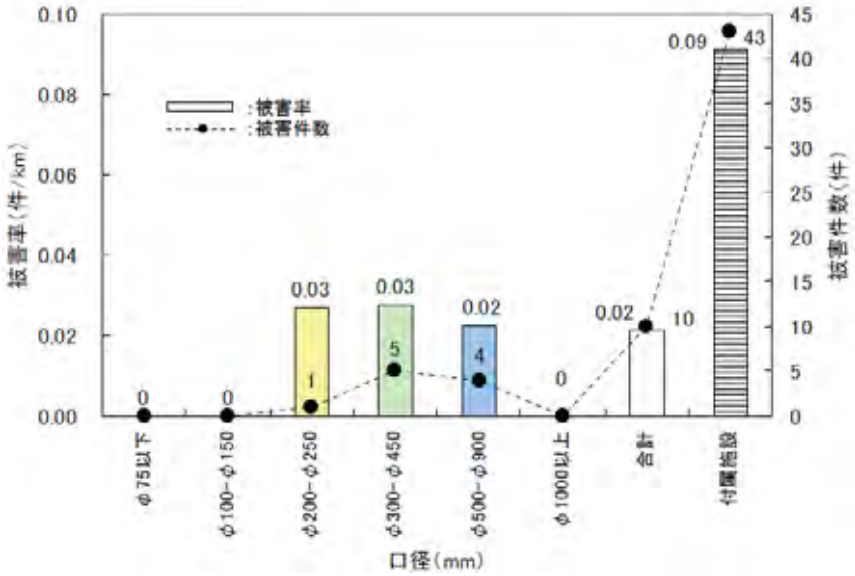


図2.2.3-1　口径別被害率と被害件数（仙台市）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

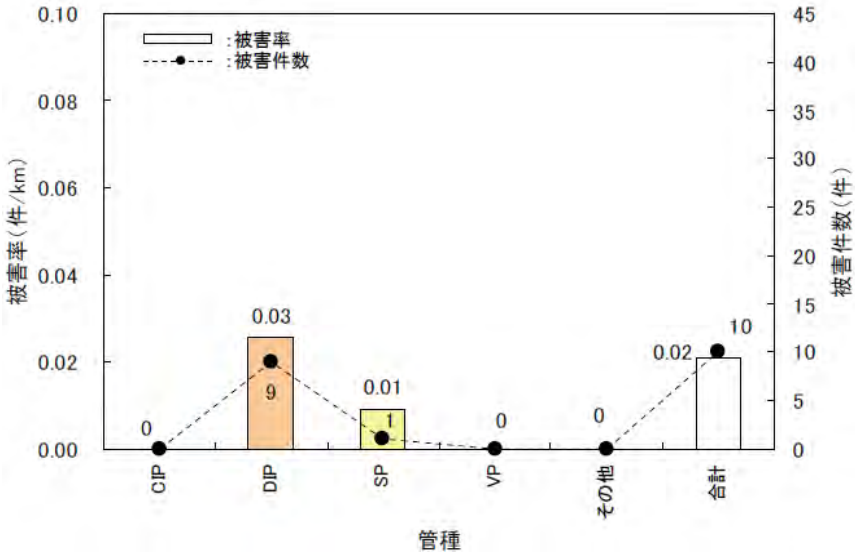


図2.2.3-2　管種別被害率と被害件数（仙台市）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

(b)　宮城県企業局

宮城県企業局における導・送・配水本管は、口径 150mm～2400mm で、管路総延長は約 333km である。管種別ではダクタイル鉄管の延長が 256km と最も長く、全体の 77% を占めている。次いで鋼管が 77km で全体の 23%を占めている。口径

別管路延長は呼び径 500mm から 900mm が 140km と最も多く、全体の 42% を占めている。

主な被害状況は以下のとおりである。

①被害件数は、管路本体が 27 件、付属施設が 9 件であった。被害率は、付属施設を除いて計算すると、平均で 0.08 件/km であった。

②ダクタイル鉄管の被害件数は 23 件であり、被害率は 0.09 件/km であった。主な被害形態は、継手部からの漏水であった。なお、ダクタイル鉄管の耐震継手は、約 56km 布設されていたが被害はなかった。

③鋼管の被害件数は 4 件であり、被害率は 0.05 件/km であった。被害形態は、伸縮可とう管からの漏水であった。なお、鋼管の溶接継手は、約 77km 布設されていたが被害はなかった。

宮城県企業局における導・送・配水本管の口径別被害率と被害件数を図 2.2.3-3、管種別被害率と被害件数を図 2.2.3-4 に、それぞれ示す。

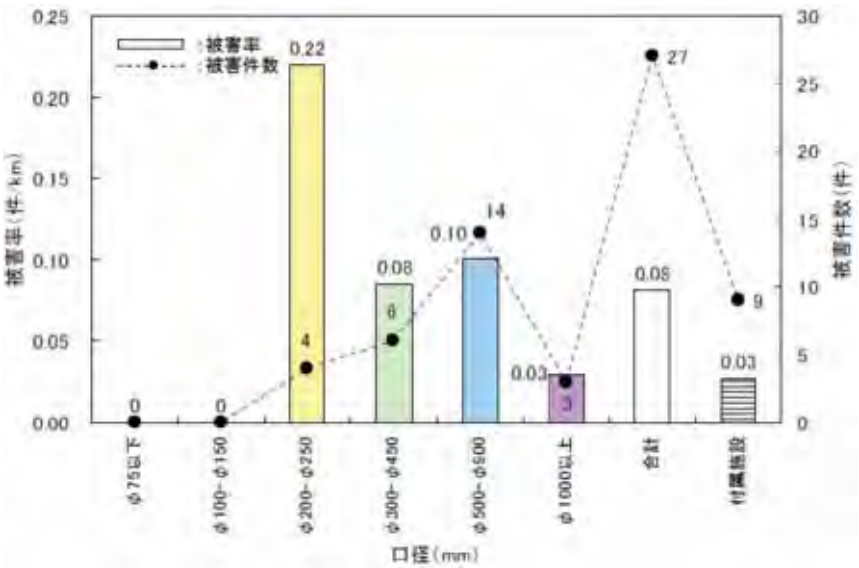


図2.2.3-3　　口径別被害率と被害件数（宮城県企業局）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

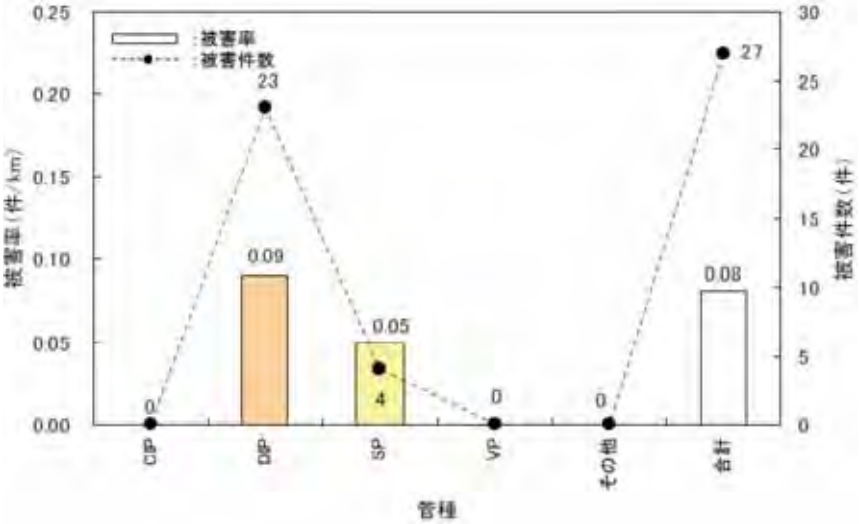


図2.2.3-4　管種別被害率と被害件数（宮城県企業局）（資料①）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

呼び径 2400
ＳＰ 可とう管漏水

呼び径 500
DIPK 形 継手漏水

写真2.2.3-1　漏水状況

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

(C)　宮城県石巻地方広域水道企業団

石巻地方広域水道企業団における導・送・配水本管は、口径 50mm～800mm（以上）で、管路総延長は約 222km である。管種別ではダクタイル鉄管の延長が 169km と最も長く、全体の 76% を占めている。次いで塩化ビニル管が 14km で全体の 7% を占めている。口径別管路延長は呼び径 300mm から 450mm で 55km となり、全体の 25% を占めている。

主な被害状況は以下のとおりである。

①被害件数は、管路本体が 48 件、付属施設が 22 件、津波被害が 3 件であった。被害率は、付属施設と津波被害を除いて計算すると、平均で 0.22 件/km であった。

②鋳鉄管の被害件数は 20 件であり、被害率は 1.51 件/km であった。被害形態は、継手部からの漏水であった。

③ダクタイル鉄管の被害件数は 21 件であり、被害率は 0.12 件/km であった。主な被害形態は、継手部からの漏水であった。なお、ダクタイル鉄管の耐震継手は、約 33km 布設されていたが、被害はなかった。津波により地盤洗掘された現場の耐震継手管の状況を写真 2.2.3-1 に示す。

写真2.2.3-2　　呼び径300NS形　津波による地盤洗掘の状況

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

④鋼管の被害件数は 5 件であり、被害率は 0.37 件/km であった。主な被害形態は、継手部からの漏水であった。なお、鋼管の溶接継手は、約 12km 布設されていたが被害はなかった。

⑤塩化ビニル管の被害件数は 2 件であり、被害率は 0.14 件/km であった。被害形態は、継手部からの漏水であった。なお RR ロングや RR 継手は使用されていなかった。

⑥ポリエチレン管の被害件数は 6 件であり、被害率は 0.081 件/km であった。

石巻地方広域水道企業団における導・送・配水本管の口径別被害率と被害件数を図 2.2.3-5、管種別被害率と被害件数を図 2.2.3-6 に、それぞれ示す。

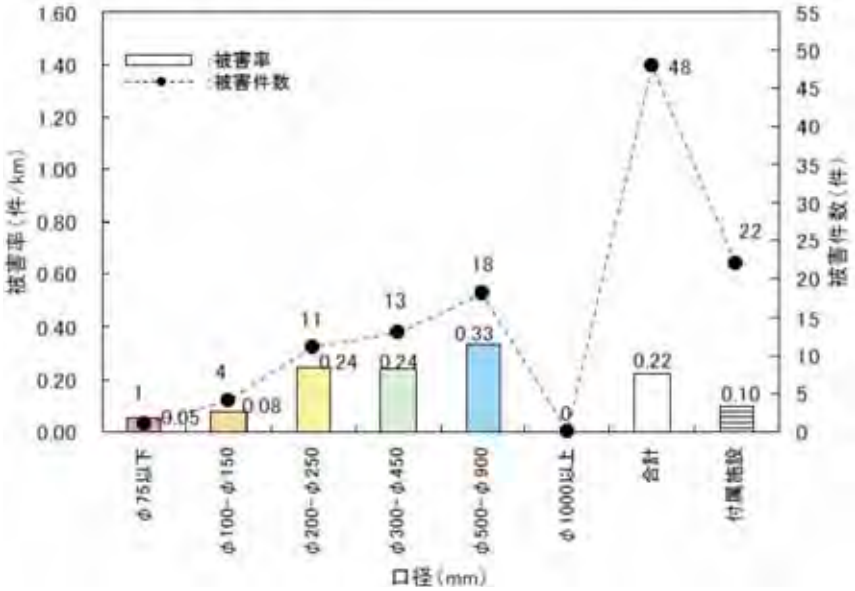


図2.2.3-5　　口径別被害率と被害件数（石巻地方広域水道企業団）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

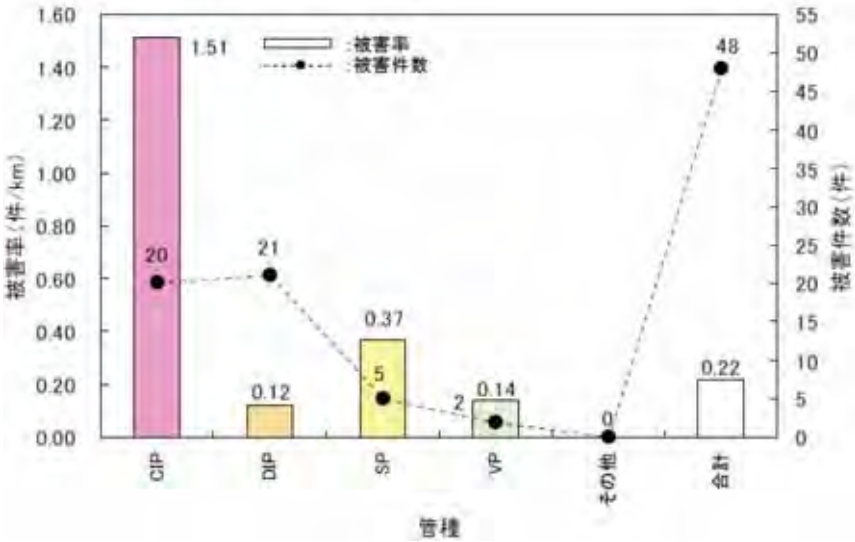


図2.2.3-6　管種別被害率と被害件数（石巻地方広域水道企業団）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

(d)　岩手県一関市

一関市における導・送・配水本管は、口径 50mm～450mm で、管路総延長は約 53km である。管種別ではダクタイル鉄管の延長が 42km と最も長く、全体の 79%を占めている。次いで硬質塩化ビニル管が 6km で全体の 11%を占めている。口径別管路延長は呼び径 100mm から 150mm で 22km となり、全体の 41% を占めている。

主な被害状況を以下に示す。

①合計 4 件の被害が発生し、被害率は平均で 0.07 件/km であった。

②鋳鉄管の被害件数は 2 件であり、被害率は 1.70 件/km であった。被害形態は、継手部からの漏水と管体破損であった。

③ダクタイル鉄管の被害件数は 2 件であり、被害率は 0.05 件/km であった。被害形態は、継手部からの漏水であった。なお、ダクタイル鉄管の耐震継手は、約 16km 布設されていたが、被害はなかった。

④鋼管に被害はなかった。なお、鋼管の溶接継手は使用されていなかった。

⑤塩化ビニル管に被害はなかった。なお、RR ロングや RR 継手は使用されていなかった。

⑥その他の管種については、被害はなかった。

一関市における導・送・配水本管の口径別被害率と被害件数を図 2.2.3-7、管種別被害率と被害件数を図 2.2.3-8 に、それぞれ示す。

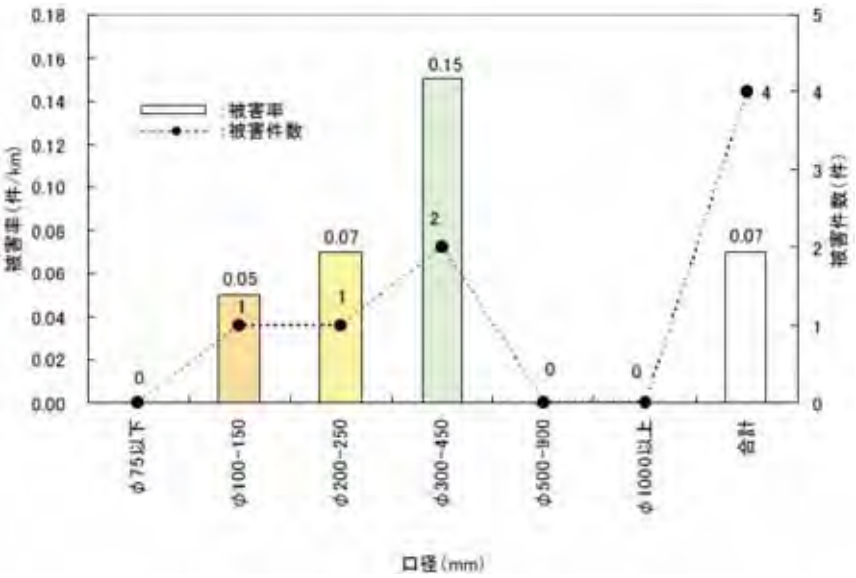


図2.2.3-7　口径別被害率と被害件数（一関市）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

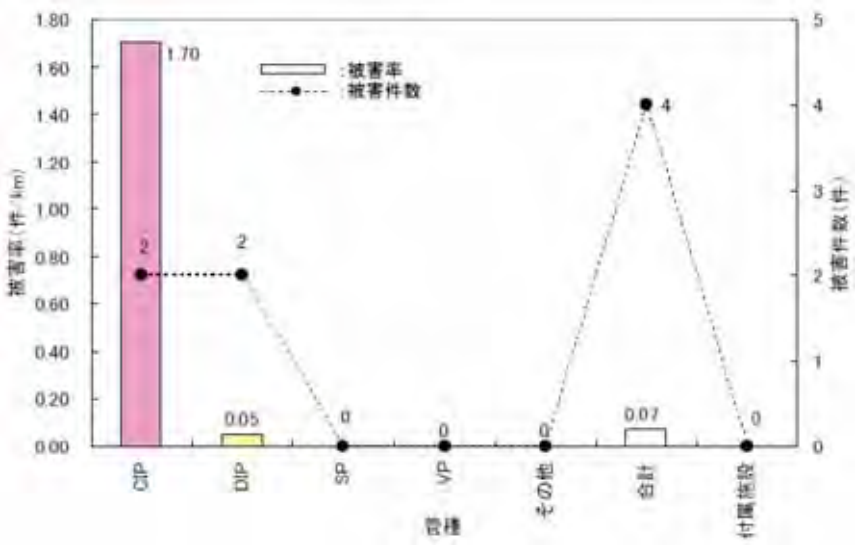


図2.2.3-8　管種別被害率と被害件数（一関市）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

(e)　福島県郡山市

郡山市における導・送・配水本管は、口径 50mm～800mm で、管路総延長は約 20km である。管種別では溶接鋼管の延長が１５ｋｍ と最も長く、全体の 75%を占めている。

次いでダクタイル鉄管が 4km で全体の 20%を占めている。口径別管路延長は呼び径 500 から 800mm で 19km となり、全体の 96% を占める。

主な被害状況を以下に示す。

①合計 1 件の被害が発生し、被害率は平均で 0.05 件/km であった。

②鋼管の被害件数は 1 件であり、被害率は 0.07 件/km であった。なお、鋼管の溶接継手は、約 15km 布設されていたが、被害はなかった。

③その他の管種については、被害はなかった。

(f)　福島県いわき市

いわき市における導・送・配水本管は、口径 50mm～1000mm で、管路総延長は約 221km である。管種別ではダクタイル鉄管の延長が 212km と最も長く、全体の 96%を占めている。次いで溶接鋼管が 6km で全体の 3%を占めている。口径別管路延長は呼び径 500～900mm で 117km となり、全体の 53%を占める。

主な被害状況を以下に示す。

①被害件数は、管路本体が 34 件、付属施設が 38 件であった。被害率は、付属施設を除いて計算すると、平均で 0.15 件/km であった。

②ダクタイル鉄管の被害件数は 33 件であり、被害率は 0.16 件/km であった。主な被害形態は、継手部からの漏水であった。なお、ダクタイル鉄管の耐震継手は、約 6km 布設されていたが、被害はなかった。

③鋼管の被害件数は 1 件であり、被害率は 0.17 件/km であった。被害形態は、

他管種との接続部での漏水であった。なお、鋼管の溶接継手は、約 6km 布設されていたが、被害はなかった。

④その他の管種については、被害はなかった。

いわき市における導・送・配水本管の口径別被害率と被害件数を図 2.2.3-9、管種別被害率と被害件数を図 2.2.3-10 に、それぞれ示す。

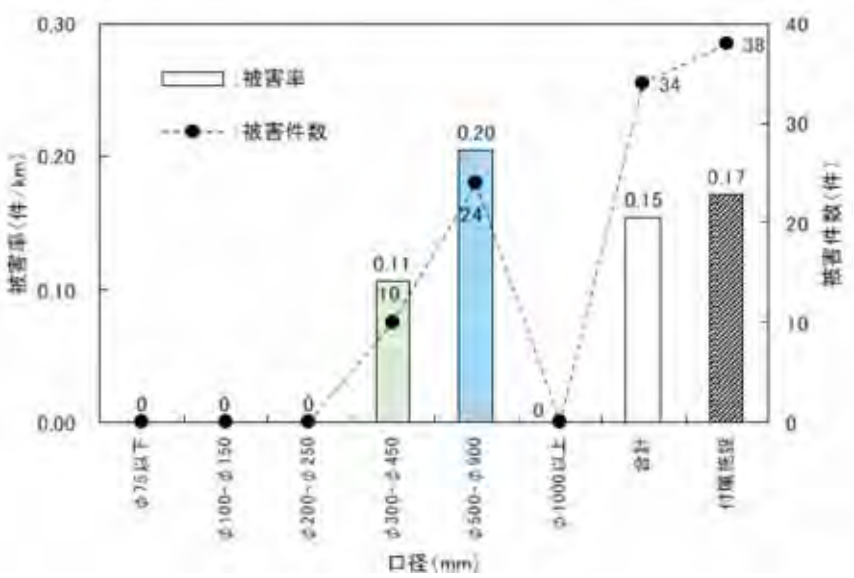


図2.2.3-9　口径別被害率と被害件数（いわき市）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

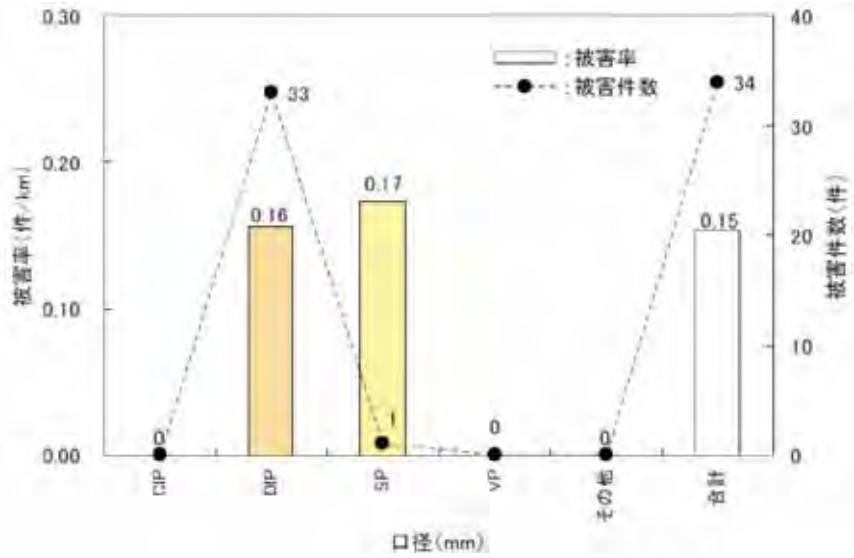


図2.2.3-10　管種別被害率と被害件数（いわき市）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

写真2.2.3-3　　呼び径600　DIP　K形　継手漏水（いわき市）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

(3)　構造物および設備の被害状況

(a)　宮城県仙台市の被害

仙台市水道局では、地震動により沈澱池傾斜板の脱落・破損、監査廊の目地の損傷、ろ過池上屋の支柱のクラック、配水池の整流壁（コンクリート・ブロック造）の倒壊等が発生したが、地震直後に施設機能を停止するような被害は発生しなかった。また、緊急遮断弁は手動モードとなっていた施設を除き、正常に稼動した。

土木･建築施設の被害状況を表 2.2.3-1 に示す。

表2.2.3-1　土木･建築施設の被害状況（宮城県仙台市）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

No.	場名等	施設名等	構造形式	築造年度	配水池容量(㎥) 処理能力(㎥/日)	被害要因	被害箇所	被害状況･応急対応等	備考
1	向陽台 配水所	配水池	PC	S47	3000m3	①	敷地	法面崩落、構内陥没、補修方法検討中	現在休止中、他系統より配水中
2	大沢 高架水槽	高架水槽	PC	H9	100 ㎥	①	配水池架台	コンクリートクラック発生補修中、水位を下げて運用中	
3	国見浄水場	ろ過池	RC	S39	10,000 ㎥/日/池 (全 12 池)	①	ろ過池上屋	梁下クラック、継ぎ目破損等	浄水処理に影響なし
4	国見浄水場	薬品混和池	RC	S39		①	薬品混和池	床部より漏水	〃
5	国見浄水場	沈澱池	RC	S39	25,000 ㎥/日/池 (全 4 池)	①	傾斜板	固定金具ズレ、一部脱落	〃
6	安養寺 配水所	1 号配水池	RC	S37	4,000 ㎥	①	整流壁、内壁	壁倒壊、床クラック発生	補修し立ちあげ準備中
7	安養寺 配水所	2 号配水池	RC	S39	4,000 ㎥	①	内壁、天井、増設継目	クラック発生	現在休止中、他系統より配水中
8	中原浄水場	沈澱池	RC	S51	20,000 ㎥/日/池 (全 2 池)	①	B1F 監査路	目地損傷、クラック発生	浄水処理に影響なし
9	中原浄水場	浄水場 監査廊	RC	S51		①	沈澱水渠目地	クラック発生	〃
10	中原浄水場	PAC2 号槽	―	S51		①	下部間詰め部	FRP 部剥離、使用には問題なし	〃
11	中原浄水場	沈澱池 傾斜板	―	S51		①	傾斜板	止め具破損、一部ズレ	〃
12	中原浄水場	ろ過池	RC	S51	5,000 ㎥/日/池 (全 8 池)		2・4 号池壁面	クラック発生により緊急修繕	〃
13	福岡浄水場	進入路・ 法面	―	S57		①	進入路・管理本館前法面	崩壊し大型土嚢で仮復旧中	〃
14	福岡浄水場	沈澱池	RC	S57	27,500 ㎥/日/池 (全 2 池)	①	傾斜板	破損、ズレ	〃
15	茂庭浄水場	沈澱池	RC	S45	33,300 ㎥/日/池 (全 6 池)	①	傾斜板、傾斜管	破損、ズレ	〃
16	茂庭浄水場	薬品処理館	RC	S45		①	逆洗管伸縮継手	継ぎ手部からの漏水、ゴム輪の交換に補修済み	〃
17	茂庭浄水場	薬品処理館	RC	S45		①	壁面	クラック発生	〃

被害要因：①地震動、②周辺地盤等の崩落、③液状化、④津波、⑤その他

国見浄水場 沈澱池傾斜板
脱落・ずれ

茂庭浄水場 連絡部破損

写真2.2.3-3　浄水場破損状況

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

(b)　宮城県企業局の被害

宮城県企業局における浄水場・送水施設では、沈澱池傾斜板の離脱、電気盤の固定ボルトの破損、揚水管・逆洗管のフランジからの漏水等が発生したが、施設機能に影響が生じる被害は発生しなかった。土木･建築施設の被害状況を表 2.2.3-2～3 に示す。

しかし、水管橋は大崎広域水道企業団において 3 箇所の被害が発生した。被害は支承部の破損、伸縮管離脱・漏水であり、地震動によるものである。

水管橋の被害状況を表 2.2.3-4 に示す。

表2.2.3-2　　施設の被害状況（宮城県企業局：大崎）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

No.	場名等	施設名等	住所	被害形態	被害要因	被害箇所	被害状況･応急対応等	備考
1	麓山浄水場	管理本館	加美町字麓山1-9		①	窓ガラス，中央監視室照明器具等	割れ，損壊等	用水供給には支障なし
2	麓山浄水場	沈殿池	加美町字麓山1-9		①	傾斜板	フック外れ（復旧作業中）	〃
3	中峰浄水場	濃縮槽	大和町吉田字中峰 134		①	汚泥流量計	洗浄配管からの漏水により水没（発注準備中）	〃
4	中峰浄水場	雨水排水池，場内	大和町吉田字中峰 134		①	壁面，舗装	ひび割れ等（設計中）	〃
5	中峰浄水場	浄水池～調整池	大和町吉田字中峰 134	ア	①	揚水管，逆洗管	フランジ継手漏水によりパッキン交換により復旧	〃
6	松山増圧ﾎﾟﾝﾌﾟ場	電気室	大崎市松山千石字上林坊 57-1		①	電気室盤	固定ボルト破損（復旧作業中）	〃
7	松山増圧ﾎﾟﾝﾌﾟ場	場内	大崎市松山千石字上林坊 57-1		①	舗装	ひび割れ等（設計中）	〃
8	松山増圧ﾎﾟﾝﾌﾟ場	自家発等	大崎市松山千石字上林坊 57-1		①	冷却水フレキ配管等	破損（復旧作業中）	〃

被害形態：ア継手漏水、イ管体破損、ウ付属施設、エその他　　**被害要因**：①地震動、②周辺地盤等の崩落、③液状化、④津波、⑤その他

表2.2.3-3　施設の被害状況（宮城県企業局：仙南・仙塩）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

No.	場名等	施設名等	住所	被害形態	被害要因	被害箇所	被害状況･応急対応等	備考
1	南部山浄水場	沈殿池	白石市福岡長袋字南部山７－１		①	傾斜板，壁エキスパンション	傾斜板フック外れ及び破損（発注準備中）	用水供給には支障なし

表2.2.3-4　水管橋の被害状況（宮城県企業局：大崎）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」

厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

No.	施設名等	住所	被害形態	被害要因	被害箇所	被害状況・応急対応等	備考
1	北屋敷水管橋	大崎市古川師山	ア	①	支承部、伸縮管（送水管）	・φ600 伸縮管継手部の漏水 ・管のずれを修正し溶接により応急復旧 ・支承部については、橋ね元の位置に戻し固定した	本復旧に向けて設計及び発注準備中
2	土手前水管橋	美里町北浦字下土手前	ア	①	支承部、伸縮管（送水管）	・φ500 伸縮管継手部の漏水 ・管のずれを修正し溶接により応急復旧 ・支承部については、橋ね元の位置に戻し固定した	〃
3	滑川水管橋	大郷町中村	ア	①	支承部、伸縮管（送水管）	・φ500 伸縮管継手部の漏水 ・溶接により応急復旧 ・支承部については仮固定	〃

被害形態：ア継手漏水、イ管体破損、ウ付属施設、エその他　　被害要因：①地震動、②周辺地盤等の崩落、③液状化、④津波、⑤その他

(c)　宮城県石巻地方広域水道企業団の被害

石巻地方広域水道企業団では、主力浄水場の蛇田浄水場において、地震動による揺れと構造物周辺及び支持地盤の液状化により、構造物及び場内管路に甚大な被害が発生した。液状化に伴う地盤沈下（数十 cm の沈下）により、1・2 号沈澱池では底版亀裂及びエキスパンションジョイントの破損により漏水が発生し、機能停止となった。また、ポンプ吐出管の漏水やポンプの芯ずれが生じ、導水渠の接続部の亀裂や場内連絡管の離脱等が発生した。

津波による施設の被害も甚大であり、相川浄水場及び大浜浄水場の膜ろ過装置、操作盤、受電盤等は水没し、浄水処理機能が停止した。

水管橋は 6 箇所で被害が発生しており、津波による流出・破損が 3 箇所、地震動による空気弁破損等が 3 箇所である。橋梁添架管では、万石橋の添架管φ200（送水管）が津波によって流された船に衝突され、一部落下した。

土木･建築施設の被害状況を表 2.2.3-5 に、水管橋の被害状況を表 2.2.3-6 に示す。

表2.2.3-5　施設の被害状況（石巻地方広域水道企業団）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

No.	場名等	施設名等	材質	築造年度	配水池容量(m³) 処理能力(m³/日)	被害形態	被害要因	被害箇所	被害状況・応急対応等	備考
1	鹿又取水場	大街道系導水ポンプ1・3・4号					①②	導水ポンプ吸込み管フランジ間隙	導水ポンプ起動不良，送水中異常停止，応急にサクションホースに取替運転中	4台中3台
2	鹿又取水場	大街道系導水ポンプ2号					①②	導水ポンプ吸込み管フランジ間隙及びポンプベース破損	運転禁止	
3	蛇田浄水場	導水渠	RC	S48 年			①②	混和池と混和渠の接合部亀裂漏水	塗装止水剤を使用し，止水し使用中	傾斜板系3～6号沈澱池を運転
4	蛇田浄水場	導水渠	RC	S44 年			①②	2号沈澱池流入付近亀裂漏水	1・2号沈澱池運転停止	1・2号系より処理水を供給している1・2号ろ過池ろ過停止
5	蛇田浄水場	1・2号沈澱池	RC	S41 年 S44 年	7,500 m³／日×2池		①②	RC構造の薬品横流沈澱池底版及び目地に亀裂漏水	1・2号沈澱池運転停止	
6	蛇田浄水場	3～6号傾斜板沈澱池	RC	S46 年 S48 年	10,000 m³／日×4池		①②	傾斜板	傾斜板破損，そのまま運転	
7	蛇田浄水場	3・4号ろ過池沈澱処理水渠	RC	S46 年			①	継ぎ目亀裂漏水	止水コンクリートで修繕し漏れを減少させ運転	
8	蛇田浄水場	送水ポンプ棟	S	S41 年			①②	建屋ALC板破損し脱落	ALC板を撤去し，仮囲い	
9	蛇田浄水場	送水ポンプ棟	S	S48 年			①②	床亀裂及び陥没	床を壊し状況調査	
10	蛇田浄水場	送水ポンプ					①②	吐出管フランジ漏水及び振動	フランジは増し締めで復旧。振動は吐出管押えのコンクリートベースの破損が原因のため，U字ボルトで固定(6台中5台)	
11	蛇田浄水場	各ポンプ					①②	芯ズレ	芯出し調整済	
12	蛇田浄水場	計装設備					⑤	送水ポンプ用ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑユニットコントローラ故障3台	完全手動起動・停止で運転	
13	蛇田浄水場	計装設備					⑤	3・4号ろ過池水位計故障	1・2号水位計を移設し運転	

No.	場名等	施設名等	材質	築造年度	配水池容量(m³) 処理能力(m³/日)	被害形態	被害要因	被害箇所	被害状況・応急対応等	備考
14	蛇田浄水場	薬注配管					①②	次亜，アルカリ注入配管破損(10箇所)	仮配管で運転	
15	蛇田浄水場	ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ配管					①②	ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ配管破損，他4箇所	仮配管で運転	送水ポンプ井サンプリング配管
16	蛇田浄水場	湊系送水管				ア	①②	DIPΦ300 フランジ接合部	フランジ接合部緩みによる漏水，一旦取り外して再度布設替し修繕	
17	蛇田浄水場	流留系送水管				ア	①②	DIPΦ300K 形ジョイント部	接合箇所の緩みから漏水，袋ジョイント取付にて修繕	
18	蛇田浄水場	流留系送水管				ア	①②	DIPK 形 Φ500　45°曲管接合部	接合部離脱し漏水，接合箇所を取り外し撤去し布設替にて修繕	
19	蛇田浄水場	流留系送水管				ウ	①②	DIPΦ500用空気弁	取り外し再設置にて修繕	
20	蛇田浄水場	1号表洗ポンプ吐出管				ア	①②③	DIPΦ200 フランジ接合部	フランジ接合部緩みから漏水，一旦取り外して再度設替し修繕	
21	蛇田浄水場	2号表洗ポンプ吐出管				イ	①②③	DIPΦ200 フランジ部	ポンプ吐出管で沈下が発生、可とう性のないフランジ付け根部分が破断。フランジ接合部から取り外し布設替にて修繕	
22	蛇田浄水場	1・2号ろ過池用表洗管				ア	①②③	DIPA 形 Φ150 ジョイント部	接合部離脱し漏水，接合部分撤去のうえ両端を継ぎ輪にて布設替し修繕	
23	蛇田浄水場	3号ろ過池用表洗管				ア	①②③	DIPA 形 Φ150 ジョイント部	接合部緩みによる漏水，取り外して布設替にて修繕	
24	蛇田浄水場	3～6号用送泥管				ア	①②	DIPA 形 Φ150 ジョイント部	接合箇所の緩みから漏水。袋ジョイント取付にて修繕	
25	蛇田浄水場	送泥管水管橋				エ	①②	GPΦ150・φ100 管体部分	腐食した既設鋼管を布設替にて修繕	
26	蛇田浄水場	沈澱池連絡管				ア	①②	DIP両フランジ乙字曲管 Φ500 フランジ接合部	フランジ接合部の突合せにズレが生じ漏水。既設管を取り外して布設替にて修繕	

No.	場名等	施設名等	材質	築造年度	配水池容量(m³) 処理能力(m³/日)	被害形態	被害要因	被害箇所	被害状況・応急対応等	備考
27	蛇田浄水場	1号浄水池 越流管				イ	①②③	DIPφ300 浄水池躯体部分	躯体部分を境に沈下が発生、可とう性の無い管体がせん断破壊して漏水。既設管を布設替にて修繕	
28	蛇田浄水場	5号浄水池	RC	S 54 年	1800 m³		①②③	浄水池底版亀裂漏水，塗装剥離	運用停止中	
29	山崎ポンプ場	送水ポンプ場				ア	①	ポンプ場内送水管 φ350	ジョイント緩みによる漏水，袋ジョイントによる修繕	
30	小野配水場	配水池				イ	①	流入管 GPφ200	フランジ緩みによる漏水，管体を一旦切断しフランジ部を外し再度フランジ接合した後溶接にて修繕。	
31	小松配水場	配水池	PC	S 48 年	500 m³		①	PC配水池底盤	亀裂による漏水，大塩配水場系統から配水中。6 月 30 日までに復旧完了予定。	
32	関ノ入ポンプ場	送水ポンプ場				ア	①	ポンプ場内送水管 φ100	フランジ曲管継ぎ手緩みからの漏水。取り外し再度接続。	
33	針岡ポンプ場	配水ポンプ					④	ポンプ設備及び計装盤	津波による流出。八幡山配水場から直接配水二より給水中。	復旧については検討中
34	相川第 1・第 2 取水場	取水井					④	取水井，塩化物イオン濃度上昇	仮水源より取水し仮設導水管にて導水	
35	相川浄水場	浄水場					④	膜ろ過装置，操作盤、受電盤等	浄水処理機能停止。応急対応として発電機及び可搬式膜ろ過装置を浄水場内に仮設し，浄水処理を 5 月 2 日から運転開始した。	復旧については検討中
36	大原取水場	取水井					④	設備損壊，井戸浸水，塩化物イオン濃度上昇	別系統である谷川浄水場の取水井を利用。	
37	雄勝簡易水道	三本松取水場					④	取水井	操作盤流出により取水不可，別系統である坊ケ沢取水口より取水。	
38	雄勝簡易水道	大浜第 1・第 2 取水井戸					④	取水井，塩化物イオン濃度上昇	井戸浸水につき取水不可	復旧については検討中
39	雄勝簡易水道	大浜浄水場					④	膜ろ過装置，操作盤，受電盤等	浄水処理機能停止。原系連絡管により送水ﾎﾟﾝﾌﾟのみを発電機にて運転し 5 月 2 日より配水中。	復旧については検討中
40	雄勝簡易水道	名振峠調整池				ア	①	流入管DIPφ75	流入口フランジ継手を外し可とう管含め既設管の布設替にて修繕。	
41	泊簡易水道	泊浄水場				ア	①	越流管 GPφ75	越流管下部のGPチーズねじ切り部分が破断，布設替にて修繕。	

被害形態：ア継手漏水、イ管体破損、ウ付属施設、エその他　　**被害要因**：①地震動、②周辺地盤等の崩落、③液状化、④津波、⑤その他

表2.2.3-6　水管橋の被害状況（石巻地方広域水道企業団）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

No.	施設名等	被害箇所	被害状況　応急対応等	被害形態	被害要因	管種	口径(mm)	管路延長(m)	布設年度
1	水管橋 (嘉右エ門橋)	空気弁(送水管)	地震動による空気弁φ７５上部より漏水、取替えにて対応	ウ	①	K-D１P	φ500	27	昭和 49 年
2	万石橋添架管	添架管中央部(送水管)	津波で流された船の衝突によって送水管（φ２００）が破損、同橋添架の配水管（φ２００）により応急対応	イ	④	ＳＰ	200Ａ	177	平成 2 年 平成 3 年
3	大和田橋水管橋	空気弁(送水管)	地震動による空気弁φ１００漏水、取替えにて対応	ウ	①	ＳＰ	700Ａ	68	昭和 50 年
4	水管橋	空気弁(送水管)	津波により流されたがれきにより空気弁φ25 が破損、取替えで対応	ウ	④	ＳＰ	200Ａ	5	平成 6 年
5	相川橋添架管	水管橋全体	橋ごと津波で流失、仮設配管（SUS）により対応	エ	④	ＳＰ	100	30	昭和 54 年
6	隅福橋添架管	添架管端部	溶接部破損、破損部を継輪等で修繕	イ	①	ＳＰ	100	35	昭和 53 年

被害形態：ア継手漏水、イ管体破損、ウ付属施設、エその他　　**被害要因**：①地震動、②周辺地盤等の崩落、③液状化、④津波、⑤その他

写真2.2.3-4　万石橋添架管の被災状況

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

(d)　岩手県一関市の被害

一関市においては、高架水槽形式の沢配水池(配水池容量 V=500m3、φ10.0m×高さ約 20m、水槽部 PC 構造・下部 RC 構造、S53 築造)が倒壊した。この配水池は本震で RC 部に多くのクラックが生じたが、水槽部には漏水が無かった。水運用面から即時停止が困難であったため、配水池水位を低下させて施設運用を継続したが、4 月 7 日の余震により、RC 部の破壊が進行し、配水池の倒壊となった。

施設の被害状況を表 2.2.3-7 に示す。

表2.2.3-7　　施設の被害状況（一関市）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

No.	場名等	施設名等	被害形態	被害要因	被害箇所	被害状況・応急対応等	備考
1	脇田郷浄水場	箱清水送水管	ア	①	送水管 φ250 片落管の押輪変形	緊急工事により仮復旧とし送水開始	ダクタイル鋳鉄管
2	脇田郷浄水場	三関ポンプ場		⑤	送水ポンプ	地下ポンプ室のため停電により排水ポンプが冠水し、運転不能。他施設の送水ポンプ移設で代替。	
3	脇田郷浄水場	沢配水池		①	配水池	脚壁に数箇所クラック発生のため水槽部の貯水を半分として運転。	脚壁 RC、水槽部 PC、V=500 ㎥
4	脇田郷浄水場	集中監視室電気設備		①	分電盤	取り付けアンカーの損傷、歪み、横転	
5	脇田郷浄水場	沢配水池		①	配水池	脚壁座屈による配水池倒壊、配水経路切替により断水復旧	脚壁 RC、水槽部 PC
6	脇田郷浄水場	高台2号送水管	ア	①	圧力水配管変形	支持金具変形、配管変形	地震動により φ450 鋼管移動のため近接配管圧迫により変形
7		工業団地配水池	ア	②	流入管 φ150	継手ボルトの破損	
8	中の倉浄水場	中の倉浄水場		①	場内舗装及び側溝	地盤沈下及び亀裂。応急対応はなし	4 月 7 日の余震による
9	北部配水池	北部配水池		①	引き込み電柱	電柱の傾き。傾きの修正実施	4 月 7 日の余震による
10	新舘前水源	浅井戸		①	浅井戸の周囲	コンクリート舗装の亀裂及び沈下	4 月 7 日の余震による
11	宮田浄水場	宮田浄水場	イ	①	配管、バルブ破損、電気系統故障	亀裂による漏水、浄水場は運転続行	急速ろ過
12	一ノ坪浄水場	一ノ坪浄水場	イ	①	配管、バルブ破損、電気系統故障	亀裂による漏水、浄水場は運転続行	急速ろ過

被害形態：ア継手漏水、イ管体破損、ウ付属施設、エその他　　被害要因：①地震動、②周辺地盤等の崩落、③液状化、④津波、⑤その他

(e)　岩手県陸前高田市の被害

陸前高田市の水道事業は津波により壊滅的な被害を受け、水源池等は浸水・流出により機能停止した。特に水源地に海水が流入したため、水源の塩化物イオン濃度が上昇し、取水不能の状況となった。

施設の被害状況を表 2.2.3-8 に示す。

表2.2.3-8　施設の被害状況（陸前高田市）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

No.	場名等	施設名等	住所	被害形態※	被害要因	被害箇所	被害状況・応急対応等	備考
1	上水道	竹駒第 1 水源（浅井戸）	陸前高田市竹駒町字大畑地内	エ	④	建物、電気室、発電機室、ポンプ室 水源の塩化物イオン濃度上昇	津波による流失、浸水 仮設受電設備、仮設発電機にてポンプ稼働 3 月 11 日から 5 月 9 日まで断水、5 月 10 日一部給水開始。6 月 26 日市内全域復旧	井戸配水実施
2	上水道	竹駒第 2 水源（浅井戸）	陸前高田市竹駒町字大畑地内	エ	④	建物、電気室、発電機室、ポンプ室 水源の塩化物イオン濃度上昇	津波による浸水、流失	竹駒第 1 水源へ移行
3	上水道	長部水源（浅井戸）	陸前高田市気仙町字湊地内	エ	④	建物、電気室、発電機室、ポンプ室 水源の塩化物イオン濃度上昇	津波による浸水、流失	矢作水源へ移行
4	上水道	矢作水源（浅井戸）	陸前高田市矢作町字金平地内	エ	④	建物、電気室、発電機室、ポンプ室	津波による浸水、流失	新規に長部水源系へ送水
5	上水道	中央監視室	陸前高田市高田町字館の沖 110	エ	④	監視盤	津波による浸水、流失	

被害形態：ア継手漏水、イ管体破損、ウ付属施設、エその他　　被害要因：①地震動、②周辺地盤等の崩落、③液状化、④津波、⑤その他

倒壊前Ｈ23/3/18

倒壊後Ｈ23/4/09

写真2.2.3-4 一関市 沢配水池の倒壊状況

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

（f）　福島県郡山市の被害

郡山市水道局では、水道局庁舎の被災（壁に亀裂、開口部の破損等）、浄水場の場内連絡管の破損・漏水（継手離脱、鋼管漏水）、オゾン発生機の冷却用ガス漏れ等が発生した。送水施設では新池下増圧ポンプ場の受水槽（V=160m3、ステンレス製）が地震動により破損した。緊急遮断弁は主要な配水池で設置されていたが、漏水量が少なく、遮断弁は作動しなかった。なお、基幹管路の水管橋被害は発生していない。

施設の被害状況を表 2.2.3-9 に示す。

表2.2.3-9　施設の被害状況（郡山市）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

No.	場名等	施設名等	被害形態	被害要因	被害箇所	被害状況・応急対応等
1	豊田浄水場	矢地内取水場	イ	②、③	矢地内取水場除塵機スクリーン洗浄水配管破損（埋設部 SGPφ100）	破損箇所を硬質塩化ビニル管（VP）で仮処置後、配管用炭素鋼鋼管（SGP）にて修繕済
2	豊田浄水場	貯水池		①、②	貯水池堰堤亀裂及び陥没 貯水池堰堤法面石垣崩落	粘性土、砕石による補修・整地 土のう積込修繕・養生シート敷設済
3	豊田浄水場	場内配管	イ	①	場内配管漏水（第2着水井～急速系沈澱池間の塗覆装鋼管 φ700 及び検水配管 VP 貯水池堰堤埋設箇所）	漏水箇所の鋼管欠損部に鋼管を当付け、溶接補修剤、VP は破損箇所改良（TS継手）による補修済
4	豊田浄水場	場内配管	イ	①	場内配管漏水（第2着水井～急速系沈澱池間の塗覆装鋼管 φ700）	漏水箇所の鋼管欠損部に鋼板を当付け、溶接補修済
5	豊田浄水場	場内配管	イ	①	場内配管漏水（第3着水井～逢瀬川第1取水場間の塗覆装鋼管 φ600　豊田浄水場内緩速5号ろ過池北側）	漏水箇所の鋼管欠損部に鋼板を当付け、溶接補修済 場内舗装及びU字溝復旧済
6	豊田浄水場	場内配管	イ	①	場内配管漏水（第2着水井～接合井間の塗覆装鋼管 φ600　豊田浄水場内水処理電気室西側）	漏水箇所の鋼管欠損部に鋼板を当付け、溶接補修済
7	豊田浄水場	場内配管	ア	①	第2着水井～接合井間の導水切替弁欠損部からの漏水	仮設配管設置後、切替弁取替施工済
8	豊田浄水場	着水井		①	着水井堰式流量計破損（第1着水井×1台、第2着水井×2 台計3台）	堰式流量計ワイヤー部品修繕済
9	豊田浄水場	急速ろ過池		①	急速ろ過系統フロック形成池内機械攪拌装置（フロキュレーター）故障	変速機（バイエル変速機）修繕済
10	豊田浄水場	薬注設備	イ	①	前苛性系統苛性ソーダ注入配管破損（貯水池堰堤トラフ内）	緊急対応のため、耐苛性用 HT-VP から耐薬・耐圧ホースに管種を変更し、貯水池堰堤上のトラフ内布設済
11	豊田浄水場	薬注設備	ア	①	場内埋設部の空圧配管、薬注配管及び検水管折損	緊急対応のため耐薬・耐圧ホースへ管種変更し、トラフ内布設済
12	豊田浄水場	薬注設備		①	次亜塩移送ポンプ破損により薬品漏洩	同ポンプ型式変更に伴い、破損部品交換による対応不可のため、後継機種本体に取替済

No.	場名等	施設名等	被害形態	被害要因	被害箇所	被害状況・応急対応等
13	豊田浄水場	排水処理施設		①	加圧脱水機ろ板案内支持スライドプレート破損	既設スライドプレート及び脱水機本体追加工による仮処置後、スライドプレート全面取替の修繕済
14	豊田浄水場	排水処理施設		①	脱水ケーキホッパー脱落、基礎コンクリート破損、据付部品、ロードセル及びエアシリンダー等破損	ホッパー固定及び据付位置矯正による仮処置後、基礎補修、ロードセル・指示計、ベースプレート及びエアシリンダー取替等の修繕済
15	豊田浄水場	緩速ろ過池		①、③	緩速ろ過池流入電動弁破損（3 号池、4 号池、6 号池　計 3 池分）	電動弁開閉器台基礎修繕済
16	豊田浄水場	緩速ろ過池		①	緩速ろ過池砂面バルブ開閉器台基礎コンクリート破損（5号池）	開閉器台基礎修繕済（Co 基礎から鋼板基礎へ材質変更）
17	豊田浄水場	緩速ろ過池		①	緩速ろ過池躯体損傷	躯体補修済
18	豊田浄水場	場内構造物		①、③	配水ポンプ場建屋等構造物損壊及び基礎地盤陥没	RC構造梁、床スラブ及び壁等構造物補修済 陥没部コンクリート充填による改良及び砕石敷均し転圧整地による修繕済
19	水質検査室	水質検査室		①	イオンクロマトグラフ等故障	機器修繕及び調整済
20	水質検査室	水質検査室		①	低温恒温器破損	原形復旧が困難であるため必要な設備を整備済（機器更新）
21	水質検査室	水質検査室		①	色度・濁度計破損	原形復旧が困難であるため必要な設備を整備済（機器更新）
22	堀口浄水場	急速混和池		①	流入管 φ1500 及び流出管 φ900 と躯体接続部破損による漏水	仮設配管による水替により損傷部修繕済
23	堀口浄水場	急速ろ過池	ア	①	No. 1 急速ろ過池の逆洗用給水管継手損傷部 φ200 からの漏水	管を切断し新たに布設修繕済
24	堀口浄水場	着水井	イ	①	バイパス管 φ600 からの漏水	溶接にて修繕済
25	堀口浄水場	後苛性注入棟	イ	②	給水管 φ150・φ20、排水管 φ50・φ40 の接続部の破損による漏水	破断箇所を切断し布設替済
26	堀口浄水場	急速ろ過池		②	急速ろ過池の側溝、犬走りの破損	破損箇所を取壊・撤去後、側溝を撤去再設置し新たにコンクリート打設により修繕済
27	堀口浄水場	浄水池		②	浄水池の側溝、犬走りの破損	破損箇所の取壊・撤去後、側溝を撤去再設置し新たにコンクリートを打設修繕済

No.	場名等	施設名等	被害形態	被害要因	被害箇所	被害状況・応急対応等
28	堀口浄水場	場内舗装		②	緩速ろ過池周辺部コンクリート舗装の亀裂損傷	破損部を取壊・撤去し新たに舗装済
29	堀口浄水場	排水用側溝		②	緩速ろ過池周辺部側溝の倒壊破損	破損部を取壊・撤去し新たな側溝を設置済
30	堀口浄水場	河内配水池		②	地盤沈下による犬走部等の破損	破損箇所を撤去し新たにコンクリートを打設修繕済
31	堀口浄水場	本宮舘配水池		②	地盤沈下による犬走部等の破損	破損箇所を撤去し新たにコンクリートを打設修繕済
32	荒井配水場	オゾン発生機		①	NO.1空冷チラー冷却用ガス漏れ	ガス漏れ部修繕済
33	荒井浄水場	入口門扉		①	入口門扉開閉不能	門扉・自動開閉装置修繕済
34	荒井浄水場	場内監視カメラ		①	監視カメラ上下制御不能	監視カメラ修繕済
35	荒井浄水場	場内水銀灯		①	水銀灯ガラスカバー破損	外灯修繕済
36	荒井浄水場	管理棟建築付帯		①	管理棟柱のひびわれ	柱ひびわれ箇所修繕済
37	荒井浄水場	場内側溝及び舗装		①	場内側溝及び舗装の破損	側溝、集水枡の沈下部修繕済
38	荒井浄水場	浄化槽		①	浄化槽排水管等の破損	本館・脱水棟浄化槽修繕済
39	荒井浄水場	排水用側溝		②	南東法面小段排水溝の破損	小段排水溝の仮修繕済

被害形態：ア継手漏水、イ管体破損、ウ付属施設、エその他　　**被害要因**：①地震動、②周辺地盤等の崩落、③液状化、④津波、⑤その他

新池下増圧ポンプ場　受水槽破損

水道局庁舎　壁破損　　豊田浄水場 貯水池石垣の崩れ

写真2.2.3-5　施設の被害状況

出典：「平成23年（2011年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

(g)　福島県いわき市の被害

いわき市水道局では、調整池の迂流壁の崩壊、RC 造配水池の躯体亀裂、RC 造高架水槽の躯体亀裂、場内連絡管の漏水等が発生した。

基幹管路の水管橋では 2 箇所で被害が発生し、伸縮管に変形が生じた。また、配水支管であるが、小名浜地区の水管橋において、津波により上部工が流出し、橋台が移動する被害が発生した。施設の被害状況を表 2.2.3-10 に、水管橋の被害状況を表 2.2.3-11 に示す。

表2.2.3-10　施設の被害状況（いわき市）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

No.	場名等	施設名等	材質	築造年度	配水池容量(m³) 処理能力(m³/日)	被害形態	被害要因	被害箇所	被害状況・応急対応等	備考
1		大高調整池				イ	①	迂流壁、流入仕切弁	迂流壁の崩壊、流入仕切弁の破損。水系変更により対応	
2		湯長谷配水池	RC造	S47	466 m³	イ	①	躯体	躯体にひび割れ。配水池は使用せず、上流側ポンプで直接給水	地上
3		松ヶ台配水池				ウ	②	管理用通路	周辺地盤の崩落により破損、配水池は使用せず、上流側ポンプで直接給水	
4		八幡小路 高架タンク	RC造	S48	231 m³	イ	①	躯体	躯体にひび割れ。水系変更により対応	地上
5		志座配水池				ア	①	場内配管	漏水部を撤去し、継輪で補修	
6	平浄水場	場内配管		S49	62,340 m³/日	ア	③	サンプリング等場内配管　VPφ50～150	応急修理し、浄水場は運行続行	半地下 急速ろ過
7	〃	場内地盤沈下				エ	③	敷地内	隆起、液状化により段差が生じている	急速ろ過
8	〃	加圧脱水機				ウ	①	機械本体	機器損傷により、修理依頼し、その間は天日乾燥床を使用したが、現在は復旧した。	
9	上野原 浄水場	導水路落石				ウ	①	導水路	導水路に落石、取水には影響無し、応急に除去した。	
10	〃	導水路監視				ウ	①	導水路	導水路監視カメラが落石にて損傷、監視出来ないため、修理中	
11	山玉浄水場	活性炭注入装置				ウ	①	機械本体	機器損傷により、稼動出来ないため、応急修繕により、現在は復旧した。	
12	鷹ノ巣 浄水場	着水井	RC造	S37 年度	180 m³/日	イ	①	着水井及び前後配管	場内に断層が走り損傷、応急修繕で対応し、運転続行	半地下 緩速ろ過
13	旅人 浄水場	水源流量減少		S51 年度	660 m³/日	エ	⑤	原水流入水量の減少	応急として、近接河川から取水しており、運転続行	緩速ろ過

被害形態：ア継手漏水、イ管体破損、ウ付属施設、エその他　　被害要因：①地震動、②周辺地盤等の崩落、③液状化、④津波、⑤その他

表2.2.3-11　水管橋の被害状況（いわき市）

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」

No.	施設名等	管種	口径(mm)	管路延長(m)	布設年度	被害形態	被害要因	被害箇所	被害状況・応急対応等
1	清津川水管橋	ナイロンコート鋼管	350mm	63m	H8 年度	エ	④	φ350 配水管	右岸リングサポートのアンカーボルトがせん断破壊し、伸縮管が大きく変形
2	湯長谷川水管橋	鋼管	500mm	25m	S56 年度	エ	①	φ500 配水管、橋台	リングサポートのアンカーボルトがせん断破壊し、伸縮管が大きく変形

被害形態：ア継手漏水、イ管体破損、ウ付属施設、エその他　　被害要因：①地震動、②周辺地盤等の崩落、③液状化、④津波、⑤その他

厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

小名浜地区　水管橋の津波被害

八幡小路高架タンク　被害状況

写真2.2.3-6　施設の被害状況

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

3) 調査結果のまとめ

管路においては、仙台市の平均被害率 0.07 件/km で、過去の大地震と比較して小さく、管路被害は小さかったと言える。これは、管路被害が多く発生すると言われている人工改変地盤が少なく、かつ、1978 年に発生した宮城県沖地震以降、道路の地盤改良による補強等が進んでいたことにより、埋設地盤への影響が小さく、地盤変状の範囲も限定的であったためであると考えられる。

また、管路の耐震化により、被害を抑えられた。調査対象事業体の合計値（ 仙台市は配水支管も含む）では、ダクタイル鉄管の耐震継手管路は、約 1,017km 布設されており、被害はなかった。また、鋼管の溶接継手管路については、約 244km 布設され、今回、現地溶接部からの漏水被害は 1 件のみの報告であった。

一方で、構造物や施設では、津波や液状化による被害が多く見られた。

沿岸部では、津波により施設の崩壊・流出、設備故障が多数発生した。沿岸部付近の河川を横断する水管橋では津波による流出等の被害が発生している。今後、沿岸部に位置する水道施設に対する津波対策は、津波の想定も含めて抜本的な対策の検討・実施が必要である。

一関市では地震動により高架水槽形式の配水池が倒壊した。3 月 11 日の本震時に下部 RC 部に亀裂が生じ、4 月 7 日の余震において倒壊したが、付近の強震観測記録によると、余震は本震に匹敵する地震動の大きさであったと推察される。倒壊した配水池は昭和 53 年に竣工しており、部材寸法が小さい。さらに、高架水槽のような塔状構造物は、池状構造物に比べて固有周期が長くなる特徴があり、地震時には地震動が増幅する恐れがある。このような状況から、当配水池は現行の耐震設計基準を満足していない可能性が高いと推察される。今後、配水池の倒壊の原因究明をするとともに、その結果を踏まえ、他事業体においても類似構造物の耐震診断・耐震補強工事の検討が必要である。

石巻地方広域水道企業団の蛇田浄水場では、液状化により構造物、場内連絡管、機械・電気設備に甚大な被害が発生した。過去の地震においても液状化に伴う地盤沈下等により被害が発生しているが、液状化が発生すると被害が甚大となり、長期間の機能停止となることが多いため、適切な対策の実施が必要である。

参考文献および参考資料

1)「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
平成 23 年 9 月　厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会
http://www.jwwa.or.jp/houkokusyo/houkokusyo_18.html

2)「土木学会東日本大震災被害調査団（地震工学委員会）緊急地震被害調査報告書」
平成 23 年 5 月 9 日　土木学会地震工学委員会
http://committees.jsce.or.jp/report/node/43

3) 2011 年東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)水道管路被害調査報告書(ダイジェスト版)　第 1 次～3 次調査
平成 23 年 8 月、平成 24 年 2 月、3 月　配水用ポリエチレンパイプシステム協会
http://www.politec.gr.jp/4.html

2.2.4　下水道関連施設

1)　はじめに

下水道は、下水道法（昭和 33 年 4 月 24 日法律第 79 号）において、下水を排除するために設けられる排水管、排水渠その他の排水施設（かんがい排水施設を除く。）、これに接続して下水を処理するために設けられる処理施設（屎尿浄化槽を除く。）又はこれらの施設を補完するために設けられるポンプ施設その他の施設の総体とされ、その種類は、広域下水道、流域下水道、都市下水路、終末処理場などに区分されている。これらは、原則地方公共団体が管理主体となっている。

したがって、下水道施設に関する調査報告は、市町村・地方公共団体などの施設管理者によるものがベースとなっており、国や各協会の調査報告もデータはこれらの調査報告が引用されている。ただし、国や各協会の調査報告には、アンケートや報告のためのデータ収集要請などの結果も反映されており、これらは、地方公共団体からは公表されていない。

以上より、本稿における水道施設の損傷状況調査は、以下に示す資料①による調査報告からの抽出を中心に行うものとし、資料④～⑥などの状況報告を補完情報とする。

調査資料を以下に示す。

①　下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　　東日本大震災における下水道施設被害の総括と耐震・耐津波対策の現状を踏まえた今後の対策のあり方

平成 24 年 3 月　　国土交通省

http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000170-1.html

・対象地域：全国
・調査施設：下水道施設および管路
・調査内容（損傷状況）：被害形態、件数

※　国交省が日本下水道協会と共同で、学識経験者、地方公共団体、日本下水道事業団からなる「下水道地震・津波対策技術検討委員会」（委員長：濱田政則早稲田大学創造理工学部社会環境工学科教授）を設置し、調査した結果の報告書。国土交通省 水管理・国土保全局の白書である「日本の水資源」においても、総合的な調査結果として、本報告書が記述されている。

②　東日本大震災における下水道施設被害の総括　－委員会資料(案)－

平成 24 年 2 月 24 日　　国土交通省

http://www.mlit.go.jp/common/000193183.pdf

・①の委員会段階の資料　①のドラフト版
・対象地域：全国
・調査施設：下水道施設および管路
・調査内容（損傷状況）：被害形態、件数

③　国土交通省　災害情報

http://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_110311.html

・速報ベースであり、都度、国交省 HP にアップされている。（10/1 版　114 報）
・①、②のデータの基礎となっているが、過去情報（106 版、107 版）は閲覧不能。

④　東日本大震災における下水道の被害と対応
平成 23 年 5 月 25 日　国土交通省下水道部
http://www.21water.jp/k1/2011sp/20110525isii.pdf
・①の委員会段階の資料　①のドラフト版
・対象地域：全国
・調査施設：下水道施設および管路
・調査内容（損傷状況）：被害形態、件数
※プレゼン資料　詳細データは少ない。

⑤　東日本大震災における下水道施設の被害
国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部
http://www.zenken.com/kensyuu/kousyuukai/H23/575/575_yokota.pdf
※プレゼン資料　詳細データは少ない。

⑥「甦れ みやぎの下水道　～東日本大震災からの復旧の記録～」
平成 23 年 3 月　宮城県土木部下水道課
http://www.pref.miyagi.jp/gesui/70_saigai/yomigaere_honpen.pdf
・対象地域：宮城県
・調査施設：下水道施設、構造物・設備
・調査内容（損傷状況）：施設被災状況、応急対応
※応急対応がメイン

2) 調査結果

(1) 被害概要

管路の被害は、1 都 10 県に及び、布設済み総延長 65,001km に対し、被害延長は 642km であった（国土交通省 災害情報（106 報：平成 24 年 2 月 6 日現在）から抜粋、2 次調査ベース）。今回の地震の管路被害率は、過去の地震を下回っているものの、被害総延長は過去の地震を遙かにしのぐ規模である。ただし、関東地方は埋め立て地における局所的な被害が顕著であったため、関係する都県を除くと、被害率は 2.33%となる。 表 2.2.4-1 に今回の地震と過去の大きな地震の被害率を示す。

表2.2.4-1 東日本大震災及び過去の地震における管路被害率

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書 国土交通省

震災名	被災市町村等団体数	総延長 (km)	被害管路延長 (km)	被害率
東日本大震災	132	65,001	642	0.99%
東日本大震災（関東地方除く）	77	19,063	445	2.33%
兵庫県南部地震	11	13,919	162	1.16%
新潟県中越地震	20	3,293	152	4.62%
能登半島地震	6	652	15	2.30%
新潟県中越沖地震	5	3,072	50	1.63%

※「総延長」とは、当該市町村等団体における管路の総布設延長を示している。
※能登半島地震、新潟県中越沖地震の各数値は、災害査定ベース。
※新潟県中越地震の各数値は、「下水道災害復旧の記録 概要版 平成18年3月 新潟県土木部都市局下水道課」より引用。
※兵庫県南部地震は、「阪神・淡路大震災 下水道はどう対応したか （社）日本下水道協会」より引用。
※関東地方とは、茨城県、栃木県、千葉県、埼玉県、東京都、神奈川県である。

管路の被害を都道府県別に見ると、宮城県、福島県及び茨城県で被害率が高い。また激しい液状化が発生した千葉県においても比較的高い被害率となっている。

表 2.2.4-2 に都道府県別の管路施設被害概要を示す.

表2.2.4-2 東日本大震災における都道府県別の管路施設被害概要

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書 国土交通省

都道府県名	被災市町村等団体数	総延長 (km)	被害管路延長 (km)	被害率(%)
青森県計	1	113	0.1	0.09%
岩手県計	13	3,712	13	0.34%
宮城県計	39	9,702	312	3.21%
福島県計	22	5,110	120	2.34%
茨城県計	36	9,509	129	1.36%
栃木県計	3	287	2	0.67%
埼玉県計	1	214	0.006	0.003%
千葉県計	13	8,510	54	0.63%
東京都計	1	15,793	12	0.08%
神奈川県計	1	11,625	0.5	0.004%
新潟県計	2	426	1	0.29%
合計	132	65,001	642	0.99%

(国土交通省調べ、平成 24 年 2 月 6 日現在)

(2)　管路施設の被害

(a)　液状化による被害

(イ)　液状化による被害状況

管きょ被害では、液状化による被害が顕著で全体のおよそ 9 割を占めた。人孔被害についても液状化による被害が約 7 割と高い割合であった。

なお、管路の津波被害については、浸水域での調査が未実施である地域もあることから、アンケート調査結果からは明確に把握は難しい。

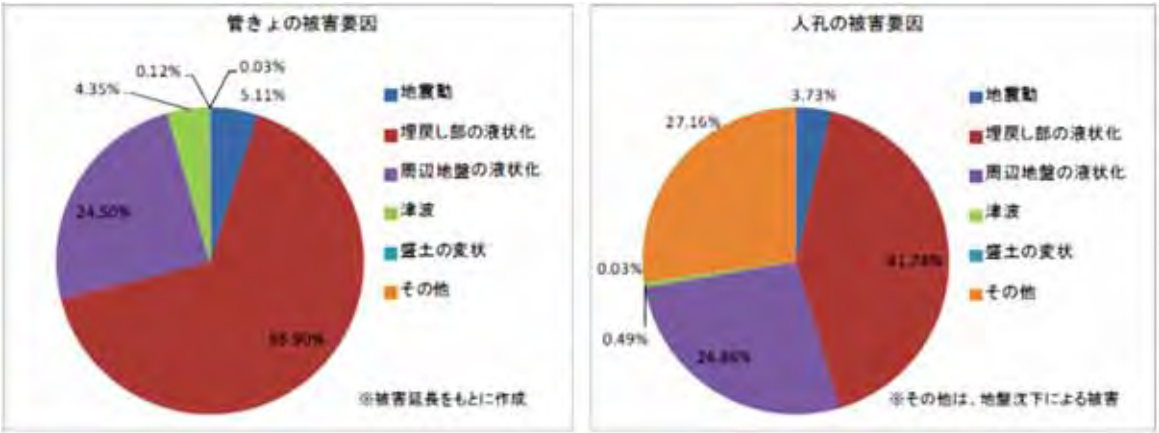


図2.2.4-1 管路における被害要因割合

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

アンケート結果に基づく管路の被害は、表 2.2.4-3 より、1 都 7 県に及び、被害要因別では、「地震動」及び「埋戻し部の液状化」による被害は宮城県で最も多く発生し、「周辺地盤の液状化」による被害は大半が千葉県及び茨城県で発生した。また、「津波」による被害は岩手県及び宮城県のみで、「盛土の変状」による被害は福島県及び岩手県のみで発生した。なお、ここで示したのはアンケート結果に基づくものであり、アンケート回収時点では把握できていなかった仙台市の造成盛土被害等については含まれていない。

表2.2.4-3 アンケート結果に基づく被害総括表【管路】

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

都道府県	市町村等団体数	管渠被害延長(km)						人孔被害(個)					
		地震動	埋戻し部の液状化	周辺地盤の液状化	津波	盛土の変状	その他	地震動	埋戻し部の液状化	周辺地盤の液状化	津波	盛土の変状	その他
岩手県	8	0.09	4.97	0.00	16.22	0.02	0.10	0	54	0	47	1	3,980
宮城県	31	12.45	175.31	10.49	0.50	0.00	0.00	318	4,849	560	25	0	26
福島県	13	0.30	39.90	1.05	0.00	0.44	0.00	110	612	15	0	3	0
茨城県	30	6.80	31.58	26.38	0.00	0.00	0.00	116	635	488	0	0	0
栃木県	3	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	6	7	0	0	0	0
千葉県	8	0.00	0.04	51.60	0.00	0.00	0.00	0	1	2,777	0	0	0
東京都	1	0.00	0.00	4.70	0.00	0.00	0.00	0	0	122	0	0	0
新潟県	2	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0
合計	96	19.63	253.41	94.23	16.72	0.46	0.10	550	6,158	3,962	72	4	4,006

液状化による下水道管路施設被害は、埋戻し部の液状化によるものと、周辺地盤の液状化によるものの、大きく次の 2 つの形態に分類される。

埋戻し部の液状化は、管路施設の埋戻し部分のみが液状化する（以下、「埋戻し部の液状化」）もので、人孔浮上や管布設部の路面沈下、管きょのたるみ等が主な被害として挙げられる。

周辺地盤の全面液状化は、下水道管路施設埋戻し部周辺の道路や宅地地盤も含めて全面的に液状化する（以下、「周辺地盤の液状化」）もので、人孔の躯体ズレ、破損、取付管突出、管きょの抜け、管内の土砂閉塞等が主な被害として挙げられる。また、管路埋戻し部以外の場所においても、舗装が損壊し、家屋・電柱等の沈下や傾倒が見られるのが特徴である。

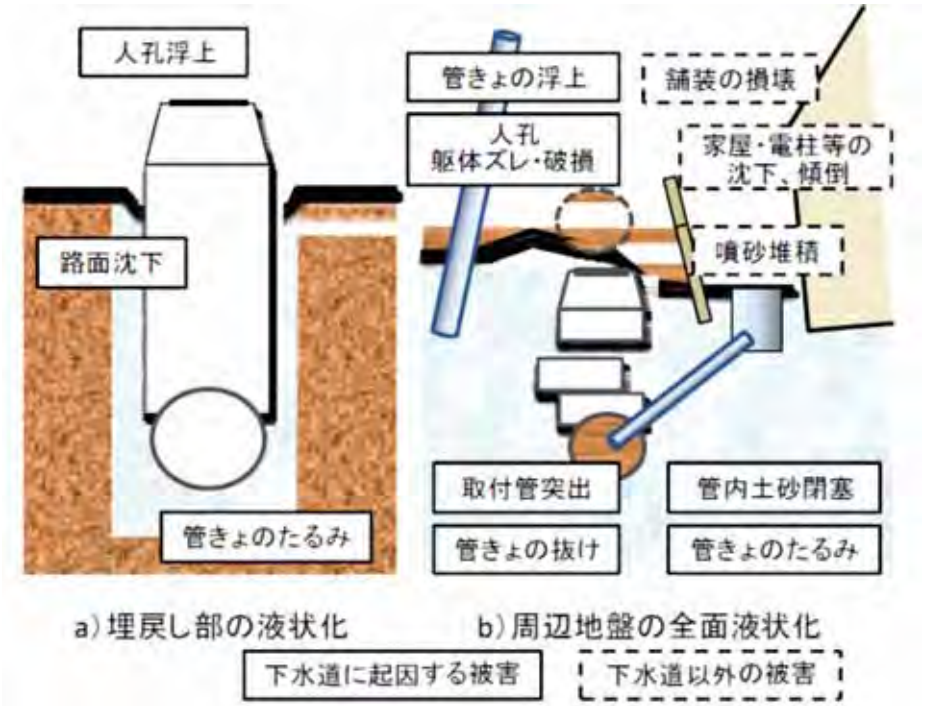


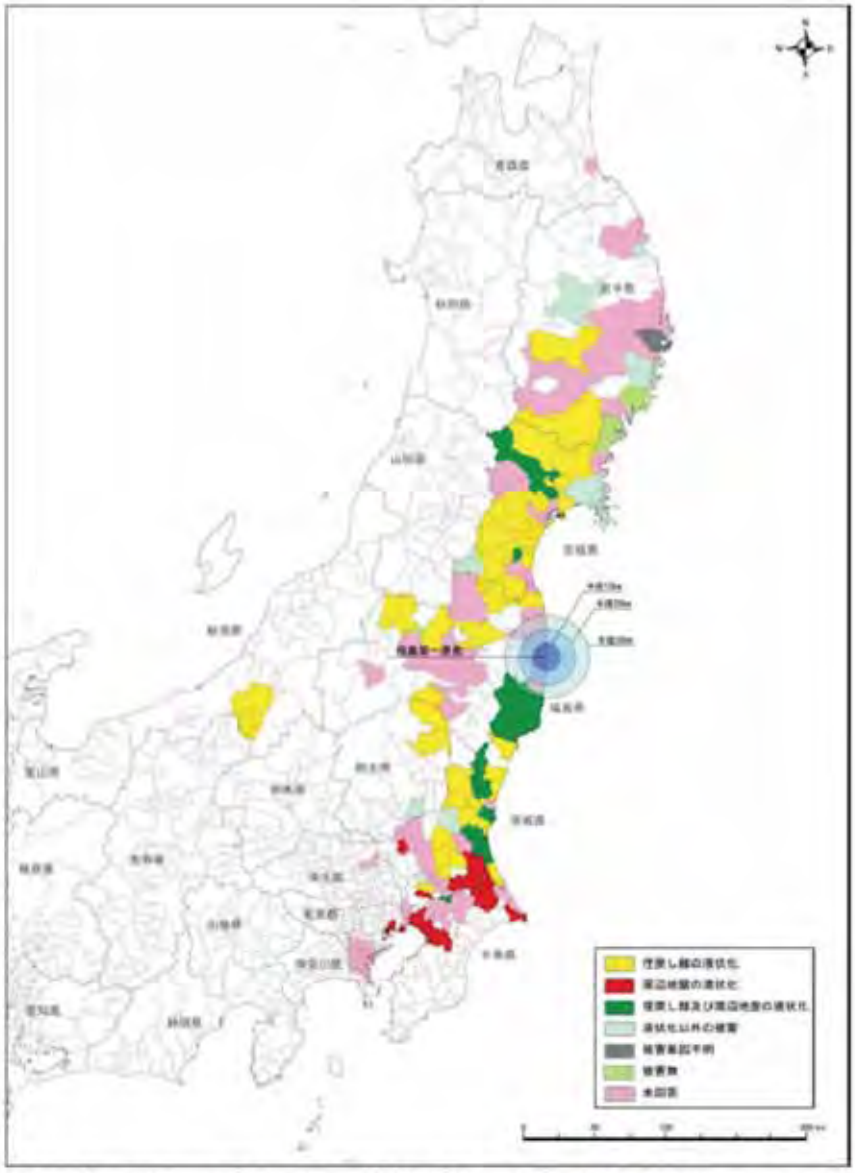
図2.2.4-2 下水道管路施設の被害要因の分類

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

(ロ)　液状化被害の発生分布

アンケート結果を基に、液状化による被害を市町村別に整理したものを図 2.2.4-3 に示す。

埋戻し部の液状化による被害は、岩手県、宮城県、福島県など東北地方の太平洋側に比較的多く見られ、周辺地盤の液状化による被害は、東京都、千葉県、茨城県など関東地方の東京湾岸部及び利根川下流域に位置する市町村で多く発生している（図 2.2.4-4）。



※上図は、アンケート調査に対し、管路被害があったと回答した自治体について、市町村単位で着色を行ったものである。
※平成 23 年 2 月 14 日時点のアンケート結果に基づく

図2.2.4-3　液状化による被害状況

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

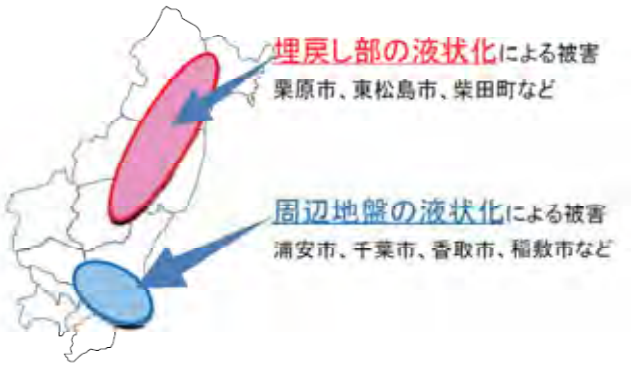


図2.2.4-4　液状化の発生概略位置図

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

(ハ)　周辺地盤の液状化（全面液状化）による被害

周辺地盤の液状化（全面液状化）による被害状況を整理すると図 2.2.4-5 のとおりである。

周辺地盤の液状化で管路に被害を受けている自治体は東京湾岸部及び利根川下流域の 21 自治体であり、管きょ被害では土砂堆積が 36%（2,674/7,378 箇所）、人孔被害では沈下が 41%（1,583/3,845 箇所）であった。なお、アンケートにおける被害形態の分類は図 2.2.4-6 に示す通りである。

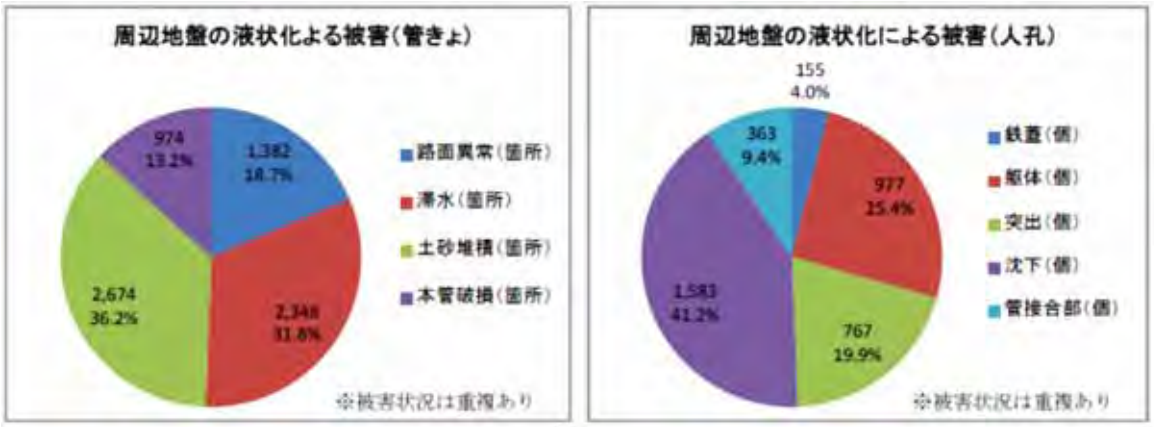


図2.2.4-5 周辺地盤の液状化による被害形態

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

図2.2.4-6 アンケートにおける被害形態の分類

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

(ニ)　埋戻の液状化（部分液状化）による被害

埋戻し部の液状化（部分液状化）による被害状況を整理すると図 2.2.4-7（被害形態の分類は図 2.2.4-6）のとおりである。埋戻し部の液状化による管路被害を受けている自治体は、東北地方を中心とした 61 自治体であり、管きょ被害では滞水が 51.5%（4,735/9,192 箇所）、人孔被害では突出が 52.4%（2,602/4,965 箇所）であった。

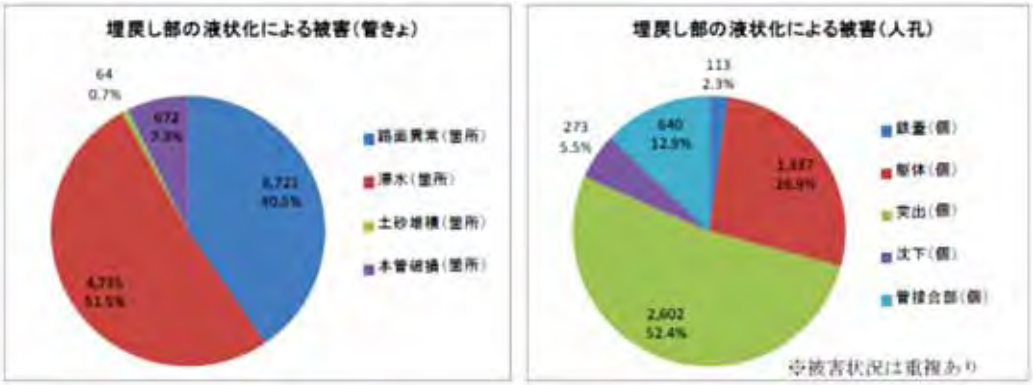


図2.2.4-7 埋戻し部の液状化（部分液状化）による被害状況

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

(b)　津波による被害

アンケート回答のあった自治体のうち、津波による管きょ被害を挙げている自治体は、女川町、野田村、釜石市の３自治体であり、最も被害が大きかったのは釜石市（被災延長 16.05km）である。女川町では、津波により人孔の調整リングが流出するなどの被害が発生したほか、マンホールポンプの被害（浸水による制御盤の機能停止）が女川町、釜石市、野田村、相馬市で発生している。また、釜石市においては、津波の衝撃による水管橋被害が生じており、気仙沼市では、管路内に浸入した津波により、幹線管きょ（汚水）の人孔蓋が飛散し、道路上に大きな水柱が上がる現象が発生した。

女川町での人孔蓋被害

岩手県釜石市 矢ノ浦水管橋被害状況

気仙沼市蓋の飛散）

写真2.2.4-1　津波による被害

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

(c)　地盤沈降による被害

(イ)　地盤沈降の概況

東日本大震災の影響で、東北地方の太平洋沿岸地域において顕著な地盤沈降（地震動による地盤の沈下：地盤沈降、液状化による地盤の沈下：地盤沈下と定義）が確認されている（国土地理院による電子基準点の解析結果より）。

震源地に近い岩手県、宮城県、福島県の太平洋沿岸地域の調査地点で、20～84 ㎝の地盤沈降が観察されている。特に、震源に近くなると地盤沈降量が大きくなる傾向にある。国土地理院によると、太平洋に位置する海底プレートが隆起した反動で、陸側の地盤が軒並み沈降。プレートのずれが南北約 400 キロと大規模だったことから、地殻変動が広範囲に及んだと報告されている。

(ロ)　地盤沈降による下水道の被害

広範囲な地盤沈降により、下水道施設にも大きな被害及び影響が生じている。

直接的な被害としては、下水道管きょの勾配不良により自然流下による排水ができなくなった事例や、雨水ポンプ場等の放流口が海水面以下となり排水に支障をきたしている事例がある。また、地盤沈降に伴う冠水及び浸水、湧水の噴出等により、大量の水が下水道管きょへ流入し、人孔からの汚水溢水やポンプ場等への過負荷を生じさせている。

表2.2.4-4　地盤沈降による継続水道施設の被害

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

	自治体	地盤沈降量	下水道施設被害		
			管きょ	ポンプ場	処理場
岩手県	宮古市	33～50 ㎝	勾配不良	－	－
	山田町	41～54 ㎝	勾配不良	（ポンプ場なし）	－
	大槌町	35 ㎝	勾配不良、侵入水	（ポンプ場なし）	－
	釜石市	56～66 ㎝	勾配不良	自然排水不可	－
	大船渡市	60～76 ㎝	勾配不良、浸水	－	－
	陸前高田市	53～84 ㎝	勾配不良	－	自然排水不可
宮城県	石巻東部	～　㎝	侵入水	－	－
	気仙沼市	65～74 ㎝	勾配不良	自然排水不可	－
	南三陸町	60～69 ㎝	勾配不良	－	－
	石巻市	67～78 ㎝	勾配不良、侵入水、浸水	自然排水不可	－
	東松島市	38～47 ㎝	勾配不良	－	－
	利府町	28 ㎝	－	－	－
	亘理町	20～21 ㎝	－	－	－
	岩沼市	47 ㎝	－	－	－
	相馬市	23～29 ㎝	－	－	－

(3)　処理場･ポンプ場の被害（損傷）状況

（下水道地震・津波対策技術検討委員会が実施したアンケート調査結果（平成24年2月14日集計）に基づく）

(a)　被害要因

処理場及びポンプ場における被害要因割合は、場内施設の施設数で整理した図2.2.4-8に示す通り、津波による被害割合が半数以上であった。

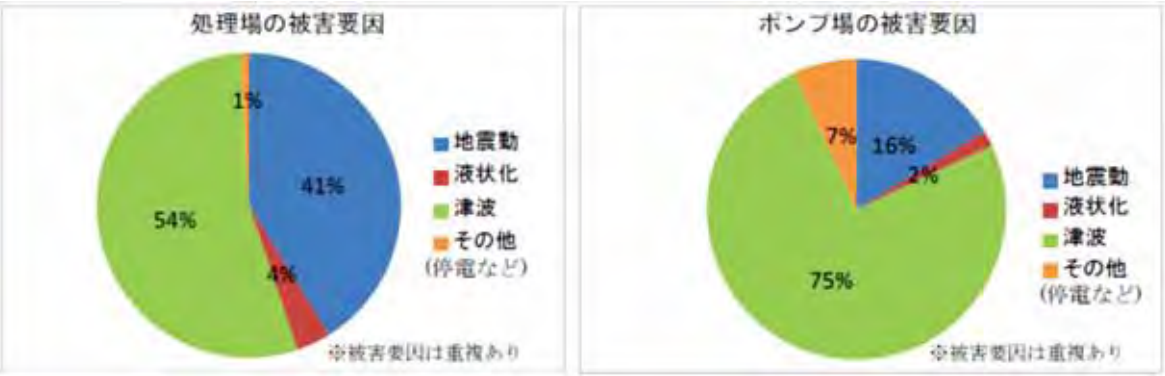


図2.2.4-8　処理場、ポンプ場における場内施設を対象とした被害要因割合

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

また、アンケート結果に基づく処理場の被害は、処理場数で整理した表 2.2.4-5 より、1 都 9 県に及び、被害要因別では、「地震動」による被害は 1 都 9 県すべてにおいて発生し、「液状化」による被害は岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県、東京都で発生した。また、「津波による波圧」「津波による漂流物」「津波による浸水」による被害は岩手県、宮城県、福島県で発生した。

表 2.2.4-5 アンケート結果に基づく被害総括表【処理場】

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

都道府県名	被災処理場数※1	被災要因別の被災処理場数※2				
		地震動	液状化	津波波圧	津波漂流物	津波浸水
青森県	2	2	0	0	0	0
岩手県	4	2	1	2	2	4
宮城県	21	17	2	8	6	7
福島県	7	5	1	1	1	2
茨城県	13	13	2	0	0	0
栃木県	4	4	1	0	0	0
埼玉県	2	2	0	0	0	0
千葉県	3	3	0	0	0	0
東京都	4	4	3	0	0	0
神奈川県	9	9	0	0	0	0

※1　被災処理場数は、被災要因が判っている処理場の数を示している。

※2　重複あり（1つの処理場で複数の被災要因を含むケースがあるため）

ポンプ場の被害は、ポンプ場数で整理した表 2.2.4-6 より、5 県で発生し、被害要因別では、「地震動」による被害は岩手県、宮城県、茨城県で発生し、「液状化」による被害は宮城県、茨城県で発生した。また、「津波による波圧」「津波による漂流物」「津波による浸水」による被害は 5 県すべてで発生した。

表2.2.4-6 アンケート結果に基づく被害総括表【ポンプ場】

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

都道府県名	被災ポンプ場数※1	被災要因別の被災ポンプ場数※2				
		地震動	液状化	津波波圧	津波漂流物	津波浸水
青森県	2	0	0	0	0	2
岩手県	5	1	0	1	1	5
宮城県	33	16	3	24	19	23
福島県	2	0	0	0	0	2
茨城県	6	3	1	2	0	2

※1　被災ポンプ場数は、被災要因が判っているポンプ場の数を示している。
※2　重複あり（1つのポンプ場で複数の被災要因を含むケースがあるため）

(b)　津波による被害

処理場及びポンプ場における被害要因割合で最も多かった津波による被害に着目した。

被害の詳細を把握するために、以下の施設を抽出し、被害傾向の分析を行った。

表2.2.4-7　被害傾向分析の対象施設

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

被害要因	処理場	ポンプ場
津波による波圧・漂流物	・南蒲生浄化センター(宮城県仙台市) ・県南浄化センター(宮城県) ・大船渡浄化センター(岩手県大船渡市)	・蒲生排水ポンプ場(宮城県仙台市) ・新町ポンプ場(宮城県名取市) ・石巻第6汚水中継ポンプ場(宮城県)
津波による浸水	・仙塩浄化センター(宮城県) ・石巻東部浄化センター(宮城県) ・大平下水処理場(岩手県釜石市) ・鹿島浄化センター(福島県南相馬市)	・北新田排水ポンプ場(宮城県仙台市) ・関上雨水ポンプ場(宮城県名取市) ・名取ポンプ場(宮城県) ・八戸市汚水中継ポンプ場(青森県八戸市)

（イ）　水処理施設の建物開口部（扉・窓）の被害

開口部被害の詳細が明らかになっている４処理場（南蒲生浄化センター、石巻東部浄化センター、大平下水処理場、県南浄化センター）、及び６ポンプ場（蒲生排水ポンプ場、石巻第６ポンプ場、北新田排水ポンプ場、閖上雨水ポンプ場、名取ポンプ場、八戸市汚水中継ポンプ場）を対象に、津波浸入方向と浸水深以下の開口部被害の関連を浸水深及び施設の配置方向とその扉・窓の開口部被害について整理した。結果を表 2.2.4-8 に示す。

津波浸入方向と浸水深以下の開口部被害については、以下の傾向が確認された。

表2.2.4-8 津波浸入方向と浸水深以下の開口部被害の関連

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

名称	施設名	浸水深 GL+	直角方向（海側）				斜め方向（海側）				直角方向（陸側）				斜め方向（陸側）				平行方向			
			扉		窓		扉		窓		扉		窓		扉		窓		扉		窓	
			総数	被害数	総数	被害数	総数	被害数	総数	被害数	総数	被害数	総数	被害数	総数	被害数	総数	被害数	総数	被害数	総数	被害数
南蒲生浄化センター	管理棟	4.0	1	1	5	5					2	2	4	2					1	1	3	3
	汚水ポンプ施設	10.5	2	2	11	11					0	0	16	16					4	4	4	4
	返送汚泥ポンプ室	7.0	1	1	9	9					0	0	9	9					3	3	4	4
	消毒棟	10.5	1	1	5	5					6	6	3	3					2	2	5	5
	特高受電棟	4.0	0	0	0	0					0	0	0	0					1	1	0	0
	自家発電機棟	4.0	0	0	0	0					0	0	0	0					6	0	0	0
	汚泥処理棟	4.0	4	4	9	9					6	3	9	5					11	6	13	5
	焼却炉棟	4.0	3	3	6	6					4	4	0	0					5	5	7	5
石巻東部浄化センター	管理棟	4.5					1	1	12	9					3	3	3	3				
	砂ろ過室	4.5					6	6	6	6					5	5	5	5				
	脱水機棟	4.5					1	1	6	6					4	4	7	5				
大平下水水処理場	管理棟	3.4					1	1	5	5					6	5	1	1				
	汚泥処理棟	3.4					3	3	2	2					2	2	4	4				
	滅菌棟	3.23					1	1	3	3					2	2	2	2				
県南浄化センター	管理棟	3.6	7	7	0	0					2	2	0	0					6	6	22	16
	沈砂池ポンプ棟	2.9	0	0	9	9					5	5	3	1					16	10	24	19
	塩素滅菌室	4.1	0	0	0	0					2	2	0	0					0	0	4	4
	自家発電機室	3.9	7	7	1	1					1	1	6	6					3	3	6	6
	機械濃縮棟	6.0	1	1	0	0					2	2	1	1					1	1	21	21
	送風機棟	3.7	1	1	0	0					0	0	0	0					4	4	19	16
	脱水機棟	5.7	8	8	3	3					5	5	6	6					1	1	15	15
蒲生排水ポンプ場	ポンプ棟	8.0	0	0	2	2					0	0	4	4					2	2	6	6
石巻第6ポンプ場	ポンプ棟	4.5	0	0	7	3					2	2	4	1					6	6	16	4
北新田排水ポンプ場	ポンプ棟	5.0	0	0	4	4					0	0	4	4					1	1	2	3
閖上雨水ポンプ場	ポンプ棟	3.6	2	2	1	1					0	0	0	0					0	0	0	0
名取ポンプ場	ポンプ棟	1.3	0	0	2	0					2	2	0	0					7	6	2	0
八戸市汚水中継ポンプ場	ポンプ棟	3.5					3	3	5	5					2	2	8	8				
合計			38	38	74	68	16	16	39	36	39	36	69	58	24	23	30	28	80	62	174	138
被害割合			100%		92%		100%		92%		92%		84%		96%		93%		78%		79%	
被害割合(2)			95%								90%								78%			
被害割合(3)			86%																			

※ 扉と窓の被害割合	扉　89%	窓　84%

（ロ） 水処理施設の開口部覆蓋の被害

水処理施設の開口部覆蓋の被害について、蓋の種類と被害割合を整理した。

・覆蓋または水槽開口部に蓋のある 12 施設のうち覆蓋の流出被害があったのは 9 施設（75%）

・被害のあった覆蓋で FRP、FFU（合成木材）製のものは 7 施設（被害割合 78%）

・被害のあった覆蓋で鋼製かグレーチングであったものは 2 施設（被害割合 22%）。基本的に二重覆蓋のあった施設に関しては、開口部覆蓋の被害はみられなかったが、石巻東部浄化センターの最初沈澱池では、二重覆蓋への浸水により FRP 製覆蓋が一部流出する被害があった。

FRP 製覆蓋などの比較的軽量な覆蓋は、津波による浸水での浮力作用により流出被害が生じ易い。

表2.2.4-9 水処理施設の開口部覆蓋の被害状況

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

処理場名	対象施設	二重覆蓋の有無	開口部覆蓋の材質	被害状況	蓋（または覆蓋あるもの）	被害があったもの	全体被害率	軽量蓋、覆蓋（FRP、FFU）被害	重量蓋、覆蓋（鋼製グレ）被害
南蒲生浄化センター	最初沈殿池		FRP	流出	1	1	100%	1	0
石巻東部浄化センター	最初沈殿池	有（RC）	FRP	一部流出	1	1	100%	1	0
	反応タンク	有（RC）	鋼製	被害無	1	0	0%	0	0
大船渡浄化センター	最初沈殿池		FFU	流出	1	1	100%	1	0
	反応タンク		FRP	流出	1	1	100%	1	0
	最終沈殿池		ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	流出	1	1	100%	0	1
	塩素混和池		ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	流出	1	1	100%	0	1
大平下水処理場	最初沈殿池		FRP	流出	1	1	100%	1	0
仙塩浄化センター	最初沈殿池	有（RC）	鋼製	被害無	1	0	0%	0	0
	反応タンク		鋼製	被害無	1	0	0%	0	0
県南浄化センター	最初沈殿池		FRP	流出	1	1	100%	1	0
	反応タンク		FRP	流出	1	1	100%	1	0
鹿島浄化センター	無		―	―	0	0	―	0	0
集計					12	9	75%	7	2
							被害割合	78%	22%

（ハ） 躯体の被害

被害傾向分析ケースにおいて表 2.2.4-10 の示すとおり、津波による全機能停止のあった施設は 16 施設で、そのうち RC 構造は 10 施設、鉄骨や鋼製構造は 6 施設であった。

RC 構造への被害については、主に波圧及び漂流物によるものと考えられる。また、3.5m以上の浸水深のあった処理場・ポンプ場で被害が発生している。鉄骨構造や鋼製のガスタンク等についても波圧及び漂流物が被害要因と考えられるが、鋼製のガスタンクの転倒流出被害については、浸水時の浮力作用による影響も要因と考えられる。

表2.2.4-10 躯体の構造形式における被害状況

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

処理場名	破壊された施設	構造	浸水深 (m)	津波被害要因 浸水	津波被害要因 波圧	津波被害要因 漂流物	機能状況 A 部分停止 B 一部停止 C 全停止	全機能停止施設数	RC	鋼製鉄骨
南蒲生浄化センター	第3ポンプ棟	RC	4.0～10.5		○		C	1	1	
	送風機棟	RC			○		C	1	1	
	ガスタンク	鋼製			○		C	1		1
石巻東部浄化センター	中間ゲート室	RC小規模	4.5		○	○	C	1	1	
	機材倉庫	鉄骨			○	○	C	1		1
	ガスボンベ室	RC小規模			○	○	C	1	1	
大船渡浄化センター	管理棟	RC	5.07	○	○	○	C	1	1	
	ポンプ棟	RC		○	○	○	C	1	1	
	電気室・倉庫	RC小規模		○	○	○	C	1	1	
大平下水処理場	無	無	3.4				－			
仙塩浄化センター	ガスタンク	鋼製	1.5～2.0		○		C	1		1
県南浄化センター	ガスタンク	鋼製	4.1		○		C	1		1
	倉庫	鉄骨			○		C	1		1
	汚泥燃料化施設	鉄骨		○	○	○	C	1		1
鹿島浄化センター	無	無	1.7～2.8				－			
蒲生排水ポンプ場	ポンプ棟	RC	8.0		○	○	A			
名取市新町ポンプ場	ポンプ棟	鉄骨	不明	○	○	○	A			
石巻第6ポンプ場	新ポンプ棟	RC	4.5	○	○	○	C	1	1	
	旧ポンプ棟	RC		○	○	○	C	1	1	
北新田排水ポンプ場	ポンプ棟	RC	5.0		○	○	A			
閖上雨水ポンプ場	無	無	2.5				－			
名取ポンプ場	無	無	1.3				－			
八戸市汚水中継ポンプ場	ポンプ棟	RC	3.5		○		C	1	1	
集計								16	10	6

（ハ）　機械設備の被害

機械設備の被害傾向分析は、機械設備の種別毎の整理が可能（資料が取り揃っている）な２処理場（石巻東部浄化センター、大平下水処理場）、及び３ポンプ場（石巻第６ポンプ場、閖上雨水ポンプ場、名取ポンプ場）を対象に実施した。整理結果を表 2.2.4-11 に示す。

機械設備の場合は、部品の交換や分解整備といった補修で半数の 50%が対応可能である結果となっている。また、このうち、更新(撤去し１ 式取り換え)の割合が高い設備は、ブロア類や濃度計類（蓋、タンク水槽除く）である。逆に、補修や無被害の割合が特に高かった設備としては、ゲート・可動堰やクレーン等搬出入機械が挙げられる。

なお、電動機はポンプに付属するものであり機械設備とする。制御盤はポンプ用のものは機械設備とする。

表2.2.4-11 機械設備の被害程度の傾向

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

機械設備	被害程度（査定結果）		
	更新	補修	無被害
ポンプ・電動機	79	90	5
弁類	41	46	2
配管類（雑排水管、ダクト管）	6	10	1
クレーン等搬出入機械	7	13	8
ゲート、可動堰	5	53	40
スクリーン、自動除塵機など沈砂池設備やろ過設備	19	35	7
攪拌機、掻寄機、掻上機	13	28	2
ブロア（ばっ気装置、空気発生機）	35	10	3
タンク、水槽（加圧水槽、次亜塩タンク他）	6	17	4
蓋（FRP蓋、スクリーン蓋）	6	1	0
濃度計、流量計	9	0	0
脱臭装置	3	6	4
制御盤類	11	1	0
汚泥脱水機	2	13	5
給水ユニット、ガスユニット、除湿機その他	10	3	0
集計	252	326	81
割合	38%	50%	12%

（ニ）　電気設備の被害

電気設備の被害傾向分析は、７処理場（南蒲生浄化センター、石巻東部浄化センター、大船渡浄化センター、大平下水処理場、仙塩浄化センター、県南浄化センター、鹿島浄化センター）、及び７ポンプ場（蒲生排水ポンプ場、新町ポンプ場、石巻第６ポンプ場、北新田排水ポンプ場、閖上雨水ポンプ場、名取ポンプ場、八戸市汚水中継ポンプ場）を対象に実施した。以下より整理結果を示す。

被害傾向分析対象の施設の中で、電気設備の被害を受けていないものを表2.2.4-12に示す。これらは、1 階施設で施設の防水性が高く内部が浸水しなかったものや 2 階に設置されていて浸水を受けなかった施設である。

表2.2.4-12 電機設備での被害を受けなかった要因

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書　国土交通省

施設名	被害を受けなかった建屋と電気設備	理由
南蒲生浄化センター	自家発電気室 1 階（自家発電装置，発電機盤）	建屋の防水性のため
石巻東部浄化センター	脱水機棟２階（現場盤） 管理棟２階発電気室（自家発電設備）	ＦＬが浸水深より高いため
鹿島浄化センター	機械棟１階電気室	電気室の防水性のため
閖上雨水ポンプ場	ポンプ棟 2 階監視制御室（計装盤，操作盤，共通制御盤）	ＦＬが浸水深より高いため
八戸市汚水中継ポンプ場	ポンプ棟２階ホッパー室（ホッパー重量計）	ＦＬが浸水深より高いため

3) 調査結果のまとめ

管きょ被害では、液状化による被害が顕著で全体のおよそ 9 割を占めた。また、人孔被害では、液状化による被害が約 7 割と高い割合であった。

地域特性としては、「地震動」及び「埋戻し部の液状化」による管路被害は宮城県が最も多い。また、「周辺地盤の液状化」による管路被害は大半が千葉県及び茨城県で発生した。

処理場被害では、津波による被害において、地震による被害に比べて電気設備の被害が多くなる傾向にあった。また、津波被害を受けた処理場は津波以外で被害のあったものより機能復旧までの時間（機能停止時間）が長期化する傾向にあった。

海岸からの距離による被害傾向としては、距離が短いほど全機能停止被害が大きい傾向にあった。また、被害要因としても海岸からの距離が短いほど波圧が多い傾向にある。

さらに、津波による浸水深が 1m を超えると全機能停止が半数を超える傾向にあり、浸水深が 0～4m までは機械または電気の被害が主体となっている。

ポンプ場被害でも同様に、津波被害において、地震による被害に比べて、電気設備の被害が多くなる傾向にあった。また、海岸からの距離と被害程度との関係においては、距離に関わらず全機能停止の割合が高かった。

浸水深との関係においては、浸水深に関係なく全機能停止の割合が多く、機械・電気工種の被害割合が高かった。これらの理由は、地下にあるポンプ場の主な設備において、浸水対策を講じていなかったためと考えられる。一方で、1 階施設で施設の防水性が高く内部が浸水しなかったものや 2 階に設置されていて浸水を受けなかった施設では被害は最小限であった。

参考文献および参考資料

1)下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書
東日本大震災における下水道施設被害の総括と耐震・耐津波対策の現状を踏まえた今後の対策のあり方　　平成 24 年 3 月　　国土交通省
http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000170-1.html

2)東日本大震災における下水道の被害と対応
平成 23 年 5 月 25 日　国土交通省下水道部
http://www.21water.jp/k1/2011sp/20110525isii.pdf

3)東日本大震災における下水道施設の被害
国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部
http://www.zenken.com/kensyuu/kousyuukai/H23/575/575_yokota.pdf

4)「甦れ みやぎの下水道　～東日本大震災からの復旧の記録～」
平成 23 年 3 月　宮城県土木部下水道課
http://www.pref.miyagi.jp/gesui/70_saigai/yomigaere_honpen.pdf

2.2.5　情報通信施設

1)　はじめに

情報通信施設は、基地局や中継局などの施設ならびにケーブルなどの伝達経路に関する施設から構成されている。

これらの多くは民間事業者によって管理･運営されているため、施設ごとの詳細な損傷情報を見出すことは難しく、機能停止情報ならびに復旧プロセスの情報が中心となっている。

これらの事業者の監督官庁である総務省により、被害（機能停止）に関する情報が白書（「平成 23 年度情報通信白書」）に取りまとめられているほか、国交省東北地整関連の情報通信施設の調査結果が報告されている。

したがって、情報通信施設に関する調査報告は、総務省白書や民間事業者報告による被害（機能停止）情報を中心に、損傷状況（写真）を加味して取りまとめることとする。

調査資料を以下に示す。

①　平成 23 年版　情報通信白書　　総務省

http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h23/pdf/n0010000.pdf

機能停止状況について全国集計

主な設備（分類）

・通信ビル内設備　　・地下ケーブル・管路　　・架空ケーブル

・固定通信　　・移動通信（携帯電話）

②　建設電気技術協会東日本大震災被害調査団　電気通信施設被害調査報告書（第一、二次報告）　　平成 23 年 5 月　　社団法人 建設電気技術協会

http://www.kendenkyo.or.jp/pdf/topics/higashinihon_report.pdf

国交省が整備運用する河川･道路管理用電気通信施設を対象

主な設備（分類）

・無線（多重無線通信設備）　　・情報処理施設　　・光ファイバ設備

・通信鉄塔　　・電力設備（通信系）

③　東日本大震災における情報通信分野の主な取組

～被害の状況・応急復旧措置の概要と今後の課題～

立法と調査 2011.6 No.317（参議院事務局企画調整室編集・発行）

http://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou_chousa/backnumber/2011pdf/20110601044.pdf

全国集計

主な設備（分類）: 固定通信、移動通信（携帯電話）

④　情報通信分野における東日本大震災による被害状況とこれまでの復旧状況

2011 年　6 月 6 日　　総務省

http://www.soumu.go.jp/main_content/000117341.pdf

⑤　東日本大震災における通信の被災状況、復旧等に関する取り組み状況
2011 年　9 月 29 日　　総務省総合通信基盤局
http://www.bousai.go.jp/3oukyutaisaku/higashinihon_kentoukai/4/soumu.pdf

⑥　東日本大震災における地方公共団体情報部門の被災時の取組みと今後の対応のあり方に関する調査研究報告書　平成 24 年 3 月　財団法人 地方自治情報センター
https://www.lasdec.or.jp/cms/resources/content/26859/all.pdf
岩手県･宮城県･福島県
・固定通信　　・移動通信（携帯電話）　・業務系ネットワーク

⑦　東日本大震災による通信サービス被害と復旧・復興への取組み
2011 年 6 月 15 日東日本電信電話株式会社
http://www.riec.tohoku.ac.jp/sympo201106/pdf/3-2_oka.pdf

⑧　東北地方太平洋沖地震による被害・復旧状況及び今後の見通しについて
2011 年 3 月 30 日　日本電信電話株式会社
http://www.ntt-east.co.jp/release/detail/pdf/20110330_01_02.pdf

⑨　東北地方太平洋沖地震への対応状況（復旧計画）について
2011 年 3 月 30 日　株式会社 NTT ドコモ
http://www.ntt-east.co.jp/release/detail/pdf/20110330_01_04.pdf

⑩　東北地方太平洋沖地震による被害・復旧状況（ﾆｭｰｽﾘﾘｰｽ）
2011 年 3 月 30 日　　NTT グループ
http://www.ntt.co.jp/news2011/1103/110330a.html
上記⑤～⑦掲載

⑪　東日本大震災への対応状況と今後の見通しについて
2011 年 4 月 8 日　KDDI 株式会社
http://www.kddi.com/corporate/news_release/2011/0408/pdf/besshi2.pdf

⑫　東日本大震災における通信施設被害
2011 年 11 月　土木学会誌　　東洋大学教授　鈴木崇伸

2) 調査結果

(1) 被害概要

東日本大震災では、国民生活上の重要なライフラインである、情報通信インフラにも甚大な被害が発生した。

通信網については、東北・関東地方を中心に、回線の途絶や、停電等により情報通信機器が使用できなくなるなどの被害が発生した。また、東日本大震災による情報通信産業等への被害は、経済へも大きな影響を与えた。

(2) 固定通信の被害

地震や津波による、通信ビル（通信設備を設置するビル）自体・ビル内の設備の損壊・水没、中継伝送路（中距離伝送路）の切断、電柱の倒壊、架空ケーブルの切断等の被害に加え、商用電源の途絶等が重なり、通信各社合計で約 190 万回線のサービスが影響を受けた。通信各社の被害状況を下表に示す。

表2.2.5-1 東日本大震災に伴う固定電話サービスの被害状況

出典：東日本大震災における情報通信分野の主な取組 参議院事務局企画調整室

事業者	種別	被害状況	
		震災直後	2011/5/16 状況（復旧率）
NTT 東日本	加入電話	約 883,000 回線	約 10,300 回線（約 99%）
	ISDN	約 125,000 回線	約 1,300 回線（約 99%）
	フレッツ光	約 513,000 回戦	約 2,300 回線（約 99%）
NTT コミュニケーションズ	専用線	17,384 回線	115 回線（約 99%）
	中継回線（仙台）	寸断	仮復旧
KDDI	メタルプラス	141,000 回線	約 1,300 回線（約 99%）
	au ひかり	119,000 回線	
	au one net	130,000 回線	
	VPN・専用線	13,642 回線	
	中継回線	寸断	復旧
	海底ケーブル	寸断	復旧（迂回路）
ソフトバンクテレコム	アナログ電話・ISDN	31,000 回線	115 回線（約 99%）
	専用線	2,000 回戦	13 回線（約 99%）

NTT 東日本では、最大 385 の通信ビルが浸水･流出などの被害を受け、約 152 万回線が罹障した。各エリアの被害状況は以下の通りである。

〈宮城エリア〉

通信ビル数：164 ビル　固定電話総加入者数：約 56 万回線

罹障ビル数：153 ビル　罹障回線数：約 49 万回線

〈岩手エリア〉

通信ビル数：197 ビル　固定電話総加入者数：約 36 万回線

罹障ビル数：118 ビル　罹障回線数：約 18 万回線

〈福島エリア〉

通信ビル数：197 ビル　固定電話総加入者数：約 51 万回線

罹障ビル数：　39 ビル　罹障回線数：約 11 万回線

また、電柱の流出・折損が約 6.5 万本（沿岸部）、中継伝送路が 90 ルート断絶（原発エリア除く）、架空ケーブルの損傷が約 6,300km（沿岸部）であった。

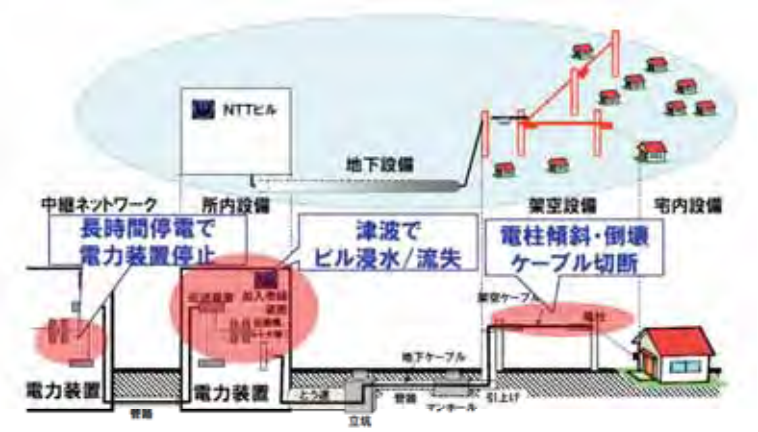


図2.2.5-1　NTT東日本の設備構成と被災の概要

出典：東日本大震災による通信サービス被害と復旧・復興への取組み　東日本電信電話株式会社

通信ビルの被害状況（宮城県　志津川ビル）

中継ケーブルの流出（岩手県　気仙大橋）

写真2.2.5-1　固定電話施設の被害

出典：東日本大震災による通信サービス被害と復旧・復興への取組み　東日本電信電話株式会社

(3)　移動通信の被害

地震や津波による、携帯電話基地局の倒壊・流失や、光ファイバ等のエントランス回線（基地局と交換局を結ぶ回線）の故障・切断、商用電源の途絶の長期化による非常用電源の枯渇により、通信各社合計で約２万９千の基地局が停波した。各社とも、４月中の復旧を目標に復旧活動を行った結果、４月末には、福島第一原発等の対応困難エリアを除いて、基地局はほぼ復旧し、携帯電話の通話エリアについては震災発生前と同等レベルまで回復した。５月 16 日現在で、復旧率は 96%以上となっている。

表2.2.5-2 東日本大震災に伴う携帯電話・ＰＨＳ基地局の被害状況等

出典：東日本大震災における情報通信分野の主な取組　参議院事務局企画調整室

事業者	被害状況	
	震災時の被害状況（最大）	2011/5/16 状況（復旧率）
NTT ドコモ	6,720 局	306 局（約 95%）
KDDI（au）	3,680 局	110 局（約 97%）
ソフトバンクモバイル	3,786 局	77 局（約 96%）
イー・モバイル	704 局	全て復旧
ウィルコム	13,760 局	494 局（約 96%）

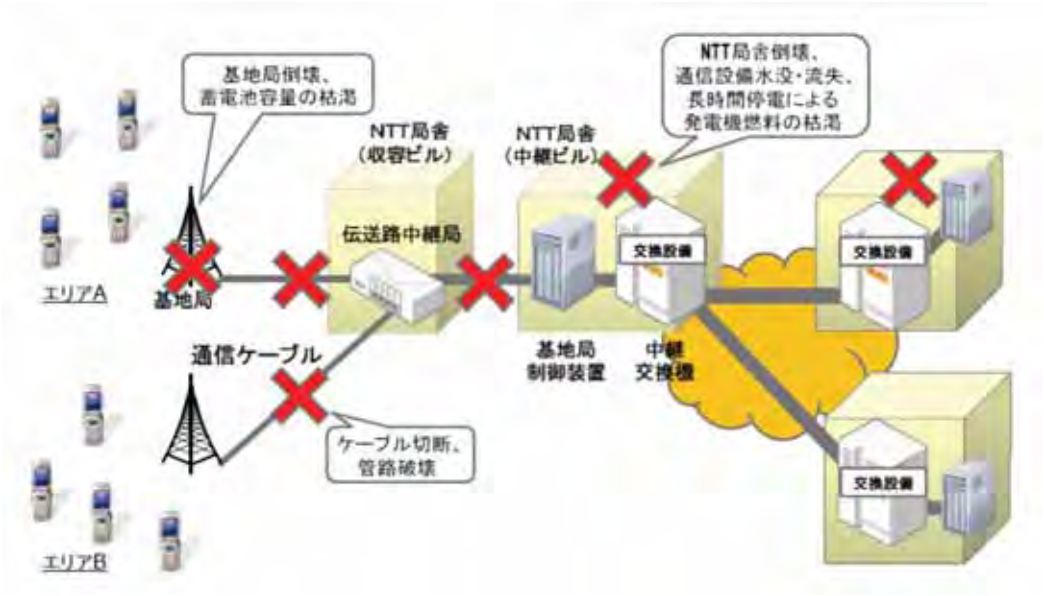


図2.2.5-2　移動通信の被災の概要

出典：東日本大震災における通信の被災状況、復旧等に関する取り組み状況
総務省総合通信基盤局

基地局設備（宮城県 松島野蒜設置）　　伝送設備（岩手県野田村設置）

写真2.2.5-2　移動通信設備の被害状況

出典：東北地方太平洋沖地震への対応状況（復旧計画）について　株式会社 NTT ドコモ

(4)　海底ケーブルの被害

海外との通信ネットワークを支えている海底ケーブルは、関東を拠点として、茨城沖や銚子沖の海底に敷設されていたため、切断などの被害が発生した。さらに、地上部の陸揚局の被災も発生し、日米間、日アジア間の通信に支障が発生し、迂回措置等の応急対策が行われた。

図2.2.5-3　海底ケーブルの被災状況

出典：東日本大震災への対応状況と今後の見通しについて　KDDI 株式会社

写真2.2.5-3　　海底ケーブル陸揚局の被災状況（JIH仙台局舎）

出典：東日本大震災への対応状況と今後の見通しについて　KDDI 株式会社

(5)　河川･道路管理用電気通信施設（国土交通東北地方整備局）の被害

岩手県一関市、宮城県大崎市、仙台市、岩沼市、福島県福島市、郡山市等に位置する東北地方整備局（本局）、河川・国道事務所、出張所、無線中継所を中心とした河川・道路管理用電気通信施設（主に多重無線通信装置、光ファイバ等）においては、津波襲来地区など一部の施設において機能停止する等の被害があったものの、その他の地域、設備においては防災情報伝達手段として十分な機能を発揮した。

(a)　多重無線通信設備の被害

運用停止に至る不具合は北上川下流事務所（北上川下流局）の箆岳中継所向けのアンテナのずれ（20cm 程度ずれた形跡を確認）のみであった。

他の施設・設備においては、同様のアンテナ方向ずれ、地震時の振動によるストラクチャのずれに伴うフレキシブル導波管の歪み等が一部の施設で見られたものの、地震動による顕著な被害、架の歪み架列間の床面、架上部のずれ等は見られなかった。

ただし、運用上支障となる過大な挙動変化の形跡は見当たらなかったものの、ストラクチャ、ストラクチャへの各架の取り付けにおいて十分な強度を有しているとはいえない施工・施工法も一部において見受けられた。

写真2.2.5-4　北上川下流局の被害状況

出典：電気通信施設被害調査報告書　社団法人 建設電気技術協会

(b)　光ファイバ設備の被害

搭載架、搭載機器の外観異常、倒壊、傾き等は見られず、地震による振動、地盤沈下、液状化などによる配管・線路類の被害は少ないとの報告がなされているが、津波被害は甚大で、津波被害を受けた地区における露出配管類は全損状態に近い。加えて、地中埋設配管箇所においても道路構造が盛土、擁壁等で段差を形成している個所にあっては甚大な被害を受けている。

写真2.2.5-5　光ファイバ管路の被害状況

出典：電気通信施設被害調査報告書　社団法人 建設電気技術協会

(c)　CCTV カメラ設備の被害

地震動の影響による機器の移動・転倒はなかったが、屋内架のぐらつき、実装機器の収納棚からのずれ、付属機器の一部落下があった。津波被害を直接受けているところは、水没・装置倒壊の被害を受けており、再使用ができない状況であった。

【釜石市大浜渡橋付近　情報板カメラ端末】
情報盤基礎の土が津波で流されている。

【宮古市金浜宮古南付近　カメラ端末】
・点検台の手摺にタオルがひっかかっており、水没した可能性あり。
・基礎含め外観上の問題は特に無いが、機側装置の壁根が歪んでいる。

【気仙沼国道維持出張所】
・中継所の2階まで水没しており、CCTV制御装置も水没している。
・赤のラインまで水没している跡あり。

【気仙沼国道維持出張所】
・事務室（1階建て）はすべて津波で流された。

写真2.2.5-6　CCTVカメラ設備の被害状況

出典：電気通信施設被害調査報告書　社団法人 建設電気技術協会

(d)　通信鉄塔の被害

北上川下流河川事務所他、5 ヶ所の調査において、いずれも地震動による顕著な構造上の損傷は見当らなかった。ただし、北上川下流河川事務所と箟岳無線中継所鉄塔のアンカーボルトに緩みが生じていたため、ボルトの増し締めが必要である。

特に、北上川下流河川事務所は鉄塔北側のアンカーボルトが 3 本（0.5～2mm）浮いていた。地震時の動的荷重（繰返し変動荷重）によりアンカーボルトの一部に降伏点を超えるような引張りが生じ、若干塑性化したと思われる。また、4 ヶ所で鉄塔柱脚部の仕上げモルタルに割れが生じていた。地震動、凍結のいずれが要因かは不明であるが、仕上げモルタルはアンカーボルトを保護するものであるため補修が必要である。

地震における鉄塔の被害が少なかった要因として、短周期成分が卓越した強震動であったことが考えられる

写真2.2.5-7　通信鉄塔の被害状況

出典：電気通信施設被害調査報告書　社団法人 建設電気技術協会

(6)　放送関係の被害

テレビについては、震災後最大で 146 か所の中継局が停波となった。また、ラジオについては、震災発生後最大で６か所の中継局が停波した。いずれも、震災から約２ヵ月後の５月 16 日時点では、宮城県のアナログ中継局３か所、デジタル中継局１か所を除き、復旧した。なお、宮城県南三陸町志津川新井田デジタル中継局は津波により完全流出している。

ケーブルテレビ局については、特に被害が大きかった太平洋沿岸の 3 社（岩手県釜石市の三陸ブロードネット、宮城県の気仙沼ケーブルネットワーク、同県塩釜市の宮城ケーブルテレビ）を中心に、局舎の流出・浸水、ヘッドエンド（ケーブルテレビ局の送出設備）の消失、伝送路・幹線の壊滅・損壊等の被害を受けた。

表2.2.5-3　放送施設の被害状況

出典：東日本大震災における情報通信分野の主な取組　参議院事務局企画調整室（改）

県別	被害状況			
	震災後の被害状況（停波局の最大値）		2011 年 5 月 16 日時点の被害･復旧状況	
	テレビ中継局	ラジオ中継局	テレビ中継局	ラジオ中継局
青森県	29 か所	なし	復旧済み	なし
岩手県	48 か所	3 か所	復旧済み	復旧済み
宮城県	27 か所	1 か所	3 か所(注 1)	復旧済み
秋田県	21 か所	なし	復旧済み	なし
山形県	16 か所	なし	復旧済み	なし
福島県	5 か所	2 か所	復旧済み	復旧済み

注１　テレビ中継局のうち、デジタル放送については、1 か所を除いて全て復旧済み

注２　福島第 1 原発警戒区域内(半径 20km 圏内)にある、テレビ・ラジオ中継局各 1 か所について、停波中である旨を確認（2011 年 5 月 16 日時点）

3)　情報通信施設の震災被害のまとめ

東日本大震災では阪神淡路大震災に比較して格段に広範囲で通信支障が生じた。その要因として、第一に通信ビルやアンテナ、通信ケーブルなどの通信施設自体の損傷･故障によるものである。第二に停電の影響がある。通信サービスは電気装置の集合体で構成されているため、商用電源の途絶により、利用が不可能となる。第三に輻輳の問題がある。前者の二つに比較して、設備容量を超える通信の集中という二次的な支障である。

上記のうち、一時的な被害である通信施設の損傷･故障において、揺れによる被害は顕著ではなかったものの、津波による被害は、施設そのものの流出など、極めて大きなものであった。

揺れに対する対応は、阪神･淡路大震災を教訓として、ビルの耐震化などによる効果が見られたが、大規模な津波については、ハード面のみの対策では対応は困難と思われる。通信の確保に対しては、衛星回線や多ルート化、ネットワーク化など、柔軟な対応が不可欠である。

参考文献および参考資料

1)平成 23 年版　情報通信白書　　総務省
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h23/pdf/n0010000.pdf

2)建設電気技術協会東日本大震災被害調査団　電気通信施設被害調査報告書
（第一、二次報告）　　平成 23 年 5 月　　社団法人 建設電気技術協会
http://www.kendenkyo.or.jp/pdf/topics/higashinihon_report.pdf

3)東日本大震災における情報通信分野の主な取組
～被害の状況・応急復旧措置の概要と今後の課題～
立法と調査 2011.6 No.317（参議院事務局企画調整室編集・発行）
http://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou_chousa/backnumber/2011pdf/20110601044.pdf

4)東日本大震災による通信サービス被害と復旧・復興への取組み
2011 年 6 月 15 日東日本電信電話株式会社
http://www.riec.tohoku.ac.jp/sympo201106/pdf/3-2_oka.pdf

5)東北地方太平洋沖地震による被害・復旧状況及び今後の見通しについて
2011 年 3 月 30 日　日本電信電話株式会社
http://www.ntt-east.co.jp/release/detail/pdf/20110330_01_02.pdf

6)東北地方太平洋沖地震への対応状況（復旧計画）について
2011 年 3 月 30 日　株式会社 NTT ドコモ
http://www.ntt-east.co.jp/release/detail/pdf/20110330_01_04.pdf

7)東日本大震災への対応状況と今後の見通しについて
2011 年 4 月 8 日　KDDI 株式会社
http://www.kddi.com/corporate/news_release/2011/0408/pdf/besshi2.pdf

8)東日本大震災における通信施設被害
2011 年 11 月　土木学会誌　　東洋大学教授　鈴木崇伸

2.2.6　共同溝施設

1)　はじめに

共同溝は、ガス、電気、上下水道などのライフラインを道路の下にまとめて収納する施設である。一般的には幹線ライフラインを収容する比較的大断面のトンネル状の構造物を指すが、一般家庭に供給する支線を収容する供給管共同溝、また電線や光ファイバーといった電気通信設備のみを収容する小型の電線共同溝などもある。東京都区内では完成延長 117km（平成 24 年 4 月現在）であるのをはじめ、全国の主要都市で共同溝が供用されている。

共同溝は主に幹線道路下に設置されるため、所轄は国土交通省となっている。よって、被害調査にあたっては、国土交通省の資料を中心に検索した。また、学会調査資料も参考とした。

調査資料を以下に示す。

①　国土交通省：災害情報　東日本大震災（第 1 報～第 105 報）
- 対象地域：全国
- 調査施設：共同溝
- 調査内容（損傷状況）：被害形態、件数

②　土木学会：東日本大震災被害調査団（地震工学委員会）緊急地震被害調査報告書
http://committees.jsce.or.jp/report/node/43
- 対象地域：全国
- 調査施設：共同溝
- 調査内容（損傷状況）：被害形態、件数

2)　調査結果

(1)　被害概要

共同溝の被害は、あまり報告されていない。唯一首都圏において、調査資料 1）（第 105 報）の「港湾施設の被害状況」という項目の中に「川崎港東扇島地区：共同溝内亀裂による漏水」という記述がみられるのみである。ただし被災地では津波等によるその他の被害が甚大であったため、機能停止を伴わない軽微な被害については報告されていない可能性もある。

また、一般の共同溝ではなく、浄水施設内に敷設された共同溝において浮き上がり、目地ずれなどの顕著な被害が報告されている。

(2)　被害の詳細

(a) 川崎港東扇島地区の被害

川崎港東扇島地区には、国道 357 号が通っており、その地下に共同溝が埋設されている。その共同溝に亀裂による漏水被害が生じたものと考えられる。この地域では液状化等の発生も報告されており、地盤変状により共同溝躯体に亀裂が生じた可能性があるが、詳細が記載された資料等が入手できていないため、ヒアリング等に

よる詳細な調査が必要である。

(b)　茨城県鰐川浄水場の被害

茨城県企業局鹿行水道事務所の鰐川浄水場では、敷地内一帯にわたり深刻な液状化の被害に見舞われた。土木学会の調査[2)]によれば、南北に敷設された共同溝の内、南側（上水側、写真１参照）では約 50cm の躯体隆起および約 50cm の周辺地盤の沈下がみられたとのことである。写真２（左）では相対的に地盤と共同溝の変位が 1m 近くに達していることがわかる。共同溝はほぼ一様に隆起し、躯体そのものの損傷は見られないようである。一方、共同溝の目地部において目開きが生じ、土砂が流入したことが報告されている（写真２（右））。

写真１　鰐川浄水場（2011年3月12日時点）その１

出典：土木学会：東日本大震災被害調査団（地震工学委員会）緊急地震被害調査報告書（資料②）

上水施設側の共同溝の浮上　　工水側共同溝の内部）

写真２　鰐川浄水場（2011年3月12日時点）その２

出典：土木学会：東日本大震災被害調査団（地震工学委員会）緊急地震被害調査報告書（資料②）

3)　調査結果のまとめ

文献による調査では、首都圏をはじめとする今回の震災の被災地で供用されている共同溝は少なくないにも関わらず、ライフラインの機能停止におよぶような甚大な被害はなかったといえる。このことから、地下に埋設された共同溝が、当初の目的の一つである地震などの災害に強い都市づくりに貢献していることが明らかとなった。

一方で、軽微な被害は生じている可能性があり、その被害の程度や被災形態について、さらに調査を進める必要がある。

参考文献および参考資料

1)国土交通省：災害情報　東日本大震災（第 1 報～第 105 報）

2)土木学会：東日本大震災被害調査団（地震工学委員会）緊急地震被害調査報告書
http://committees.jsce.or.jp/report/node/43

2.2.7　道路関連施設

1)　はじめに

道路関連施設は、高速道路・直轄国道・補助国道・県道などであり、これらの管理者は国土交通省、東・中・西日本高速道路(株)（略称：NEXCO)、地方公共団体が主である。よって、被害調査にあたっては、国土交通省、NEXCO、国土技術政策総合研究所、土木研究所等の資料および土木関連雑誌類を中心に検索した。また、学会調査資料も参考とした。

調査資料を以下に示す。

① 道路施設における被害の特徴と復旧の現状　　平成 24 年 4 月　　基礎工

② 「東日本大震災と道路」パネル展～救急・救助のための緊急輸送路確保～
国土交通省東北地方整備局
http://www.thr.mlit.go.jp/road/jisinkannrenjouhou_110311/panel/pdf/panel.pdf

③ 高速道路における被害の特徴と復旧の現況　　平成 24 年 4 月　　基礎工

④ 東北地方太平洋沖地震による道路の復旧経緯　国土交通省 HP
http://www.mlit.go.jp/road/bosai/20110404/pdf/3.pdf

⑤ 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震土木施設被害調査速報、国総研資料第 646 号、土木研究所資料 4220 号　　平成 23 年 7 月　　国土技術政策総合研究所、（独）土木研究所

⑥ 東北地方太平洋沖地震における道路関係施設の被災状況　東北地方整備局道路部
平成 23 年 3 月 24 日現在

⑦ 東日本大震災における釧路道路事務所の対応－津波による通行規制状況と旭アンダーパスの道路復旧作業について
国土交通省北海道開発局第 55 回（平成 23 年度）北海道開発技術研究発表会
平成 24 年 2 月

⑧ 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震 被災状況（道路）
国土技術政策総合研究所　　平成 23 年 3 月 17 日現在

⑨ 道路橋の被災状況とその特徴
国土技術政策総合研究所、（独）土木研究所　「東日本大震災」調査報告会

⑩ 地震時における地盤災害の課題と対策 2011 年東日本大震災の教訓と提言（第二次）　（公）地盤工学会　　2012 年 6 月

2) 調査結果

(1) 被害概要

道路関係施設の被害は、東北および関東地方の広範囲にわたり、直轄国道 69 区間、都道府県等管理国道 102 区間、都道府県道等 539 区間で被災により通行止めとなった [1),2)]。また、東日本高速道路(株)（NEXCO 東日本）が管理する高速道路は、高速道路 15 路線が通行止めとなり、本震・余震を含め東北地方から関東地方の管理延長約 3,600km・42 路線のうち 20 路線・870km という広範囲で交通の支障となる被害が発生した [1),3)]。

車両交通に支障をきたした道路の主な被害を以下に列記する。

- 津波による橋梁の流出
- 津波によるアンダーパスの浸水
- 津波による橋台背面盛土の流出
- 津波による路面へのガレキ流入
- 地震動による盛土の崩壊・路肩沈下、切土区間の崩壊、自然斜面の崩落
- 地震振動による橋梁の損傷
- 地震動による構造物接続部の段差の発生
- 液状化による路面クラックおよび段差の発生、盛土の沈下、噴砂の堆積

（上記以外にも被害の程度が小さいものや局所的なものは生じている。）

図 1 および 2 は、直轄国道の主な被災状況を示したものである。震災直後から太平洋側の主要道路が震災による被害で通行止めとなり、交通が分断されたことが分かる。このような状況下で、震災当時は緊急輸送路の早期確保のため、「くしの歯」作戦に代表される賢明な道路啓開、応急復旧が行われた（表 2.2.7-1 参照）。

図2.2.7-1 国道45号の被災箇所

出典：「東日本大震災と道路」パネル展　　国土交通省東北地方整備局

図2.2.7-2　国道4・6号の被災箇所

出典：「東日本大震災と道路」パネル展　　国土交通省東北地方整備局

表2.2.7-1 道路復旧の経緯

出典：東北地方太平洋沖地震による道路の復旧経緯　国土交通省 HP

時間経過	高速道路 （東北道・常磐道）	直轄国道		東西方向国道 （くしの歯 全16ルート）
		4号	45号	
発災 (3/11)	全線通行止め 点検実施	点検実施 →2区間通行止め	点検実施	
発災1日後 (3/12)	東北道（浦和 IC～碇ヶ関 IC）緊急車両通行可能 東北道（碇ヶ関 IC～青森 IC）通行止め解除 常磐道（三郷 JCT～いわき中央 IC）緊急車両通行可能	1区間：通行止め解除（那須塩原市内） 1区間：迂回路確保（福島市内）	→被災区間の確認概ね終了	11ルート 確保
発災2日後 (3/13)			啓開作業90%完了	
発災3日後 (3/14)				14ルート 確保
発災4日後 (3/15)			岩手県久慈市～大槌町間通行可能	15ルート 確保
発災5日後 (3/16)	常磐道（三郷 JCT～水戸 IC） 一般車両通行可			
発災6日後 (3/17)	以後、徐々に通行可能車種・区間が拡大			
発災7日後 (3/18)		全線通行可能	啓開作業概ね終了	
発災8日後 (3/19)			以後、津波堆積物堆積箇所、橋梁損傷個所等を徐々に復旧	
発災9日後 (3/20)				
発災10日後 (3/21)				
発災11日後 (3/22)	東北道（宇都宮 IC～一関 IC）大型車両等通行可能			
発災12日後 (3/23)				
発災13日後 (3/24)	東北道全線一般車両通行可能			
発災14日後 (3/25)				
発災21日後 (4/1)	常磐道全線一般車両通行可能（原発規制区間除く）			
残り通行止め区間等 (4/18現在)	常磐道 （いわき四倉 IC～常磐富岡 IC） ※原発規制区間		橋梁損傷　：2区間 法面崩落等：2区間 ※いずれも迂回路確保済み	1ルート （福島県双葉町）

(2)　被害の詳細

ここで示す被害の詳細は、「1）被害概要」に記載した「車両交通に支障をきたした道路の主な被害」の項目に基づき被災状況の一部を調査資料より抜粋し示すこととする。

(a)津波による橋梁の流出

宮城県気仙沼市　国道 45 号　橋梁の流出状況②

宮城県気仙沼市　国道 45 号　橋梁の流出状況②

写真2.2.7-1　津波による橋梁の流出

出典：東北地方太平洋沖地震における道路関係施設の被災状況　東北地方整備局道路部

(b)　津波によるアンダーパスの浸水

アンダーパスの浸水状況＜平常時＞)

アンダーパスの浸水状況＜冠水時＞
※ 釧路川の水位上昇で旭アンダーパスが冠水

写真2.2.7-2　北海道釧路市　国道44号 旭アンダーパス

出典：東日本大震災における釧路道路事務所の対応　　国土交通省北海道開発局

(c)　津波による橋台背面盛土の流出

橋台背面盛土の流出状況　岩手県大槌町　国道 45 号

橋台背面盛土の流出状況　場所等記載なし

写真2.2.7-3　津波による橋台背面盛土の流出

出典：道路橋の被災状況とその特徴　　国土技術政策総合研究所、(独) 土木研究所

(d)　津波による路面へのガレキ流入、冠水

津波によるガレキ流入状況　宮城県山元町坂元字道合地内

津波による冠水状況　宮城県塩竈市尾島町地内

写真2.2.7-4　津波による路面へのガレキ流入、冠水

出典：平成 23 年東北地方太平洋沖地震被災状況（道路）　国土技術政策総合研究所

(e)　地震動による盛土の崩壊・路面沈下、切土区間の崩壊、自然斜面の崩落

東北道　平泉前沢 IC～水沢 IC（上り線）

写真2.2.7-5 盛土崩壊状況

出典：「東日本大震災と道路」パネル展　　国土交通省東北地方整備局

路面崩壊・沈下状況　　福島県広野町　国道 6 号

写真2.2.7-6　地震動による盛土の崩壊・路面沈下、切土区間の崩壊、自然斜面の崩落

出典：東北地方太平洋沖地震における道路関係施設の被災状況　東北地方整備局道路部

斜面崩壊状況　福島県福島市　国道４号

斜面崩壊状況　福島県石巻市　国道４号

写真2.2.7-7　地震動による自然斜面の崩落

出典：東北地方太平洋沖地震における道路関係施設の被災状況　東北地方整備局道路部

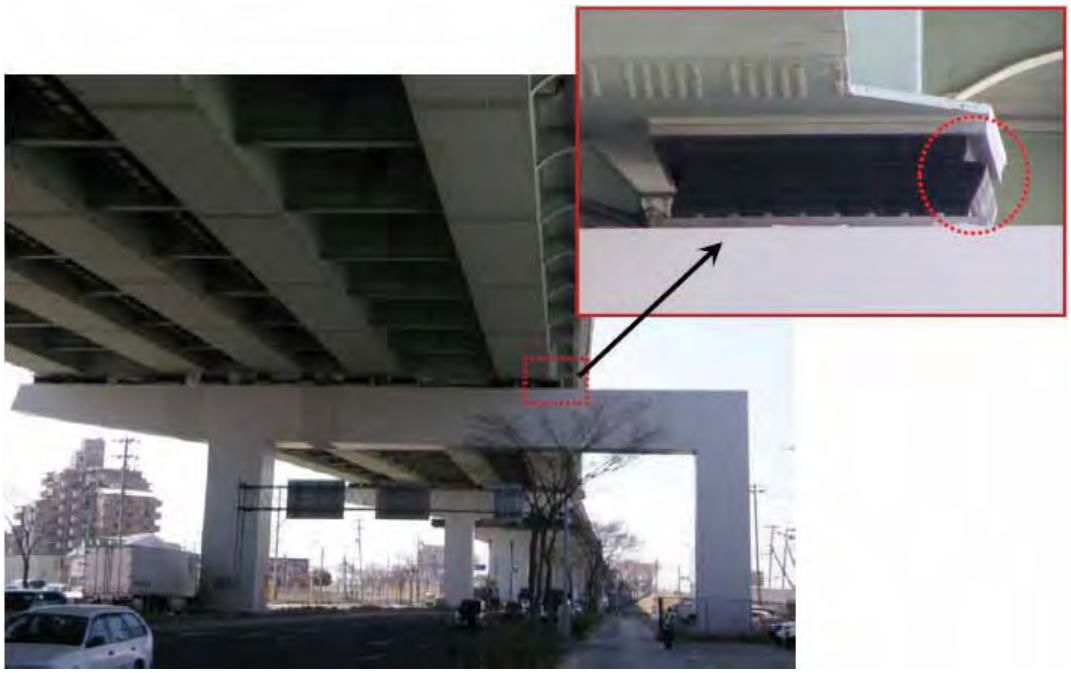
(f)　地震振動による橋梁の損傷

RC 橋脚の軸方向鉄筋段落し部の損傷状況　　場所等記載なし
＜S55 年道示よりも古い基準で設計された橋の被害＞

支承本体の破損状況　場所等記載なし
＜S55 年道示よりも古い基準で設計された橋の被害＞

写真2.2.7-8　地震振動による橋梁の損傷　その１

出典：道路橋の被災状況とその特徴　　国土技術政策総合研究所、（独）土木研究所



ゴム支障の破断状況　場所等記載なし
＜兵庫県南部地震以降の設計基準で設計された橋の被害＞

支承の変位制限をするストッパーの損傷状況　場所等記載なし
＜兵庫県南部地震以降の設計基準で設計された橋の被害＞

写真2.2.7-9　地震振動による橋梁の損傷　その１

出典：道路橋の被災状況とその特徴　　国土技術政策総合研究所、（独）土木研究所

その他、鋼製支承や伸縮装置、落橋防止構造、支承取り付けボルト等にも損傷が生じたことが調査資料に記載されている。

(g)　地震動による構造物接続部の段差の発生

写真2.2.7-10　　橋台背面土の沈下による段差発生状況　場所等記載なし

出典：道路橋の被災状況とその特徴　　国土技術政策総合研究所、(独) 土木研究所

写真2.2.7-11　カルバートボックス前後の段差発生状況　(東日本高速道路(株)管轄内)

出典：高速道路における被害の特徴と復旧の現況　平成 24 年 4 月　基礎工

(h)　液状化による路面クラックおよび段差の発生、盛土の沈下、噴砂の堆積

液状化による路面崩壊状況　場所等記載なし

液状化による段差発生状況　場所等記載なし

写真2.2.7-12　液状化による路面クラックおよび段差の発生

出典：道路橋の被災状況とその特徴　　国土技術政策総合研究所、（独）土木研究所

写真2.2.7-13 液状化による橋台背面土の沈下　場所記載なし

出典：道路橋の被災状況とその特徴　　国土技術政策総合研究所、（独）土木研究所

東京都江東区 新木場

写真2.2.7-14 液状化による墳砂の堆積状況

出典：地震時における地盤災害の課題と対策

2011年東日本大震災の教訓と提言（第二次）　（公）地盤工学会

3) 調査結果のまとめ

道路関係施設の被害調査の結果、主に地上構造物に被害が生じており、浅い地下の構造物についてはアンダーパスの浸水被害の他は見当たらなかった。しかし、調査した公開資料とは別に、浅い地下の構造物であっても軽微な被害等は生じている可能性があり、その被害の程度や損傷形態について更に調査を進める必要がある。

参考文献および参考資料

1) 佐々木哲也：道路施設における被害の特徴と復旧の現状、基礎工、Vol.40、No.4、平成 24 年 4 月

2) 東北地方整備局：「東日本大震災と道路」パネル展～救急・救助のための緊急輸送路確保～
http://www.thr.mlit.go.jp/road/jisinkannrenjouhou_110311/panel/pdf/panel.pdf

3) 土屋一郎：高速道路における被害の特徴と復旧の現況、基礎工、Vol.40、No.4、平成 24 年 4 月

4) 東北地方太平洋沖地震による道路の復旧経緯　国土交通省 HP
http://www.mlit.go.jp/road/bosai/20110404/pdf/3.pdf

5) 国土技術政策総合研究所、（独）土木研究所：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震土木施設被害調査速報、国総研資料第 646 号、土木研究所資料 4220 号、平成 23 年 7 月

6) 東北地方整備局道路部：東北地方太平洋沖地震における道路関係施設の被災状況、平成 23 年 3 月 24 日現在

7) 田中啓之：東日本大震災における釧路道路事務所の対応－津波による通行規制状況と旭アンダーパスの道路復旧作業について、国土交通省北海道開発局第 55 回（平成 23 年度）北海道開発技術研究発表会、平成 24 年 2 月

8) 東北地方整備局仙台河川国道事務所：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震 被災状況（道路）、平成 23 年 3 月 17 日現在

9) 国土技術政策総合研究所、（独）土木研究所：道路橋の被災状況とその特徴、「東日本大震災」調査報告会

10) （公）地盤工学会：地震時における地盤災害の課題と対策 2011 年東日本大震災の教訓と提言（第二次）、2012 年 6 月

2.2.8 鉄道関連施設

1) はじめに

鉄道については、震災後に運休のあった路線は全国で 42 事業者・177 路線（貨物専用線の 6 事業者・11 路線を含む）に上る [1)]。東北・関東地方のほとんどの鉄道が安全点検のために長時間運転を見合わせたが、首都圏では実際の被害が少なかったこともあり，47 路線が震災当日中に、60 路線が震災翌日に運転を再開した。その他の路線も 3 月中に計 140 路線が運転を再開している。

一方、東北地方では地震動と津波によって、鉄道施設にも多数被害が生じた。東北新幹線では、電化柱を中心に広範にわたる被害を受け、4 月 7 日の余震の影響もあり、地震発生から 49 日間でようやく全線運転再開し､その後 9 月 23 日に所定のダイヤに復旧した。また、沿岸部の津波で流失した路線や、原発警戒区域を経由する路線は、未だ復旧の目途が立たない状態である。

本章では、主に鉄道施設の直接被害について述べる。調査資料としたのは下記の通りである。

① 国土交通省：災害情報　東日本大震災
http://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_110311.html
第 1 報（2011 年 3 月 11 日）～第 118 報（2013 年 2 月 4 日）
・対象地域：全国
・調査施設：鉄道（貨物専用線含む）
・調査内容（損傷状況）：被害形態、件数

② 国土交通省東北運輸局監修：よみがえれみちのくの鉄道（2012 年 9 月）
http://wwwtb.mlit.go.jp/tohoku/td/td-sub100.htm
・対象地域：東北地方
・調査施設：鉄道（貨物専用線含む）
・調査内容（損傷状況）：被害形態、箇所、詳細情報

③ JR 東日本プレスリリース：「東日本大震災による地上設備の被害と復旧状況について」（2011 年 4 月 5 日付）
http://www.jreast.co.jp/press/2011/20110401.pdf
・対象地域：東北地方
・調査施設：JR 東日本管内
・調査内容（損傷状況）：被害形態、箇所、詳細情報

④ 睦好ら：「東北地方太平洋沖地震被害調査報告(土木構造物)」コンクリート工学 Vol.50、No.1、pp.13-18、2012 年 1 月
・対象地域：東北地方
・調査施設：鉄道橋
・調査内容（損傷状況）：被害形態、箇所、原因分析

⑤　大庭ら:「東北新幹線の被害と復旧」コンクリート工学　Vol.50、No.1、pp.49-53、2012 年 1 月

・対象地域：東北地方

・調査施設：東北新幹線（地上構造物）

・調査内容（損傷状況）：被害形態、箇所、原因分析、復旧方法

⑥　野澤ら:「鉄道の地震への備え」コンクリート工学　Vol.50、No.1、pp.104-108、2012 年 1 月

・対象地域：東北地方

・調査施設：JR 東日本管内

・調査内容（損傷状況）：原因分析、復旧方法

⑦　野澤ら：「東北地方太平洋沖地震における鉄道の被災状況およびその復旧について」地盤工学ジャーナル　Vol.7、No.1、pp.127-137、2012 年 3 月

・対象地域：東北・関東地方

・調査施設：JR 東日本管内

・調査内容（損傷状況）：被害形態、箇所、原因分析、復旧方法

2）調査結果

(1)　被害概要

東日本大震災では、東北新幹線をはじめとして、JR 在来線・地下鉄・第三セクター鉄道・貨物線などで、表 1 に示すように広範な地域で多数の鉄道施設の被害が生じた。

東北新幹線は、3 月 11 日の本震で大宮からいわて沼宮内間の約 500km にわたり、地上施設で約 1,200 箇所の被害を受けた（図 2.2.8-1）。また 4 月 7 日の余震でも新たに約 550 箇所の被害を受け、総被害箇所は約 1,750 か所に上った。主な被害は高架橋柱部等の損傷、橋桁のずれ、支承部の損傷、電化柱の損傷である。表 2.2.8-1 に過去の大規模地震による新幹線の被害との比較を示す。今回の地震では 1995 年の兵庫県南部地震、2003 年の三陸南地震以降に耐震補強を行った柱や橋脚については損傷が認められず、高架橋の柱の損傷は阪神淡路大震災と比べると、地震の規模の割に少なくなっており、一定の補強の効果が表れていると考えられる。一方で、従来の地震では少なかった電化柱損傷が広範囲にわたり多数発生したことが特徴的である。

在来線では、沿岸部を走る八戸線、山田線、大船渡線、気仙沼線、石巻線、仙石線、常磐線の 7 路線において、津波による大きな被害が生じた。23 駅が流失し、橋桁の流失・埋没も約 100 箇所に及んでいる。その他、津波被害を受けなかった 36 路線においても、地震動によって橋梁・高架橋や盛土部などに損傷を受けている。

地下鉄の被害としては、仙台空港鉄道において、仙台空港滑走路下のトンネル部に津波による水と土砂が流入するなど大きな被害が発生した。また第三セクター鉄道でも沿岸部の路線を中心に大きな被害が生じ、三陸鉄道北リアス線および南リアス線では、津波による高架橋等の流失など 30 ヶ所以上で壊滅的ともいえる被害が発生した。

表2.2.8-1　東日本大震災による鉄道施設の被害（資料②）

出典：「よみがえれみちのくの鉄道」国土交通省東北運輸局監修

鉄道事業者	被害分類	軌　道	橋梁・高架橋	変電設備（故障等）	電化柱（折損・傾斜・ひび割れ）	架　線（切　断）	駅	車　両	その他	備　考
JR東日本（新幹線）	地震	変位・損傷：約22ヶ所（トンネル内の軌道損傷：2ヶ所含む）〔約20ヶ所〕	高架橋柱等の損傷：約100ヶ所〔約20ヶ所〕 橋桁のずれ等：32ヶ所（橋桁の支点部損傷：30ヶ所含む）〔17ヶ所（橋桁の支点部損傷：10ヶ所含む）〕	約10ヶ所〔約10ヶ所〕	約540ヶ所〔約270ヶ所〕	約470ヶ所〔約200ヶ所〕	天井材等の破損・落下：5駅〔2駅〕	走行中脱線1両（試運転列車）	防護壁（落下・傾斜・剥離）：約10ヶ所〔約2ヶ所〕	JR東日本全路線
JR東日本（在来線）	地震・津波（津波を受けた7線区）	流失・埋没：65ヶ所（約60km） 変位：約250ヶ所	橋桁流失・埋没：101ヶ所 損傷：約30ヶ所	4ヶ所	約950ヶ所	約20ヶ所	流失：23駅 損傷：25駅	山田線：1編成2両 大船渡線：2編成4両 気仙沼線：1編成2両 石巻線：1編成2両 仙石線：1編成4両 常磐線：1編成4両 合計：7編成18両	八戸線：1両（保守用車）	八戸線、山田線、大船渡線、気仙沼線、石巻線、仙石線、常磐線
	地震（上記以外の36線区）	変位：約2200ヶ所〔約620ヶ所〕	損傷：約120ヶ所〔約30ヶ所〕	約30ヶ所〔約10ヶ所〕	約1150ヶ所〔約90ヶ所〕	約10ヶ所〔約10ヶ所〕	損傷：約80駅〔約20駅〕	－	－	JR東日本全路線
三陸鉄道	地震・津波	流失：61ヶ所 変位：50ヶ所 土砂流入：23ヶ所	流失：8ヶ所 損傷：27ヶ所	－	－	－	流失：1駅 損傷：4駅	気動車：3両	－	北リアス線 南リアス線
仙台空港鉄道	地震・津波	変位：約34ヶ所 冠水延長：1210m	損傷：約214ヶ所	1ヶ所	約36ヶ所	約7ヶ所	照明ラック等破損・落下：2駅	電車：4両	運輸指令所	仙台空港線
仙台市交通局	地震	変位：2ヶ所	高架橋柱等の損傷：約50ヶ所 橋りょう桁受部の損傷：6ヶ所	－	－	－	損傷（地上駅上屋柱のアンカーボルト）：1駅	－	天井クレーン：1基損傷	南北線
阿武隈急行	地震	変位・損傷：約180ヶ所	損傷：4ヶ所	－	約20ヶ所	約150ヶ所	ホーム沈下等：5駅 駅舎の壁破損：1駅	－	車両基地内：3ヶ所	阿武隈急行線
JGRいわて銀河鉄道	地震	変位：11ヶ所	－	－	－	3ヶ所	損傷：1駅	－	－	いわて銀河鉄道線
福島交通（飯坂線）	地震	変位：3ヶ所	－	－	－	6ヶ所	損傷：1駅	－	踏切不作動：2ヶ所	飯坂線
JR貨物	地震・津波	流失：1箇所（約7．7km） 変位：18ヶ所	－	－	26ヶ所	12ヶ所	流失：1駅 損傷：26駅	機関車：4両損傷 貨車：169両損傷	コンテナ：1056個流失 フォークリフト：1台流失 天井クレーン：1基損傷	JR貨物全路線
八戸臨海鉄道	地震・津波	線路冠水：2．5km 踏切冠水：7ヶ所	－	－	－	－	損傷：1駅	－	－	八戸臨海鉄道線
岩手開発鉄道	地震・津波	変位：8ヶ所（777m） 流失：5ヶ所（635m）	損傷：19ヶ所	－	（信号機用：38本）	（信号ケーブル破損：2．4km）	全損：1駅 損傷：1駅	貨車：40両（浸水）	－	赤崎線 釜駅～赤崎駅間
仙台臨海鉄道	地震・津波	流失：9ヶ所（約3km） 変位：34ヶ所	損傷：10ヶ所	－	－	－	流失：2駅 損傷：2駅	機関車：3両	トップリフター：1台 フォークリフト：2台	臨海本線、仙台埠頭線、仙台西港線等
福島臨海鉄道	地震・津波	変位、道床流失、路盤陥没等：16ヶ所（約8．5km）	橋りょう沓座変状：1ヶ所 橋りょう路盤流失：1ヶ所	受電設備損壊：1ヶ所	折損：1本 傾斜：9本	－	浸水及び破損：1駅	機関車：2両	トップリフター：1台 フォークリフト：2台	臨海本線、小名浜駅構内

注1）平成24年3月　東北運輸局調べ。今後、精査されることがある。
注2）〔　〕書きは4月7日の余震による被害であり、外数である。
注3）JR東日本・JR貨物については、東北地区以外を含む全路線の合計である。
注4）上表における「損傷」等の箇所数の計上方法については、各鉄道事業者ごとにバラツキがあるため、一概に比較することはできない。
注5）阿武隈急行における「駅」被害において、丸森駅は「ホームの沈下等：5駅」と「駅舎の壁破損：1駅」のいずれにも該当している。

■ 主な被害と復旧状況

主な被害	箇所数	進捗率(注)
電化柱の折損・傾斜・ひび割れ	約540箇所	約70%
架線の断線	約470箇所	約70%
高架橋柱等の損傷	約100箇所	100%
軌道の変位・損傷	約20箇所	100%
変電設備の故障	約10箇所	約85%
防音壁の落下・傾斜・剥離	約10箇所	100%
天井材等の破損・落下	5駅	約80%
橋桁のずれ	2箇所	100%
橋桁の支点部損傷	約30箇所	100%
トンネル内の軌道損傷	2箇所	100%
合　計	約1200箇所	約75%

※高架橋、橋りょう、駅舎、トンネルの崩落はありません。

■ 区間毎の復旧状況

区　間	箇所数	進捗率(注)
大宮～那須塩原	約120箇所	3/15運転再開
那須塩原～福島	約270箇所	約95%
福島～新幹線総合車両センター(仙台付近)	約390箇所	約55%
新幹線総合車両センター(仙台付近)～一ノ関	約150箇所	約25%
一ノ関～盛岡	約230箇所	約98%
盛岡～新青森	約40箇所	3/22運転再開
合　計	約1200箇所	約75%

(注)運転再開をするための復旧工事の進捗率であります。運転再開後に更に補強工事等を行うことがあります。

図2.2.8-1　東北新幹線の地上設備の主な被害と復旧状況（2011/4/4現在）（資料③）

出典：「東日本大震災による地上設備の被害と復旧状況について」JR東日本

図2. 2. 8-2　東北地方の鉄道復旧状況（2012/4/1現在）（資料②に加筆）

出典：「よみがえれみちのくの鉄道」国土交通省東北運輸局監修

表2.2.8-2　大規模地震による新幹線の被害の比較（資料②）

出典：「よみがえれみちのくの鉄道」国土交通省東北運輸局監修

	東日本大震災	阪神・淡路大震災	新潟県中越地震
発生時刻	2011.3.11(金)14:46	1995.1.17(火)5:46	2004.10.23(土)17:56
地震の規模(Mw)	9.0	6.9	6.7
被害を受けた区間	536km(大宮～いわて沼宮内)	83km(新大阪～姫路)	65km(浦佐～燕三条)
営業列車の脱線	なし	なし(始発前に地震)	1列車
乗客の死傷者数	なし	なし	なし
倒れた高架橋 落ちた橋梁	なし	8	なし
高架橋の柱の損傷	約100	708	47
橋梁の桁ずれ	2	72	1
覆工が壊れたトンネル	なし	1	4
電化柱の折損等	約540	43	61
地震発生日から全線運転再開までの日数	49日後	81日後	66日後

阿武隈急行や IGR いわて銀河鉄道でも、地震により各所で道床が陥没する等の被害が発生した。

貨物専用線はその機能上、沿岸部に設置された路線が多く、JR 貨物をはじめ八戸臨海鉄道、岩手開発鉄道、仙台臨海鉄道、福島臨海鉄道で線路が流失するなど甚大な被害が発生した。また路盤陥没等、地震動による被害も生じた。

各路線の位置と 2012 年 4 月 1 日現在の復旧状況を図 2.2.8-2 に示す。

(2)　高架部の被害

地震による高架部の被害形態は、a.橋脚（柱部）の損傷、b.橋脚（梁部）の損傷、c.橋桁のずれ、d.支承部の損傷、e.電化柱の損傷に大別できる。このほか、f.津波による損傷（桁等の流失および漂流物の衝突等）も多く見られた。

(a)　橋脚（柱部）の損傷

東北新幹線第一中曽根高架橋（岩手県北上市、ビームスラブ式 RC ラーメン高架橋）では、写真 1 に示すように、連続ラーメンを構成する柱のうち、端部の柱のコアコンクリートが欠落、損傷した。軸方向鉄筋降伏後、軸方向鉄筋がはらみ出し、内部コンクリートが剥落したと考えられる。なお、この柱は耐震診断でせん断破壊先行型と評価されず、無補強であったものである。補強した柱には全般的に被害が生じていない。

東北新幹線第三鷹ノ巣高架橋（仙台～古川間、1 層 4 径間 RC ラーメン高架橋）でも、第一中曽根高架橋と同様、端部柱の柱上部に曲げ損傷が発生し、地震動の繰り返しにより軸方向鉄筋内部のコンクリートが剥落して、軌道面が沈下した（写真 2.2.8-2）。

東北新幹線南長町高架橋（東北本線長町駅付近、1 層 4 径間 RC ラーメン構造）の端部柱においても、柱上部に曲げ損傷が発生し、かぶりコンクリートが大きく剥落したが、軸方向鉄筋内部のコンクリートには大きな損傷がなく、鉛直荷重を保持し軌道面の沈下は発生していない（写真 2.2.8-3）。

以上の例に見られるように、ラーメン高架橋の柱部の損傷は、RC ラーメン形式の高架橋

ブロック端部に集中している。これは端部では桁受部を有しており、中央部の柱より長さが短い（せん断スパンが短い）ため、選択集中的に被災したものと推察される。このほか、RC単柱式あるいは壁式橋脚の段落とし部を起点とするひび割れとかぶりコンクリートの剥離も発生した。

写真2.2.8-1　第一中曽根高架橋の被害（資料④）

出典：「東北地方太平洋沖地震被害調査報告(土木構造物)」睦好他

写真2.2.8-2　第三鷹ノ巣高架橋の被害（資料⑤）

写真2.2.8-3　南長町高架橋の被害（資料⑤）

出典：「東北新幹線の被害と復旧」大庭他

(b)　橋脚（梁部）の損傷

RC２層式ラーメン高架橋では、中層梁にせん断ひび割れが発生した。東北新幹線第二小田原高架橋（仙台駅付近、２層式ラーメン高架橋）では、線路直角方向の中層梁にせん断ひび割れが発生し、かぶりコンクリートが剥落している（写真 2.2.8-4）。

写真2.2.8-4　第二小田原高架橋の被害（資料⑤）

出典：「東北新幹線の被害と復旧」大庭他

（c）　橋桁のずれ

地震動による橋桁の変位により、RC・PC 桁の移動防止として橋脚端部に設置した RC 製のサイドストッパーが基部で破損した。東北新幹線中ノ茎高架橋（古川～くりこま高原間、桁式高架橋）では鋼製の沓のサイドブロックが破断し RC 桁がサイドストッパーに衝突した結果、桁が約 50mm ずれてサイドストッパーにも破損が生じている（写真 2.2.8-5）。

鋼角ストッパー・鋼棒ストッパーの埋込み部では、橋軸方向の水平力により押抜きせん断による損傷があった。東北新幹線第二燕沢高架橋（仙台~古川間、調整桁）の鋼棒ストッパー部では、前面のコンクリートが押抜きせん断し剥落した（写真 2.2.8-6）。また、東北新幹線第二梅田川橋梁（仙台駅付近）のような鋼角ストッパー部のひび割れや押抜きせん断破壊は多くの箇所で発生した（写真 2.2.8-7）。

写真2.2.8-5　中ノ茎高架橋の被害（資料⑤）

写真2.2.8-6　第二燕沢高架橋の被害（資料⑤）

出典：「東北新幹線の被害と復旧」大庭他

写真2.2.8-7　第二梅田川橋梁の被害（資料⑤）

出典：「東北新幹線の被害と復旧」大庭他

(d)　支承部の損傷

支承部ではボルトの破断や移動制限装置が損傷を受け、支承の一部が脱落するなどの被害を受けた。東北新幹線斎川橋梁（福島～白石蔵王間、PC 箱桁橋）では、可動部のローラー沓においてローラーの逸脱、取り付けボルト破断、サイドカバー脱落が生じた（写真 2.2.8-8）。

同じく東北新幹線仙台バイパス橋梁（仙台～古川間、３径間連続 PC 箱桁橋）では、可動側の BP 支承において、上沓と桁を接続していたボルトが破断し、上沓が大きく前方に脱落した（写真 2.2.8-9）。

写真2.2.8-8　斎川橋梁の被害（資料⑤）

出典：「東北新幹線の被害と復旧」大庭他

写真2.2.8-9　仙台バイパス橋梁の被害（資料⑤）

出典：「東北新幹線の被害と復旧」大庭他

(e)　電化柱の損傷

電化柱については、過去の地震においても被災事例はあったが、今回はかつてないほどに広範囲にわたり多くの電化柱が損傷を受け、また損傷状況もさまざまであったため、復旧に時間を要した（写真 2.2.8-10）。

被害を受けた電化柱はほとんどが PC 製であり、高強度で中空断面を有することから変形性能が低く、脆性破壊をしたことが推察された。損傷のタイプは、根元から折れてしまった折損タイプ（写真 2.2.8-11）、柱基部が剥落などの損傷を受けた柱損傷タイプ（写真 2.2.8-12）、電化柱そのものが傾斜した傾斜タイプ（写真 2.2.8-13）に大別される。その後の調査の結果、地盤や土木構造物と電化柱損傷の相関は見られないこと、上部が連結されていると共振が少ないことなどがわかってきている。

写真2.2.8-10　電化柱の被災状況（資料②）

出典：「よみがえれみちのくの鉄道」国土交通省東北運輸局監修

写真2.2.8-11　電化柱の被害形態(1)（資料⑤）　　写真2.2.8-12　電化柱の被害形態(2)（資料⑤）

出典：「東北新幹線の被害と復旧」大庭他

写真2.2.8-13　電化柱の被害形態(3)（資料⑤）

出典：「東北新幹線の被害と復旧」大庭他

（f）　津波による損傷（桁等の流失および漂流物の衝突等）

津波による被害は、沿岸部を走る在来線や第三セクター鉄道において多数発生した。多くは桁等の流失、橋脚の傾斜・倒壊となっている。

鳥越高架橋（三陸鉄道北リアス線）では、津波の襲来により RC 橋脚は傾斜・倒壊、隣接する駅舎も倒壊するなどの被害を受けた（写真 2.2.8-14・2.2.8-15）。

JR 東日本山田線第 34 閉伊川橋梁（宮古市）では、津波により鋼製の桁が流され、RC 橋脚だけが残った（写真 2.2.8-16）。

JR 気仙沼線津谷川橋梁は、地震動による影響も考えられるが、橋脚の傾きや津波堆積物の痕跡から、浮遊物を巻き込んだ津波により PC 桁が流されるだけにとどまらず、RC 橋脚まで傾斜・折損の被害を生じたと考えられる（写真 2.2.8-17・2.2.8-18）。

また同じく JR 気仙沼線の小泉橋梁（写真 2.2.8-19）をはじめ、多数の橋梁でも桁の流失被害が発生している。

写真2.2.8-14　鳥越高架橋の被害（資料②）

出典：「よみがえれみちのくの鉄道」
国土交通省東北運輸局監修

写真2.2.8-15　鳥越高架橋の被害（資料④）

出典：「東北地方太平洋沖地震被害調査
報告(土木構造物)」睦好他

写真2.2.8-16　第34閉伊川橋梁の被害（資料④）

出典：「東北地方太平洋沖地震被害調査報告(土木構造物)」睦好他

写真2.2.8-17　津谷川橋梁の被害（資料④）

出典：「東北地方太平洋沖地震被害調査報告
(土木構造物)」睦好他

写真2.2.8-18　津谷川橋梁の被害（資料⑥）

出典：「鉄道の地震への備え」野澤他

写真2.2.8-19　小泉橋梁の被害（資料②）

出典：「よみがえれみちのくの鉄道」国土交通省東北運輸局監修

(g)　その他

釜石市街を走る三陸鉄道南リアス線の橋梁（写真 2.2.8-20）では、支承部の局所的な破壊（写真 2.2.8-21）および橋脚の損傷（写真 2.2.8-22）が発生した。被災箇所に津波堆積物などの痕跡がないことから、地震動による被害と考えられている。支承部に生じたコンクリート桁に見られる局所的な破壊は、地震動による衝撃的な力が作用したと考えられる。また、RC 橋脚に生じたひび割れや剥落と軸方向鉄筋の破断は、地震動による曲げ引張り力により生じたと推察される。

写真2.2.8-20　南リアス線橋梁の被害（資料④）

写真2.2.8-21　支承部の被害（資料④）

出典：「東北地方太平洋沖地震被害調査報告(土木構造物)」睦好他

写真2.2.8-22　橋脚の被害（資料④）

出典：「東北地方太平洋沖地震被害調査報告(土木構造物)」睦好他

(3)　盛土・切土部の被害

鉄道施設の盛土および切土部でも、a.地震動による被害、b.津波による被害が発生した。

(a)　地震動による被害

JR 東日本管内では、図 2.2.8-3 に示す箇所で地震動の影響と考えられる主な被害が生じた。広い地域で被害が生じているが、個々の被害箇所の延長は最大でも約 120m 程度であり、限定的である。これらの中でも比較的規模の大きな被害箇所について、図 2.2.8-3 の（1）～（4）に示されている。

写真 2.2.8-23 は東北本線泉崎～矢吹間（200km 付近、図 2.2.8-3（1））の盛土崩壊状況である。高さ 5m の盛土が、線路方向延長 100m にわたって、沈下を伴った地割れ破壊により約 3,400m³ 崩壊した。

写真 2.2.8-24 は東北本線梅ヶ沢～新田間（412km500m 付近、図 2.2.8-3（2））の盛土崩壊状況である。高さ 8m の盛土が、線路方向延長 100m にわたって、線路左側が円弧すべりに近い形で約 5,300m³ 崩壊した。

写真 2.2.8-25 は仙山線作並～奥新川間（30km300m 付近、図 2.2.8-3（3））の盛土崩壊状況である。傾斜地盤上の谷渡り盛土であり、谷側の高さが約 17m、山側の高さが約 9m である。線路方向延長 50m にわたり円弧すべりに近い形で谷側に崩壊し、崩壊土量は約 1,400m³ であった。

写真 2.2.8-26 は成田線安食～小林間（25km500m 付近、図 2.2.8-3（4））の盛土崩壊状況である。高さ 4m の盛土が線路方向約 120m にわたり、最大約 1m 沈下し、軌道変位が生じた。原因は支持地盤の液状化と考えられている。

このほか、写真 2.2.8-27 に示すような切土崩壊による被害（東北本線 179km100m 付近）も生じている。

図2.2.8-3　盛土と切土の主な被害分布（資料⑦）

写真2.2.8-23　盛土崩壊状況（東北本線200km付近）

出典：「東北地方太平洋沖地震における鉄道の被災状況およびその復旧について」野澤他

写真2.2.8-24　盛土崩壊状況（１）（資料⑦）

写真2.2.8-25　盛土崩壊状況（２）（資料⑦）

出典:「東北地方太平洋沖地震における鉄道の被災状況およびその復旧について」野澤他

写真2.2.8-26　軌道変位状況（資料⑦）

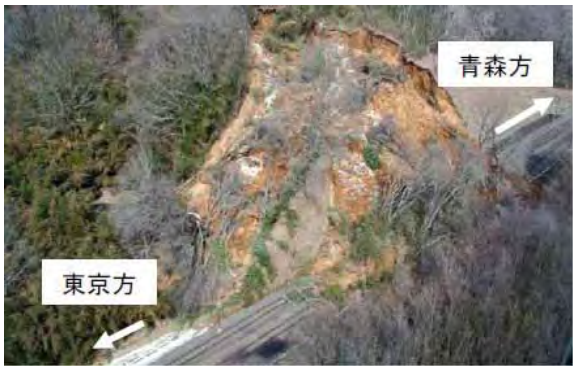


写真2.2.8-27　切土崩壊状況（資料⑦）

出典:「東北地方太平洋沖地震における鉄道の被災状況およびその復旧について」野澤他

(b)　津波による被害

同じく JR 東日本管内では、表３に示すように津波で浸水した範囲に位置する盛土・切土で多数の被害を受けた。中には完全に流出した盛土も存在した。

表2.2.8-3　津波の被害を受けた線区の概要（資料⑦）

出典:「東北地方太平洋沖地震における鉄道の被災状況およびその復旧について」野澤他

線名	開通年	営業キロ (m)	浸水延長 (m)	盛土・切土の被害箇所数 (箇所)
仙石線	1928年	33,000	20,900	13
気仙沼線	1977年	29,200	11,400	22
大船渡線	1932～1933年	48,100	21,400	2
山田線	1935～1939年	55,400	21,700	10
八戸線	1925～1930年	37,400	8,800	3
	計		84,200	50

写真 2.2.8-28 は気仙沼線歌津駅付近の盛土被害状況である。盛土の天端高さ約 10m に対して、記録では 14.7m の浸水高であり、津波が盛土を越波して山側まで到達したと考えられている。写真に示された崩壊面は山側ののり面であり（図 2.2.8-4)、押し寄せた津波が山側

の背面から流下する際、および引き波の際にのり面を破壊したと推察される。

なお、前面（海側）ののり面に被害がなかったのは、引き波の際に近傍の架道橋が通水路となり、再び盛土を越流することなく水が引いたためと考えられている。

写真2.2.8-28　歌津駅周辺の被災状況（資料⑦）

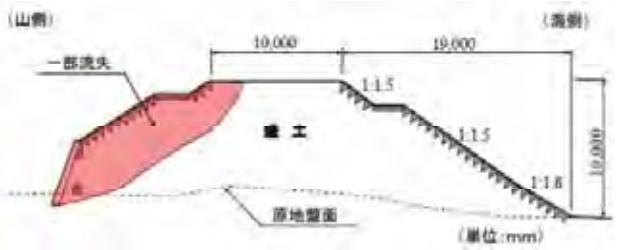


図2.2.8-4　被災箇所の盛土断面（資料⑦）

出典:「東北地方太平洋沖地震における鉄道の被災状況およびその復旧について」野澤他

(4)　地下部の被害

今回の地震において、地下部の鉄道施設の顕著な被害は報告されていない。震源に近い仙台市には市営地下鉄南北線（地下部営業キロ：11.69km）および東西線（地下部営業キロ：13.86km）があるが、地下部に大きな被害はなかった。ただし、今回の地震によりトンネル内および駅出入口部等の今まで漏水のなかった一部区間で漏水箇所が増加したという報告があることから(写真 2.2.8-29)、ひび割れ等軽微な損傷は生じているものと思われる。

また、山岳トンネルとして、東北新幹線福島トンネル（郡山～福島間）および志賀トンネル（白石蔵王～仙台間）の 2 箇所で軽微な被害の報告がある。これらの詳細は深い地下施設における被害調査の章に譲る。

一方で仙台空港鉄道では、空港の敷地内を横断する形で敷設された地下トンネル部（全長570m）において、津波による完全な水没およびがれき土砂の流入が発生した（写真 2.2.8-30）。それだけでなく、躯体である開削ボックスカルバート部において目地ずれの被害が発生した（写真 2.2.8-31）。目地ずれが発生したのは、液状化抑止のために鋼管杭を設置した区間と杭を設置していない区間との境目に設けたボックス間可とう継手部で、相対変位が水平方向に140mm、鉛直方向に 170mm 生じた。原因は想定を超える地震動により杭を設置しなかった区間でも液状化が発生し、その結果函体に浮き上がりが生じ、杭を設置した区間との相対変位が生じてしまったためと考えられる。

写真2.2.8-29　トンネル内の漏水状況（資料②）

出典：「よみがえれみちのくの鉄道」国土交通省東北運輸局監修

写真2.2.8-30　水没したトンネル（資料②）　　写真2.2.8-31　トンネル内の目地ずれ（資料②）

出典：「よみがえれみちのくの鉄道」国土交通省東北運輸局監修

3)　調査結果のまとめ

鉄道施設については、東北新幹線をはじめとして、広範な地域で多数の被害が生じた。このうち、高架部については、地震動による損傷（橋脚の損傷、橋桁のずれ、支承部の損傷、電化柱の損傷など）と、津波による損傷（桁等の流失および漂流物の衝突等）が主なものである。また、盛土および切土部においても、地震動による崩壊の被害および津波による土砂流出の被害が発生した。いずれも最近の耐震基準に基づく設計がされたものについては被害が少なく、一定の効果が出ていることが報告されている。

地下部の損傷は総じて軽微であったが、液状化に起因する目地部のずれが生じており、このような被害の場合は復旧が困難な場合が多いことから、被害抑止方法や復旧方法が今後の課題である。また、津波による浸水およびがれき等の流入で大きな機能被害を生じた例もあり、構造のみならず機能面からの対策も重要になると考えられる。

参考文献および参考資料

1)　国土交通省：災害情報　東日本大震災
http://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_110311.html
第 1 報（2011 年 3 月 11 日）～第 118 報（2013 年 2 月 4 日）

2) 国土交通省東北運輸局監修：よみがえれみちのくの鉄道（2012 年 9 月）
http://wwwtb.mlit.go.jp/tohoku/td/td-sub100.htm

3)　JR 東日本プレスリリース：「東日本大震災による地上設備の被害と復旧状況について」（2011 年 4 月 5 日付）
http://www.jreast.co.jp/press/2011/20110401.pdf

4)　睦好ら：「東北地方太平洋沖地震被害調査報告(土木構造物)」
コンクリート工学　Vol.50、No.1、pp.13-18、2012 年 1 月

5)　大庭ら：「東北新幹線の被害と復旧」
コンクリート工学　Vol.50、No.1、pp.49-53、2012 年 1 月

6)　野澤ら：「鉄道の地震への備え」
コンクリート工学　Vol.50、No.1、pp.104-108、2012 年 1 月

7)　野澤ら：「東北地方太平洋沖地震における鉄道の被災状況およびその復旧について」地盤工学ジャーナル　Vol.7、No.1、pp.127-137、2012 年 3 月

2.2.9　港湾・空港関連施設

1）はじめに

港湾とは、古くは泊（とまり）などから発展した港・湊（みなと）であり、島嶼・岬などの天然の地勢や防波堤などの人工構造物によって風浪を防いで、船舶が安全に停泊し人の乗降や荷役が行なえる海域と陸地を指す。水陸交通の結節点となる機能を持つ港湾には、物流・旅客輸送が円滑に行われるために各種の港湾施設が整備され、ポートオーソリティ（港務局・港湾局）・地方自治体などの組織によって管理・運営されている。

一方、空港とは公共の用に供する飛行場のことである。一般的な実態は主に旅客機・貨物機等の民間航空機の離着陸に用いる飛行場内の施設である。その名のとおり、海運における港のような機能をもつ施設であり、空港という日本語自体が英語 Airport（空の港）の直訳である。

東日本大震災で被害を受けた港湾施設は一説によると延長 5,000km に及び､そのうち壊滅的な被害を受けた施設は 2,000km とも言われている。ただし、同じ地域の港湾施設であっても復旧工事を必要とする箇所や必要としない箇所があり、明確な被害延長を示唆している報告は存在しない。

調査報告は以下の中から①の内容を中心に他の資料で補完するものとして抽出する。

調査資料を以下に示す。

①「2011 年東日本大震災による港湾・海岸・空港の地震・津波被害に関する調査速報」

平成 23 年 4 月　独立行政法人　港湾空港技術研究所

http://www.pari.go.jp/cgi-bin/search-ja/detail.cgi?id=20110430103825

・対象地域：青森県・岩手県・宮城県・福島県・茨城県の太平洋沿岸部

・対象施設：港湾・海岸・空港施設

・調査内容（損傷状況）：被害形態、被害要因

※国土交通省との連携により作成された資料である。

②「東日本大震災に関する現地調査資料」　平成 23 年 5 月　社団法人　日本港湾協会

https://www.phaj.or.jp/reports/reports20110311.html

・対象地域：岩手県・宮城県・福島県・茨城県の太平洋沿岸部

・対象施設：港湾施設

・調査内容（損傷状況）：被害形態

③「港湾における地震・津波による被害状況と復旧支援について」

平成 23 年 4 月 26 日「東日本大震災」調査報告会資料

国土交通省　国土技術政策総合研究所

http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h23tohoku/houkoku/happyou/2-3.pdf

④「特集：2011 東日本大震災の教訓と復旧－道路・鉄道・港湾・空港－」

平成 24 年 4 月　基礎工（総合土木研究所）

・菅野：港湾・空港施設における被害の特徴と復旧の現況

・佐藤：仙台塩釜港（仙台地区）における公共岸壁の被災状況

・西尾：小名浜港の被害と復旧

・米山：茨城県内の港湾での被災と復旧
・水上：仙台空港基本施設の被災概要

⑤「東日本大震災調査報告会　仙台空港の基本施設の調査概要」
平成 23 年 4 月 26 日　国土交通省　国土技術政策総合研究所
http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h23tohoku/houkoku/happyou/2-12.pdf

⑥「東日本大震災後の調査記録（岩手県）」日本大学理工学部
http://www.cst.nihon-u.ac.jp/earthquake_research/pdf/2011_05_13-14_iwate.pdf

⑦「東北地方太平洋沖地震津波に関する合同調査報告会　港湾における津波被害」
平成 23 年 7 月 16 日（独）港湾空港技術研究所・国土交通省　国土技術政策総合研究所
http://www.coastal.jp/ttjt/index.php?plugin=attach&refer=%E5%85%A8%E4%BD%93%E5%A0%B1%E5%91%8A%E4%BC%9A&openfile=%E5%AF%8C%E7%94%B0%E3%82%B9%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%83%89.pdf

⑧「石巻港　状況調査報告」平成 23 年 6 月 2 日　（財法）港湾空港建設技術サービスセンター
http://www.scopenet.or.jp/main/h_shinsai/pdf/07_hisaizyoukyou/ishinomaki.pdf

⑨「港湾施設及び海岸保全施設の被害状況（仙台塩釜港　塩釜港区）」国土交通省
http://www.pa.thr.mlit.go.jp/kakyoin/PDF/hisai_sendaishiogama.pdf

⑩「相馬港」財団法人　港湾空港建設技術サービスセンター
http://www.scopenet.or.jp/main/h_shinsai/pdf/07_hisaizyoukyou/souma.pdf

⑪「茨城県内港湾の被災及び復旧状況」平成 23 年 10 月
国土交通省　関東地方整備局
http://www.pa.ktr.mlit.go.jp/kyoku/03info/07saigai/hisai/1027.pdf

2）調査結果

（1）　被害概要

空港・港湾施設の被害はそのほとんどが津波を主因とするが、仙台湾より南部に位置する港湾では津波による被害ばかりではなく、地震動による岸壁や護岸の被害も顕著であった。この原因として、港湾施設に大きな被害を与える 0.3～1.0Hz 前後の周波数帯の地震動スペクトルが、北部に位置する釜石港に対して南に位置する小名浜港あたりで卓越していることがあげられる。

相馬港、小名浜港、那珂湊港などでは地震動そのものや地殻変動、液状化に伴う構造体の沈下により、岸壁法線のはらみ出しや背後用地の陥没、岸壁との段差が生じた。沈下に関しては、岩手・宮城・福島の 3 県の港湾の平均沈下量が 0.7m で最大 1.7m に及んでいる箇所もあった。

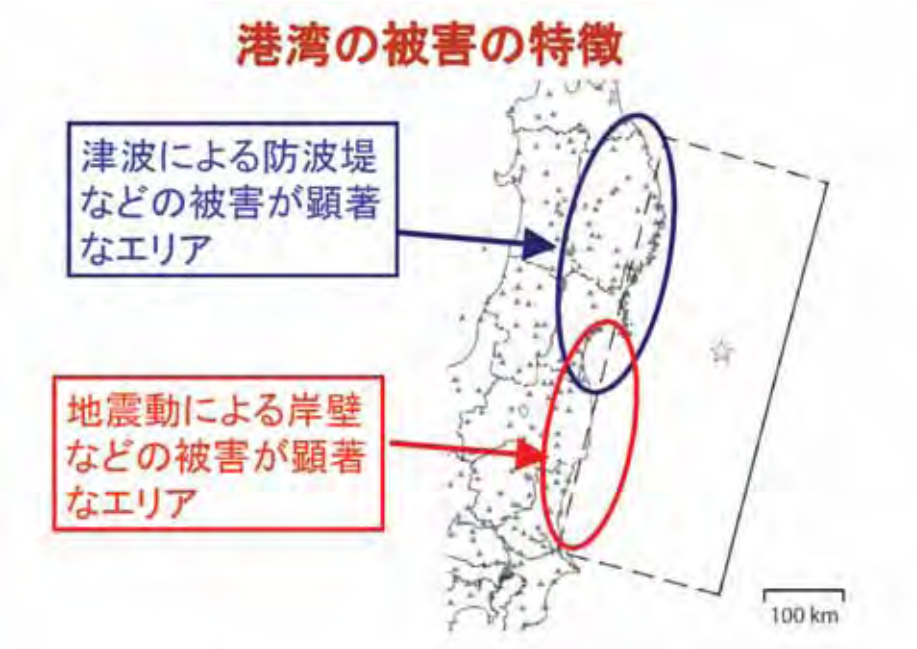


図2. 2. 9-1　東日本大震災における港湾施設の被害の特徴（資料②）

今回の地震による津波の痕跡高を下図に記す。浸水高、遡上高ともに岩手県と宮城県の２県の各地域の値が突出していることがわかる。

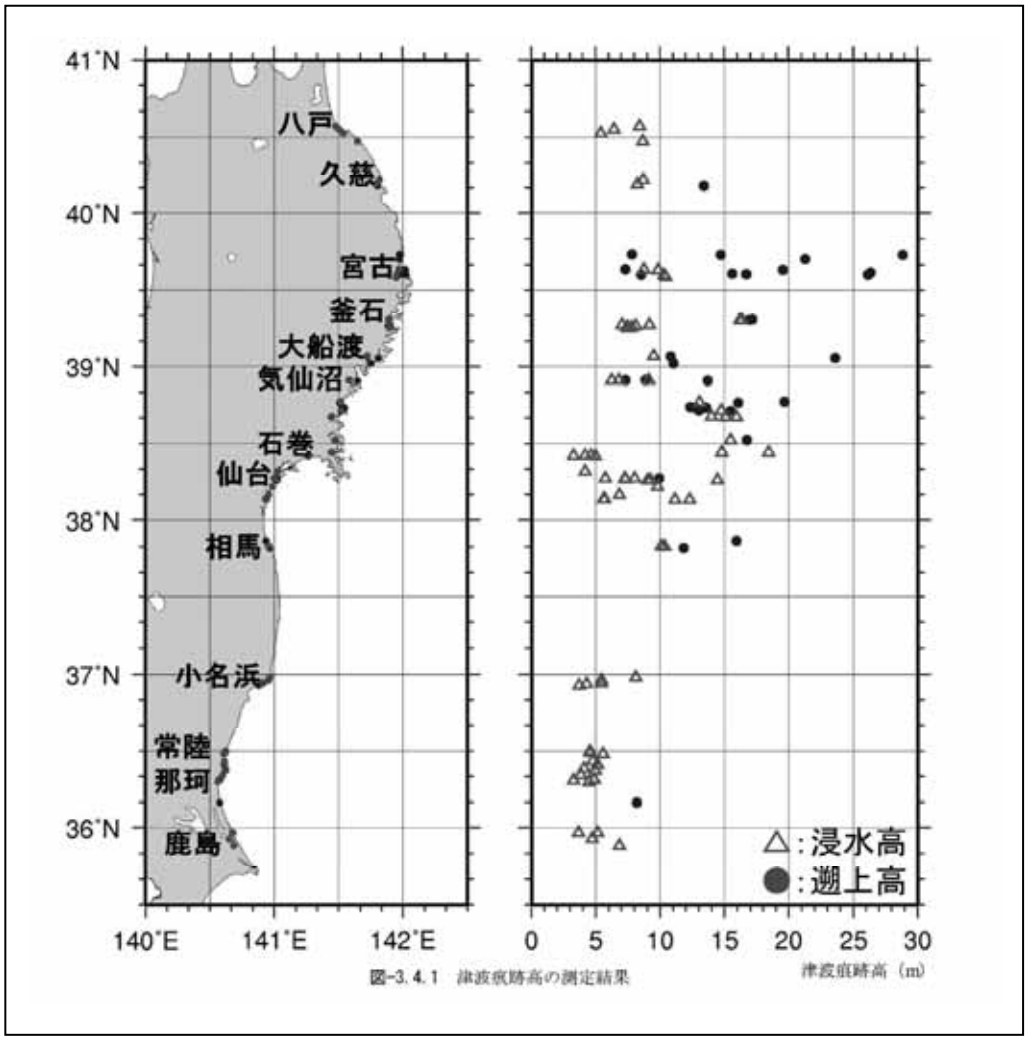


図2.2.9-2　東日本大震災における津波の痕跡高（資料①）

地震動と津波により太平洋側の各県の港湾施設は甚大な被害を生じた。
以降に港湾施設の被害状況を記す。

(2)　各地域の港湾施設の被災状況

(a)岩手県久慈港

護岸構造物が海側に 1.5m 程度移動、地震動の影響と考えられる。

下図に標準断面図と地盤状況を記す。

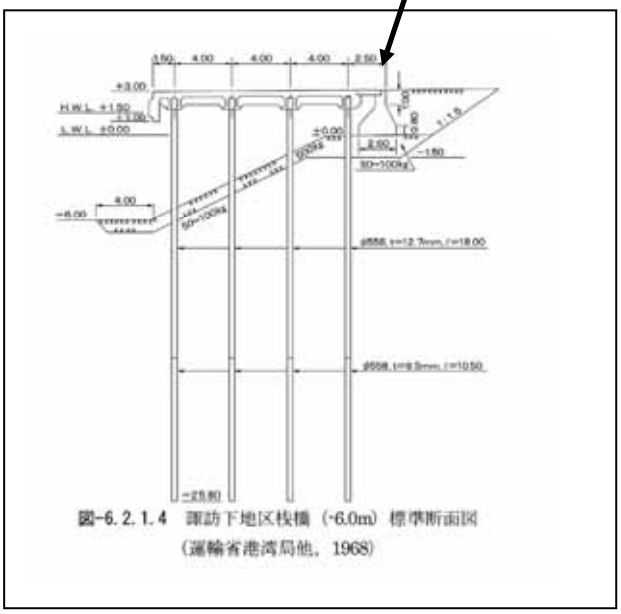


図-6.2.1.4　諏訪下地区桟橋（-6.0m）標準断面図
（運輸省港湾局他，1968）

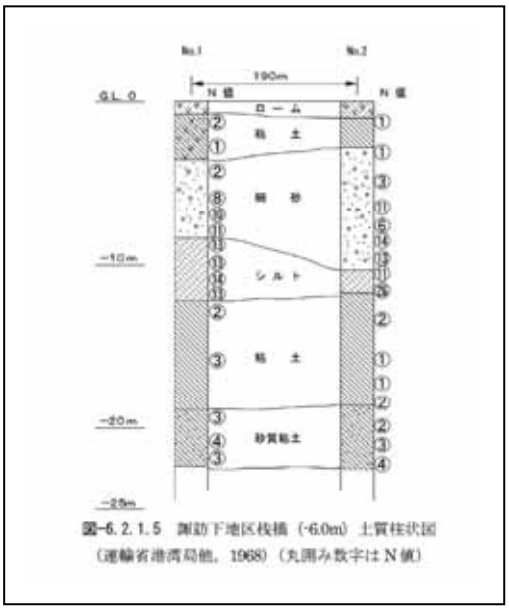


図-6.2.1.5　諏訪下地区桟橋（-6.0m）土質柱状図
（運輸省港湾局他，1968）（丸囲み数字は N 値）

図2.2.9-3　久慈港の被害状況1（資料①）

・津波によるオイルタンク転倒の被害も発生した。

写真2.2.9-1　久慈港の被害状況2（資料⑤）

(b)　岩手県釜石　両石漁港

防潮堤で守られた山間部の漁港である。防潮堤の一部が津波により陸側に倒れ、浸水し付近一帯は壊滅状態となった。

写真2.2.9-2　岩手県釜石　両石漁港の被害状況その１（資料④）

写真2.2.9-3　岩手県釜石　両石漁港の被害状況その2（資料④）

(c)宮城県女川港

岸壁の天板部が飛散し河口部において土砂の流出が見られた。津波の揚圧力による可能性が高い。

写真2.2.9-4　女川港の被害状況その1（資料①）

写真2.2.9-5　女川港の被害状況その2（資料⑤）

(d)宮城県石巻港雲雀野地区

ケーソン式護岸の変位による背面の沈下が発生した。

写真2.2.9-6　石巻港雲雀野地区の被害状況（資料⑧）

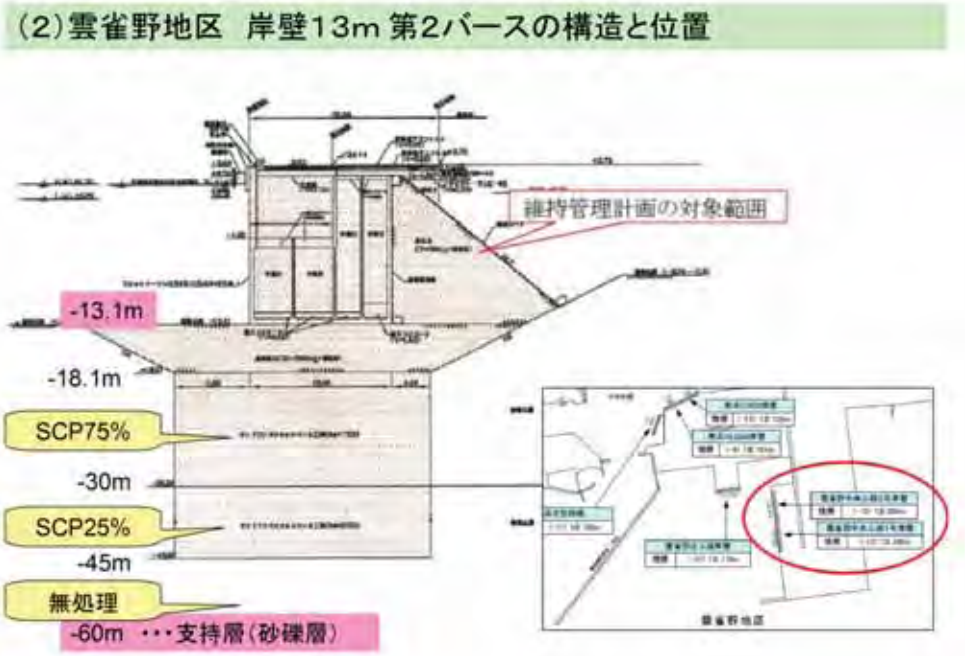


図2.2.9-3　被災したバースの構造と位置（資料⑥）

(e)　宮城県石巻港日和埠頭

津波の影響による舗装面のうねりが発生した。

写真2.2.9-7　石巻港日和埠頭の被害状況（資料①）

(f)　宮城県仙台塩釜港高砂埠頭２号エプロン

地震時の揺すりこみによる沈下の可能性が高い。

写真2.2.9-8　仙台塩釜港の被害状況1（資料⑦）

写真2.2.9-9　仙台塩釜港の被害状況２（資料⑦）

(g)　福島県相馬港第一埠頭

地震動によりある程度の被害が生じ、その後の津波により洗掘を受けた可能性が高い。

地震、エプロン下部の液状化によりエプロン表面、岸壁構造が破損

↓

土砂流出

↓

津波の引き波で土砂の流出が一気に加速

岸壁(-7.5m)〔控え矢板式〕

写真2.2.9-10　相馬港の被害状況その１（資料⑧）

(h)　福島県相馬港第二埠頭

第一埠頭と同様の原因と思われる。

写真2.2.9-11　相馬港の被害状況その2（資料⑧）

(i)　福島県小名浜港３号埠頭

矢板岸壁において岸壁法線が 50cm 程度はらみ出し舗装面が沈下した。

写真2.2.9-12　小名浜港3号埠頭の被害状況（資料①）

(j)　福島県小名浜港４号埠頭

ケーソン式岸壁のはらみ出しが発生した。

写真2.2.9-13　小名浜港4号埠頭の被害状況（資料⑤）

(k)　茨城県茨城港日立港区

液状化の影響が大きい。

日立港（茨城県）
　地震動による岸壁の倒壊と考えられるが津波の引き波による吸出しの影響と考えられる。

図2.2.9-4　茨城日立港の被害状況（資料⑨）

(1)　茨城県茨城港常陸那珂港区

日立港区同様、液状化の影響が大きい

図2.2.9-5　茨城港　常陸那珂港区の被害状況（資料⑨）

(m)　茨城県鹿島港

液状化による被害が発生した。

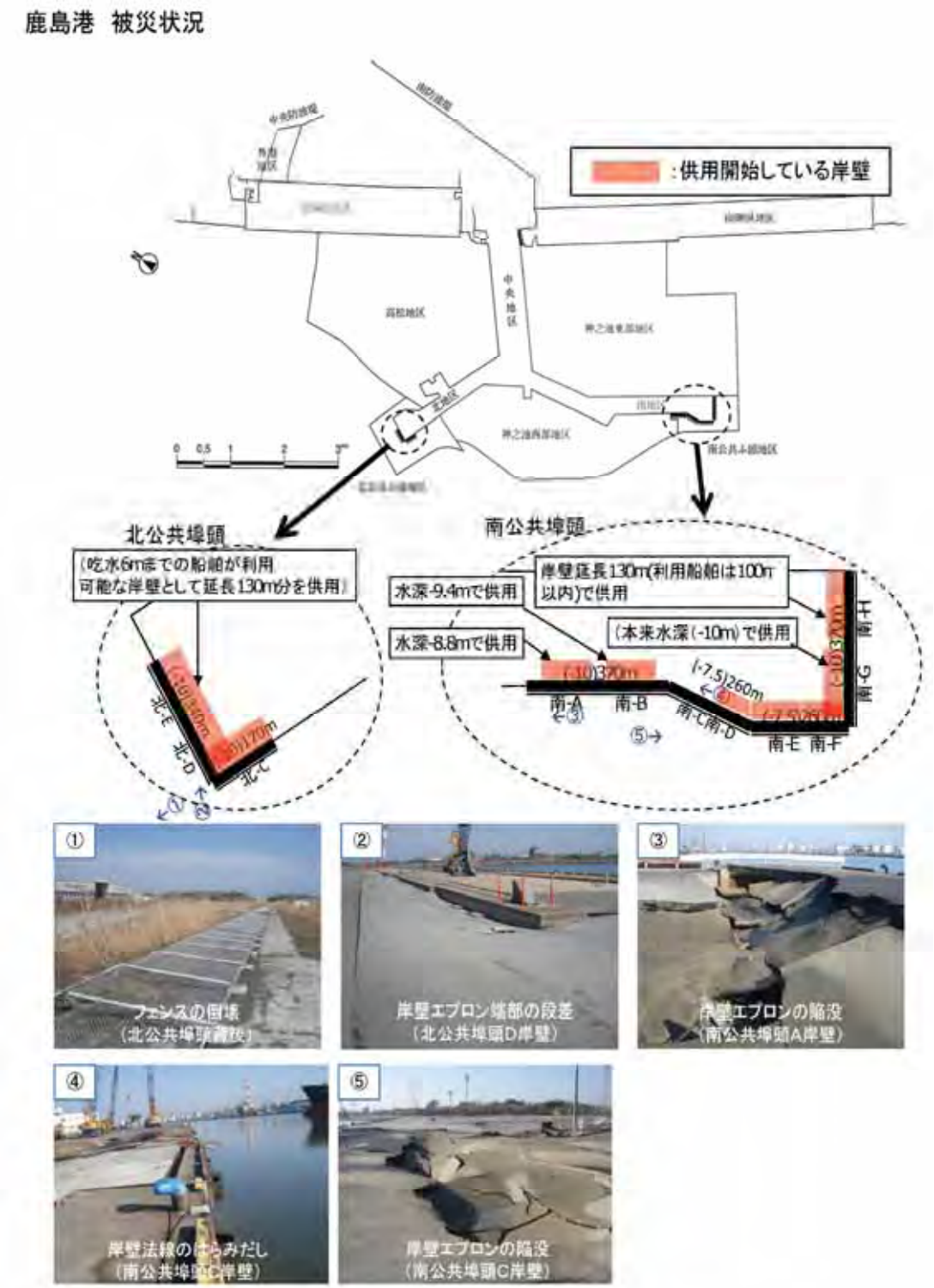


図2.2.9-6　鹿島港の被害状況（資料⑨）

(3)　空港施設の被害

空港施設の被害としては仙台空港の状況が報告されている。仙台空港は国管理空港で 1,200 mと 3,000mの 2 本の滑走路を有している。エプロン部には舗装のクラックが確認されているが、液状化の影響によるものか否かの判別はついていないものの供用には支障しない程度の被害と判断されている。滑走路東端の場周道路の崩壊が確認されている。液状化によって崩壊し津波により被害が拡大したものと考えられている。

舗装面の沈下（液状化？）

写真2.2.9-14　仙台空港の被害状況その1（資料①）

舗装面に一部亀裂が入っている。

写真2.2.9-15　仙台空港の被害状況その2（資料①）

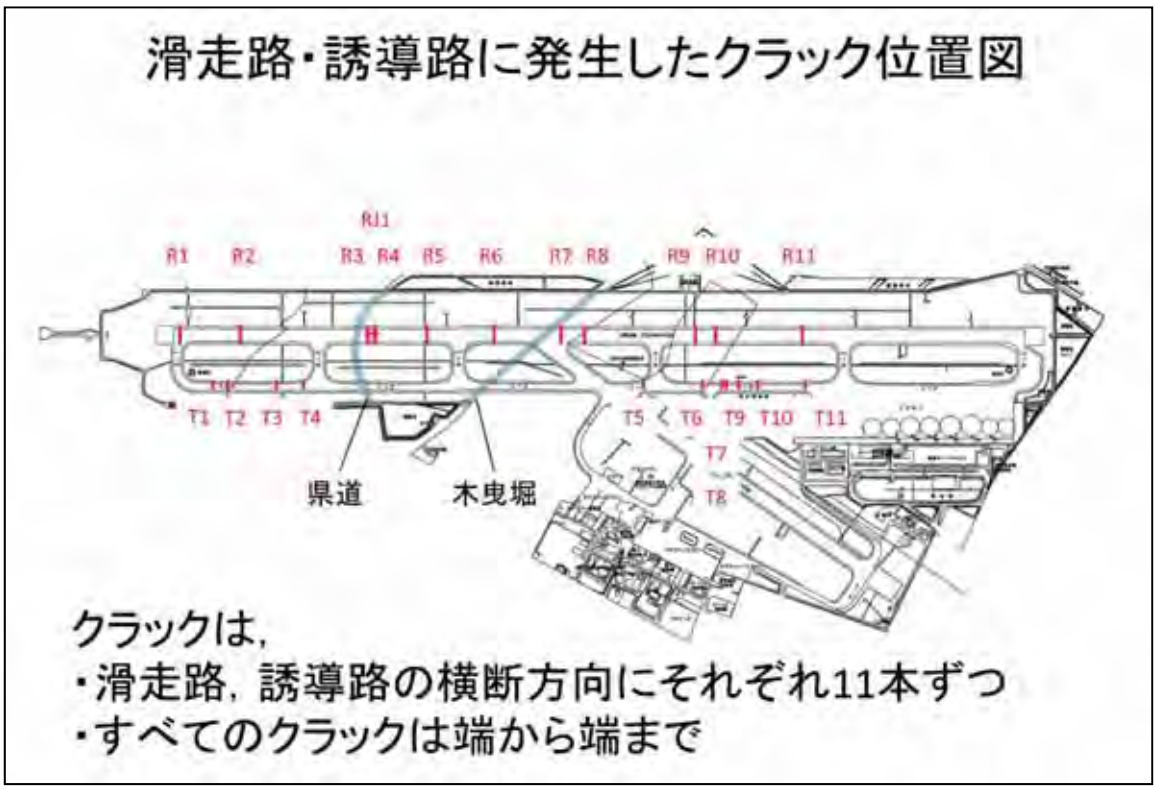


図2.2.9-7　仙台空港のクラック状況（資料③）

・液状化による地盤沈下、津波の影響を受け被害拡大か？

写真2.2.9-16　仙台空港の被害状況その3（資料①）

3）調査結果のまとめ

東日本大震災での震災被害は津波の影響があまりにも色濃く報告・報道されていたため、本調査以前は構造物自体の被害も津波の影響が大きいものと考えていた。津波によって漁船や大型船舶、しいては大型タンカーまでが港湾施設に打ち上げられていた状況や防波堤や防潮堤が津波のパワーによって破壊や倒壊に到るなか、港湾施設も同様に津波の影響でダメージを受けたものと想像していたが、今回あらためて被災状況を調査してみると地震動そのものでダメージを受けている港湾施設の多いことが判明した。

岩手県や宮城県の沿岸部での港湾施設の被害は津波の影響が大きいものの、岸壁や護岸は完全に越流しているわりに破壊・倒壊等の被害が少ない。このメカニズムの解明は今後の調査や検討に委ねることになるが、現状の設計法で構築された港湾施設は津波に対しても機能を維持できたことが証明されたとも言える。

船舶の燃料補給の必要性から港湾施設近傍には必ず危険物指定されている燃料用タンクが設置されている。この地上タンク設備群は津波によって壊滅的なダメージを受けたが、これらの施設を仮に地下に埋設できていれば気仙沼で見られたような海上火災を防ぐことが可能となった筈である。

一方、福島県から茨城県、さらに千葉県の浦安市で見られたように震源から離れた地域では液状化による被害が多く発生している。加速度レベルではさほど大きな値を示していなかったため、構築物の倒壊等はなかったが加速度は小さくても地震動の継続時間が長かったために液状化の被害を受けたものと推測されている。今後特に都市部や臨海部での液状化対策が必要不可欠である。

液状化に対して地下構造物が効果的であるとは現状では言えないものの、液状化対策を施した箇所に上記で記述したタンク類を地下に配置することによって津波対策としての効果を発揮するものと考える。また、このことは海域近傍に位置する空港施設にも当てはまる。

参考文献および参考資料

①「2011 年東日本大震災による港湾・海岸・空港の地震・津波被害に関する調査速報」
平成 23 年 4 月　独立行政法人　港湾空港技術研究所
http://www.pari.go.jp/cgi-bin/search-ja/detail.cgi?id=20110430103825
・対象地域：青森県・岩手県・宮城県・福島県・茨城県の太平洋沿岸部
・対象施設：港湾・海岸・空港施設
・調査内容（損傷状況）：被害形態、被害要因
※国土交通省との連携により作成された資料である。

②「港湾における地震・津波による被害状況と復旧支援について」
平成 23 年 4 月 26 日「東日本大震災」調査報告会資料
国土交通省　国土技術政策総合研究所
http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h23tohoku/houkoku/happyou/2-3.pdf

③「東日本大震災調査報告会　仙台空港の基本施設の調査概要」
平成 23 年 4 月 26 日　国土交通省　国土技術政策総合研究所
http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h23tohoku/houkoku/happyou/2-12.pdf

④「東日本大震災後の調査記録（岩手県）」日本大学理工学部
http://www.cst.nihon-u.ac.jp/earthquake_research/pdf/2011_05_13-14_iwate.pdf

⑤「東北地方太平洋沖地震津波に関する合同調査報告会　港湾における津波被害」
平成 23 年 7 月 16 日（独）港湾空港技術研究所・国土交通省　国土技術政策総合研究所
http://www.coastal.jp/ttjt/index.php?plugin=attach&refer=%E5%85%A8%E4%BD%93%E5%A0%B1%E5%91%8A%E4%BC%9A&openfile=%E5%AF%8C%E7%94%B0%E3%82%B9%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%83%89.pdf

⑥「石巻港　状況調査報告」平成 23 年 6 月 2 日　（財法）港湾空港建設技術サービスセンター
http://www.scopenet.or.jp/main/h_shinsai/pdf/07_hisaizyoukyou/ishinomaki.pdf

⑦「港湾施設及び海岸保全施設の被害状況（仙台塩釜港　塩釜港区）」国土交通省
http://www.pa.thr.mlit.go.jp/kakyoin/PDF/hisai_sendaishiogama.pdf

⑧「相馬港」財団法人　港湾空港建設技術サービスセンター
http://www.scopenet.or.jp/main/h_shinsai/pdf/07_hisaizyoukyou/souma.pdf

⑨「茨城県内港湾の被災及び復旧状況」平成 23 年 10 月
国土交通省　関東地方整備局
http://www.pa.ktr.mlit.go.jp/kyoku/03info/07saigai/hisai/1027.pdf

2.3　深い部分の被害

2.3.1　鉄道・道路

1)　はじめに

国土交通省の「東日本大震災の記録－国土交通省の災害対応－」によれば、鉄道では、震災発生から 30 分後の 3 月 11 日 15 時 16 分時点で、東北、山形、秋田、上越、長野、東海道の各新幹線、ＪＲ在来線・第三セクター・民鉄線を合わせて、90 事業者 267 路線が地震の被害等により、運行休止となった。東北新幹線では、被災箇所は約 1,200 箇所に上り、電化柱の折損・傾斜・ひび割れ（約 540 箇所）、架線の断線（約 470 箇所）、高架橋柱等の損傷（約 100 箇所）などの被害が発生した。在来線（ＪＲ）では、沿岸部に存在し津波を受けた 7 路線（八戸線、山田線、大船渡線、気仙沼線、石巻線、仙石線、常磐線）については、駅舎流出 23 駅、線路流出･埋没 約 60km、橋桁流出･埋没 101 箇所など、大きな被害が発生したほか、7 路線 以外の路線についても、被災箇所約 4,400 箇所に上った。また、三陸鉄道、ひたちなか海浜鉄道、鹿島臨海鉄道、その他の臨海鉄道についても、津波による大きな被害が発生した。

道路についても、東北地方から首都圏にかけての広い範囲で被害が発生した。高速道路では、路面亀裂、段差発生等の損傷が各地で発生し、地震発生直後には 15 路線で通行止めとなった。国道や、地方自治体管理道路においても、段差、亀裂等の多数の被災が生じたほか、太平洋沿岸部においては津波の被害により、橋桁の流出や、橋台背面盛土の流出などの被害が生じた。

調査資料を以下に示す。

①「東日本大震災の記録－国土交通省の災害対応－」国土交通省，2012,
http://www.mlit.go.jp/common/000208803.pdf
②「2011 年東北地方太平洋沖地震被害の概要と地盤工学的課題」風間基樹、地盤工学ジャーナル，Vol.7，No.1，pp1-11，2012
③「東北新幹線の地上設備の主な被害と復旧状況（2011 年 4 月 17 日現在）」
JR 東日本旅客鉄道株株式会社，http://www.jreast.co.jp/pdf/restore02.pdf
④「在来線の地上設備の主な被害と復旧状況（2011 年 4 月 17 日現在）」
JR 東日本旅客鉄道株株式会社，http://www.jreast.co.jp/pdf/restore_zairai02.pdf
⑤「JR 東日本におけるトンネル地震被害の事例」
清水満，トンネルと地下, Vol.43, No.4, pp.37-48, 2012
⑥「地震とトンネル」朝倉俊弘，トンネルと地下, Vol.43, No.4, pp.15-23, 2012
⑦「東北地方太平洋沖地震における鉄道の被災状況およびその復旧について」
野澤伸一郎・他，地盤工学ジャーナル，Vol.7，No.1，127-137，2012
⑧「東北地方太平洋沖地震による新幹線トンネルの被害と復旧」
松沼政明・齋藤貴，トンネル工学報告集，第 22 巻，pp.269-276，2012
⑨「東北地方太平洋沖地震における新幹線トンネルの被害と復旧について」
松沼政明・齋藤貴，第 47 回地盤工学研究発表会，pp.1479-1480，2012
⑩「東北地方太平洋沖地震における高速道路の被害および復旧状況について」
安部哲生・他，地盤工学ジャーナル，Vol.7，No.1，117-125，2012

2)　東北新幹線の被害

(1)　被害の概要

JR 東日本の発表した平成 23 年 4 月 17 日現在の東北新幹線の主な被害状況を表 2.3.1-1、表 2.3.1-2 および図 2.3.1-1 に示す。被害範囲は大宮～岩手県内の広域にわたっている。被害内容は、電化柱の折損・傾斜・ひび割れ、架線の断線、高架橋柱等の損傷などの地上設備に関するものがほとんどであり、トンネルの被害は非常に少ない。トンネル内での軌道損傷 2 箇所が報告されているのみで、トンネルの崩壊は発生しなかった。ただし、参考文献 3)および 4)によれば、トンネル被害は 4 件であり、その内軌道損傷が 2 件と報告されている。これらの被害は、地震動によるものであり、甚大な被害をもたらした津波によるトンネル構造の被害は報告されていない

図 2.3.2-2 に被害のあったトンネルの位置を示す。南から那須，福島，志賀，第一梅の沢トンネルの 4 箇所であり、3 月 11 日の本震の位置からは、100～200km 離れた位置にある。このうち被害の大きかったのは志賀、福島の 2 トンネルであり、被害内容は路盤の隆起に伴う軌道変状と中央通路部の変状であった。

表2. 3. 1-1　東北新幹線の主な被害状況

出展：「2011 年東北地方太平洋沖地震被害の概要と地盤工学的課題」風間基樹

主な被害	3/11 本震	4/7 以降余震
電化柱の折損傾斜・ひび割れ	約 540 箇所	約 270 箇所
架線の断線	約 470 箇所	約 200 箇所
高架橋柱等の損傷	約 100 箇所	約 20 箇所
軌道の変位・損傷	約 20 箇所	約 20 箇所
変電設備の故障	約 10 箇所	約 10 箇所
防音壁の落下・傾斜・剥離	約 10 箇所	2 箇所
天井材等の破損・落下	5 駅	2 駅
橋桁のずれ	2 箇所	7 箇所
橋桁の支点部損傷	約 30 箇所	約 10 箇所
トンネル内の軌道損傷	2 箇所	―
合計	約 1200 箇所	約 550 箇所

※高架橋，橋りょう，トンネルの崩落はなし

表2. 3. 1-2　区間ごとの被害状況

出展：「東北新幹線の地上設備の主な被害と復旧状況」，JR 東日本旅客鉄道㈱

主な被害	3/11 本震	4/7 以降余震
大宮～那須塩原	約 120 箇所	―
那須塩原～福島	約 270 箇所	約 50 箇所
福島～新幹線総合車両センター（仙台付近）	約 390 箇所	約 140 箇所
新幹線総合車両センター（仙台付近）～一ノ関	約 150 箇所	約 150 箇所
一ノ関～盛岡	約 230 箇所	約 160 箇所
盛岡～新青森	約 40 箇所	約 50 箇所
合　計	約 1200 箇所	約 550 箇所

図2.3.1-1　東北新幹線の主な被害

出展：「東北新幹線の地上設備の主な被害と復旧状況」，JR 東日本旅客鉄道㈱

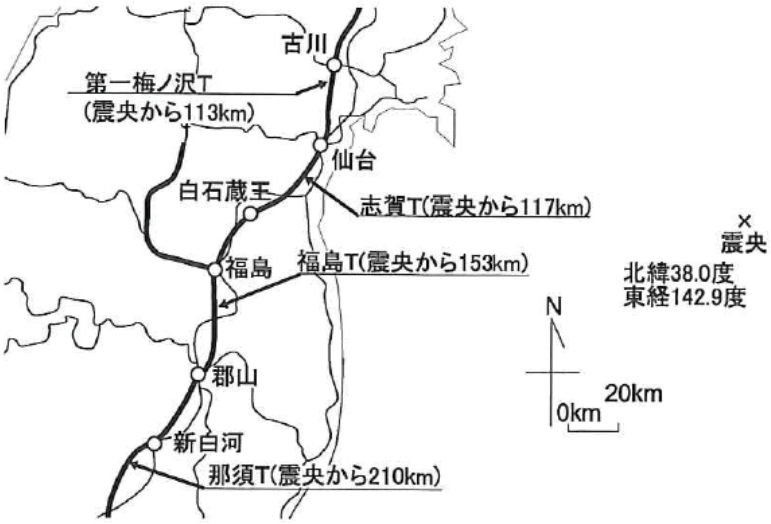


図2. 3. 1-2　被災トンネル位置図

出展：「JR 東日本におけるトンネル地震被害の事例」清水満

(2)　福島トンネルの被害

(a) 構造物の概要

福島トンネルは、東北新幹線郡山～福島間に位置する全長 11,705m の複線トンネルであり、震源から約 150km 離れている。図 2.3.1-3、図 2.3.1-4 にそれぞれトンネル断面図と地質縦断図を示す。主な地質は、凝灰岩、泥岩であり褶曲構造を持っている。掘削工法は、上部半断面先進レール工法、底設導坑先進上部半断面工法で施工され、支保工は H175ctc1.3m、覆工厚さは 50cm、路盤構造はりょう盤コンクリートであった。

(b) 被害状況

主な被害は、中央通路の損傷と路盤部の隆起に伴う軌道変状であった。写真 2.3.1-1 に下り線中央通路部の被害状況を示す。ここでは、下り線の路盤コンクリートと中央通路の間に 120mm の開口が生じている。

路盤部の隆起に伴う軌道変状は、延長約 160m の区間において顕著に現れた。図 2.3.1-5 に、この区間の下り線の軌道の高低差を示す。同図では、42k297mを基準とした相対高低差を示している。最大 150mm 程度の隆起が発生しており、中央通路側（右）レールが側壁側（左）レールに比べ相対的に高くなっていることがわかる。図 2.3.1-6 にはトンネル内空断面幅の測定結果を示す。内空断面幅は、被害の無かった区間を基準とした場合、最大 175mm 程度の縮小となるが、建築限界には支障は無かった。

(c) 被害原因

トンネル内空の縮小と、路盤部の隆起が生じていることは、トンネルが地震時に水平方向に縮小変形し、これにより路盤、りょう盤コンクリートが損傷し、路盤コンクリートとりょう盤コンクリートの打継ぎ目、あるいは、りょう盤コンクリートと地山との間に空隙が生じていることが想定された。そこで、コア削孔（φ100）による空隙調査を、3 地点の中央通路側と側壁側 2 箇所、合計 6 箇所実施した。図-7 にコア削孔結果の例を示す。側壁側では、り

ょう盤コンクリートと地山の間には空隙は確認されなかったが、中央通路側ではコンクリート内およびりょう盤コンクリートと地山の間に 50mm と 80mm の空隙が確認された。

福島トンネルの変状区間は軟弱で複雑な泥岩と凝灰岩の互層であり、変状区間の終点側以北ではインバートが施工されておりインバート区間では変状は発生していなかった。これらのことから、他のりょう盤コンクリート区間に比べ、地山が軟弱であったために、水平方向の変形が生じたものと考えられる。

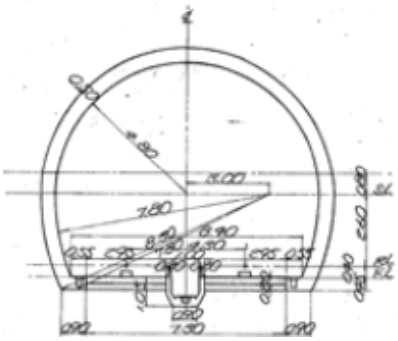


図2.3.1-3 福島トンネル断面図

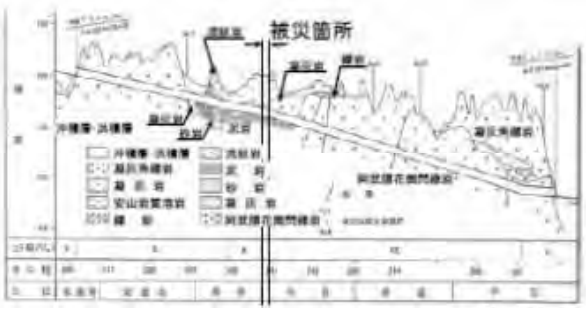


図2.3.1-4福島トンネル地質縦断図

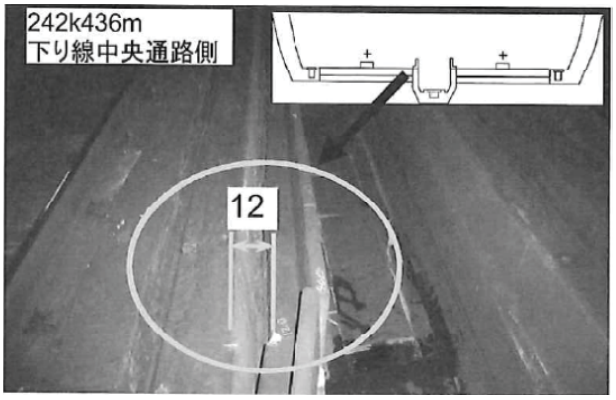


写真2.3.1-1　下り線路盤中央通路部の開口

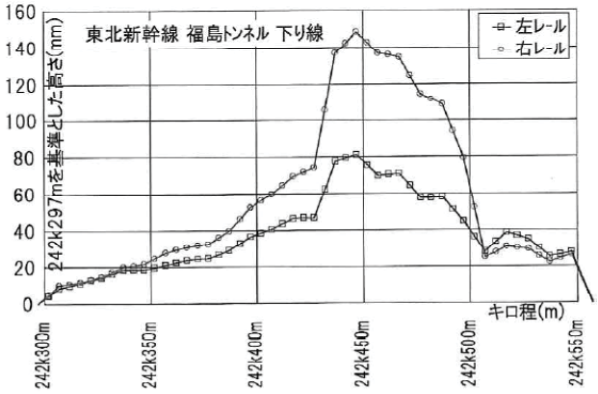


図2.3.1-5　下り線軌道高低データ

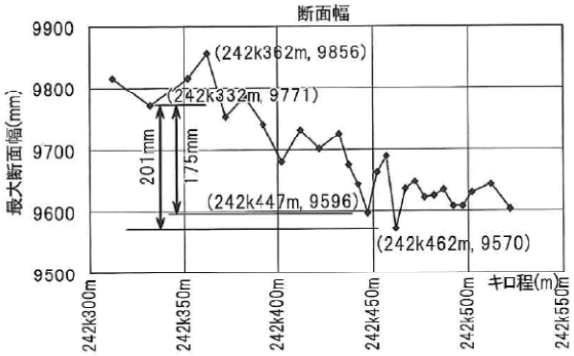


図2.3.1-6　トンネル内空断面幅

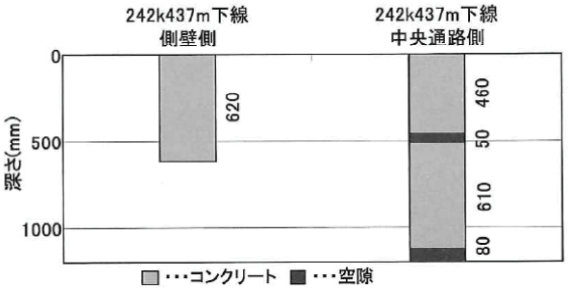


図2.3.1-7　コア削孔結果

出展（図-3，図-4）:「東北地方太平洋沖地震における新幹線トンネルの被害と復旧について」，松沼政明他

出展（写真-1，図-5～図-7）:，「JR 東日本におけるトンネル地震被害の事例」，清水満

(d) 復旧

応急復旧として、りょう盤コンクリートの空隙部にセメントミルクを充填し、軌道整備で隆起分を吸収し、営業運転再開後に本復旧として、インバート部および側壁部にロックボルトを打設した。

(3) 志賀トンネル

(a) 構造物の概要

志賀トンネルは、東北新幹線白石蔵王～仙台間に位置する延長 3,502m のトンネルであり、震源から 117km 離れている。被害区間の代表的地質は、泥岩や頁岩、凝灰岩、角礫凝灰岩などの堆積岩、および安山岩などの火成岩から構成され、火山活動などに伴う安山岩の貫入により各々の地質が複雑に組み合わさったものとなっている。

掘削工法は、底設導坑先進上部半断面工法の他、2 段サイロットやスプリングサイロット工法が用いられ、支保工は H200ctc0.9m、覆工厚さは 70cm、90cm、路盤はインバートコンクリートであった。

(b) 被害状況

主な被害は、路盤部の隆起に伴う軌道変状であり、中央通路と側溝にも隆起に伴う変状があった。写真 2.3.1-2 に中央通路がせり上がった状況を示す。

図 2.3.1-9 に変状区間の下り線の軌道の高低差を示す。3 箇所に軌道変状が顕著に見られるが、B 地点で中央通路側（右）レールが側壁側（左）レールに比べ相対的に高くなっている以外は、ほぼ左右のレールは同等の隆起をしている。

図 2.3.1-10 に変状区間のトンネルの内空断面幅の測定結果を示す。内空断面幅は、被害の無かった区間を基準とした場合、最大 242mm 程度の縮小となるが、建築限界には支障は無かった。

(c) 被害原因

図 2.3.1-11 に志賀トンネルの位置と付近の地盤沈下量、図 2.3.1-12 に付近の地質断面を示す。今回の地震では，鉄道トンネルは震源から離れているため，断層の変位の直接的な影響は受け難く，地盤全体が沈下した時に緩やかに変形し，比較的軟らかい泥岩等にひずみが集中し，そこに位置したトンネルに変状が発生したものと推定している。

(d) 復旧

復旧は，インバートのクラックへセメントミルクを充填し，軌道整備で隆起分を吸収する応急復旧，運転再開後にインバート部，側壁部およびアーチ部（一部）へのロックボルトを打設する本復旧に分けて実施した。

本復旧の断面を図-13 に示す。使用するロックボルトは，ϕ=32mm，インバートは長さ 4m，側壁部とアーチ部は長さ 6m の自穿式とした。

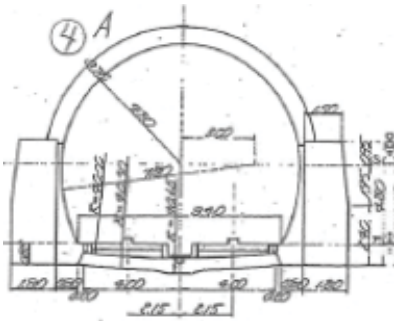


図2.3.1-8　志賀トンネル断面図

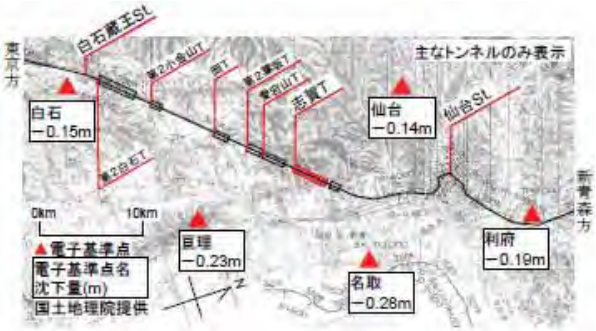


図2.3.1-11　志賀トンネルの位置と地盤沈下量

写真2.3.1-2　中央通路せり上がり状況

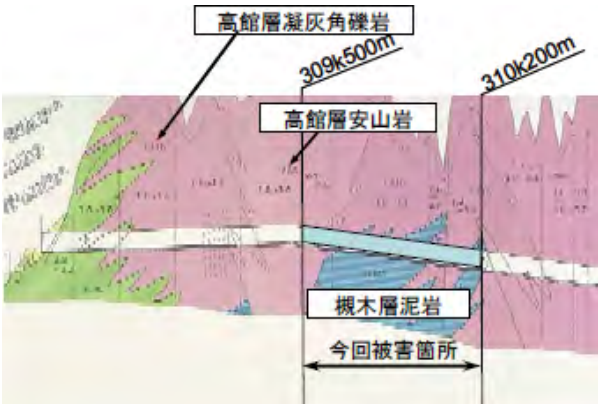


図2.3.1-12　志賀トンネル付近の地質断面

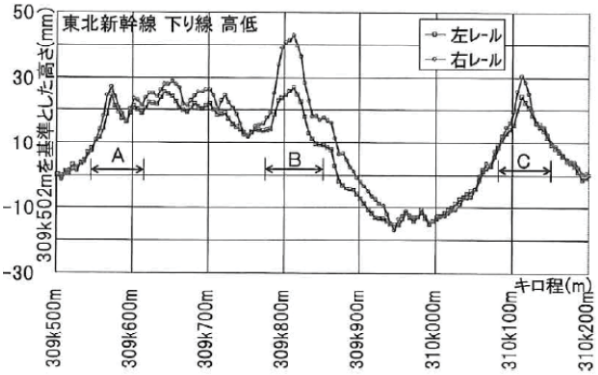


図2.3.1-9　下り線軌道高低データ

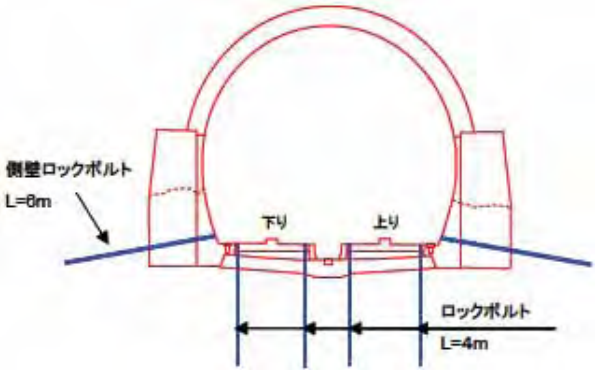


図2.3.1-13　復旧断面の例

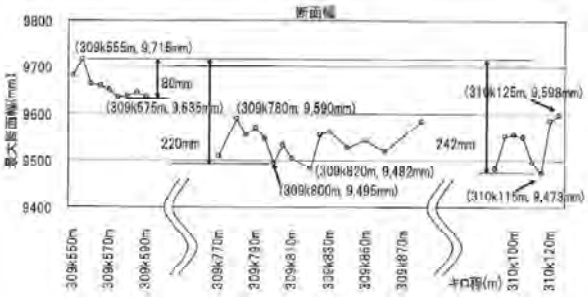


図2.3.1-10　トンネル内空断面幅

出展（図-8）:「東北地方太平洋沖地震における新幹線トンネルの被害と復旧について」松沼政明他
出展（図-9，図-10）:「JR 東日本におけるトンネル地震被害の事例」清水満
出展（写真-2，図-11～図-13）:「東北地方太平洋沖地震における鉄道の被災状況およびその復旧について」、野澤伸一郎他

3)　JR 東日本在来線

JR 東日本の発表した平成 23 年 4 月 17 日現在の在来線の主な被害状況を表 2.3.1-3、表 2.3.1-4 および図 2.3.1-11 に示す。被害は、軌道変位や電化柱の折損傾斜・ひび割れなど地上設備が広範囲にわたって被害を受けている。一方、在来線のトンネル被害は、約 30 箇所報告されているが、大半はアーチ部覆工の小規模な剥離・剥落であったため、復旧工事も剥離した覆工コンクリートの叩き落し程度の軽微なものであった。

表2.3.1-3　JR東日本在来線の主な被害状況

出展：「2011 年東北地方太平洋沖地震被害の概要と地盤工学的課題」風間基樹

主な被害	3/11 本震	4/7 以降余震
軌道変位	約 2200 箇所	約 620 箇所
電化柱の折損傾斜・ひび割れ	約 1150 箇所	約 90 箇所
道床砕石流失	約 220 箇所	1 箇所
乗降場変状	約 220 箇所	約 50 箇所
盛土切取等土工設備の変状	約 170 箇所	約 10 箇所
信号通信設備の故障	約 130 区間	約 10 区間
橋りょう高架橋の損傷	約 120 箇所	約 30 箇所
駅舎の損傷	約 80 駅	約 20 駅
トンネルの損傷	約 30 箇所	2 箇所
変電設備の故障	約 30 箇所	約 10 箇所
落石	約 20 箇所	約 20 箇所
乗換こ線橋等停車場設備損傷	約 20 箇所	4 箇所
架線の断線	約 10 箇所	約 10 箇所
合計	約 4400 箇所	約 850 箇所

※津波を受けた 7 線区の被害を除く

表2.3.1-4　主な線区ごとの被害状況

出展：「在来線の地上設備の主な被害と復旧状況」JR 東日本旅客鉄道㈱

主な被害	3/11 本震	4/7 以降余震
東北本線	約 1700 箇所	約 540 箇所
大船渡線（気仙沼～盛間を除く）	約 180 箇所	約 90 箇所
仙石線（東塩釜～石巻間を除く）	約 90 箇所	約 60 箇所
飯山線	約 100 箇所	－
常磐線（いわき～亘理間を除く）	約 1280 箇所	約 30 箇所
その他の線区	約 1050 箇所	約 130 箇所
合　計	約 4400 箇所	約 850 箇所

図2.3.1-14　在来線の被害状況

出展：「在来線の地上設備の主な被害と復旧状況」JR 東日本旅客鉄道㈱

4）道路

高速道路では、東北地方から首都圏にかけて広い範囲で、路面亀裂、段差発生等の損傷が各所で発生した。また、橋梁構造物に関しては、落橋、倒壊等の大規模損傷はなかったものの、支承やジョイント部の損傷が多数の橋梁で発生した。表 2.3.1-5 に NEXCO 東日本管内での被害の発生状況を示す。35 路線、総延長約 2,300km に対し、20 路線、約 870km 区間において交通の支障となる被害が確認された。特に常磐道水戸 IC ～那珂 IC の盛土区間で 150m にわたり路面陥没と波打ちが発生した（写真 2.3.1-3）。被害発生箇所は、順次応急復旧を行い、東北自動車道が全線一般開放したのは、地震発生から 13 日後の 3 月 24 日 6 時となった。

直轄国道では、太平洋沿岸の国道 45 号において、津波により 5 橋梁の橋げたが流出し、また、橋台背面盛土が流失するなどの被害が発生した。図 2.3.1-12 には国道 45 号の被災状況および橋桁が流失した 5 橋梁の写真を示す。また、国道 45 号、国道 6 号において広範囲に、冠水、がれき等の堆積が発生した。国道 51 号、国道 357 号等でも路面段差、ジョイント損傷などが発生した。通行止めは総数 69 区間にのぼった。平成 24 年 2 月 3 日、国道 45 号の片側交互通行の開始により、直轄国道の通行止めは全て解消されている（原発警戒区域内を除く）。

その他の地方自治体の道路においても、津波等により、太平洋岸各地において 12 橋梁が落橋及び流出した。また、段差、亀裂、小規模崩落等の被災は極めて多数となった。

以上のように、道路については広範囲で多数の被害が発生しているものの、トンネル等の地下構造物に関しては、交通の支障となるような被害は報告されていない。

表2.3.1-5 NEXCO東日本管内における交通の障害となる被害の発生状況

出展：「東北地方太平洋沖地震における高速道路の被害および復旧状況について」安部哲生他

路線名	延長（km）	被害の状況
東北自動車道	347.1	道路本体・路面の崩落：1 箇所 路面のクラック：27 箇所 ジョイント部段差：26 箇所 路面陥没：7 箇所 路面段差：61 箇所　など
磐越自動車道	85.5	路面のクラック：13 箇所 ジョイント部段差：6 箇所 路面陥没：4 箇所 路面段差：5 箇所　など
山形自動車道	28.1	ジョイント部段差：1 箇所 路面段差：5 箇所
常磐自動車道	166.4	道路本体・路面の崩落：1 箇所 路面のクラック：29 箇所 ジョイント部段差：2 箇所 路面陥没：2 箇所 路面段差：14 箇所　など
仙台東部道路	18.5	路面のクラック：1 箇所 ジョイント部段差：7 箇所 路面陥没：1 箇所 路面段差：5 箇所　など 津波による被害
その他の路線	224.2	路面のクラック：27 箇所 ジョイント部段差：14 箇所 路面陥没：9 箇所 路面段差：84 箇所 津波による被害　など
全　　体	869.8	道路本体・路面の崩落：2 箇所 路面のクラック：97 箇所 ジョイント部段差：56 箇所 路面陥没：23 箇所 路面段差：174 箇所 津波による被害　など

写真2.3.1-3　常磐自動車道那珂地区盛土崩落箇所の状況

出展：「東北地方太平洋沖地震における高速道路の被害および復旧状況について」安部哲生他

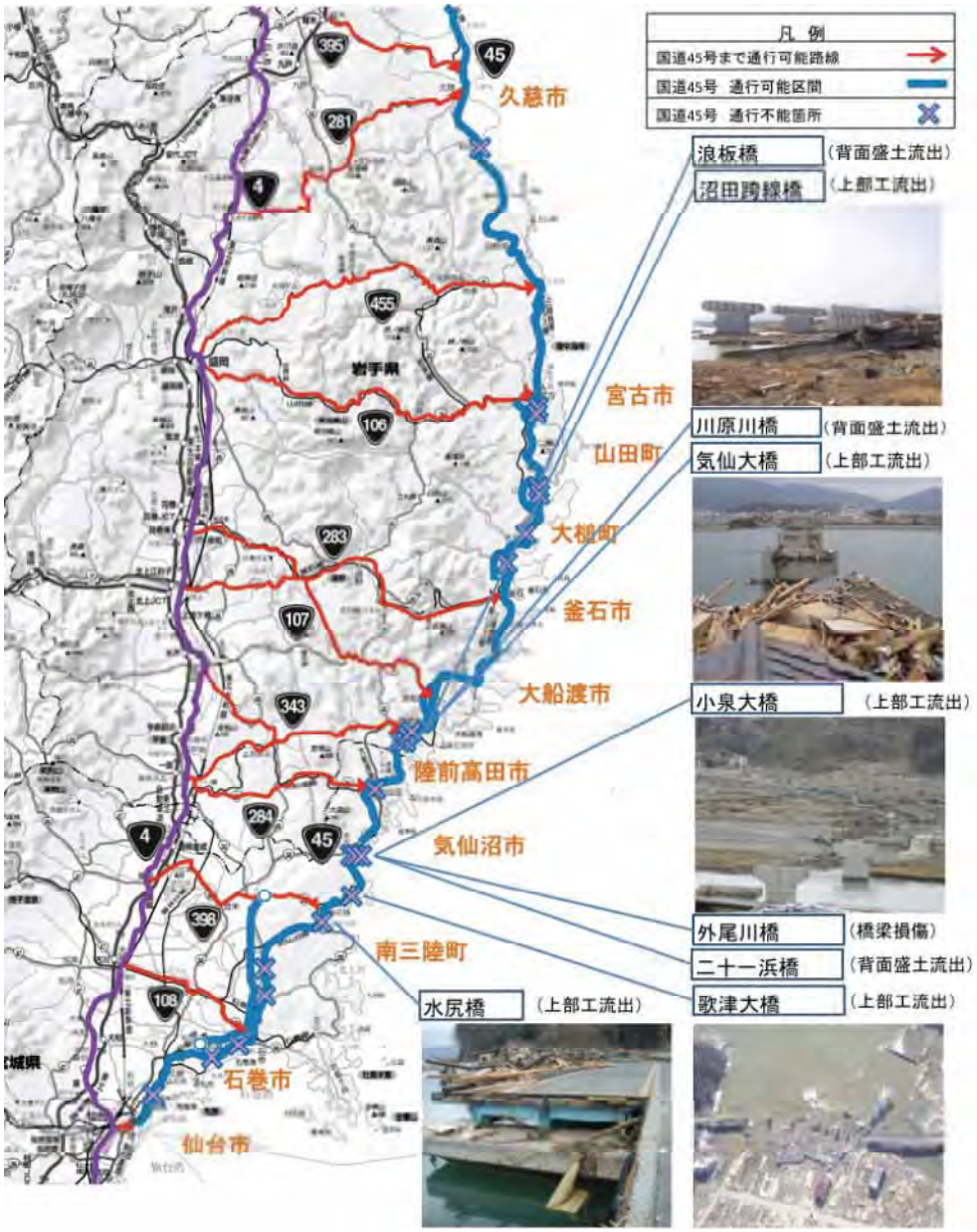


図2.3.1-15　国道45号の被災状況

出典：「東日本大震災の記録－国土交通省の災害対応－」国土交通省

5) 調査結果のまとめ

鉄道・道路関係では東北地方から首都圏にかけて広い範囲で被害が生じている。ただし、主な被害は、鉄道では電化柱の損傷、架線の断線、軌道変位などであり、道路では路面のクラック発生や、段差の発生などであった。また、沿岸部では津波により橋桁の流出などの被害が発生している。これらの被害は、地上の構造物や施設で発生したものであり、山岳トンネルについては、交通の支障になるような被害は東北新幹線の２ヵ所のトンネルで報告されているのみであり、トンネル等の地下構造物についての被害はほとんど発生しなかった。今回の震災ではトンネル等の地下構造物が地震に対して強いことが示されたといえる。

参考文献

1) 風間基樹、2011 年東北地方太平洋沖地震被害の概要と地盤工学的課題、地盤工学ジャーナル，Vol.7，No.1，pp1-11，2012
2) JR 東日本旅客鉄道株式会社、東北新幹線の地上設備の主な被害と復旧状況（平成 23 年 4 月 17 日現在），http://www.jreast.co.jp/pdf/restore02.pdf
3) 清水満，JR 東日本におけるトンネル地震被害の事例，トンネルと地下，Vol.43，No.4，pp.37-48, 2012
4) 朝倉俊弘，地震とトンネル，トンネルと地下, Vol.43, No.4, pp.15-23, 2012
5) 野澤伸一郎・他，東北地方太平洋沖地震における鉄道の被災状況およびその復旧について，地盤工学ジャーナル，Vol.7，No.1，127-137，2012
6) 松沼政明・齋藤貴，東北地方太平洋沖地震による新幹線トンネルの被害と復旧，トンネル工学報告集，第 22 巻，pp.269-276，2012
7) 松沼政明・齋藤貴，東北地方太平洋沖地震における新幹線トンネルの被害と復旧について，第 47 回地盤工学研究発表会，pp.1479-1480，2012
8) JR 東日本旅客鉄道株株式会社, 在来線の地上設備の主な被害と復旧状況（2011 年 4 月 17 日現在），http://www.jreast.co.jp/pdf/restore_zairai02.pdf
9) 安部哲生・他, 東北地方太平洋沖地震における高速道路の被害および復旧状況について，地盤工学ジャーナル，Vol.7，No.1，117-125，2012
10) 国土交通省，東日本大震災の記録－国土交通省の災害対応－，2012，http://www.mlit.go.jp/common/000208803.pdf

2.3.2　地下鉄関連施設

1）はじめに

地下鉄は、主に地下を走る鉄道路線である。日本における地下鉄は、東京都のほか、大阪市や仙台市などの政令指定都市に公営地下鉄があり、地方公共団体などが事業を行っており、その総延長は 857.3km（平成 23 年 3 月現在）である。また、当該都市においては、都市内の有力な移動手段となっている事例が多く、特に東京都区部と大阪市においては、地上の鉄道と併せて都市内の有力移動手段となっている。

一般的に、地下鉄はトンネル構造物が区間の大部分を占めるが、地下鉄と呼ばれる路線でも高架区間や地上区間を有することはあり、本項においても、この高架区間や地上区間についても対象として扱う。

調査報告は以下の資料の中から仙台市交通局 HP 内の①の内容を中心に検索を行った。

調査資料を以下に示す。

① 「東日本大震災による現場の被災状況（平成 23 年 11 月）」　仙台市交通局
http://www.kotsu.city.sendai.jp/kigyo/pdf/touzaisen_gkiinkai11_1.pdf

② 「平成 22 年度 高速鉄道安全報告書（平成 23 年 9 月）」　仙台市交通局
http://www.kotsu.city.sendai.jp/kigyo/anzen/management/pdf/2011_houkokusyo.pdf

③ 「震災を越えて進む地下鉄建設 －仙台市地下鉄東西線建設の概要－」
森研一郎，土木施工，Vol.53，No.8，pp.74-75，2012

④ 「重要施設物の仮受け工事－仙台駅工区土木工事－」
小柳善郎，土木施工，Vol.53，No.8，pp.94-98，2012

⑤ 「住宅市街地のシールドトンネルの施工－仙台市高速鉄道東西線薬師堂工区土木工事－」
平山国弘，土木施工，Vol.53，No.8，pp.99-103，2012

⑥ 「開削工事における重要埋設物の吊防護－東北地方太平洋沖地震を受けた吊防護の現状と復旧－仙台市地下鉄東西線六丁の目工区」
伊藤光夫，土木施工，Vol.53，No.8，pp.104-107，2012

⑦ 「地震とトンネル」　朝倉俊弘，トンネルと地下，Vol.43，No.4，pp.15-23，2012

⑧ 「東京メトロ 社会環境報告書 2012（平成 23 年 9 月）」　東京メトロ
http://www.tokyometro.jp/corporate/csr/report/index.html

⑨ 「東京メトロにおける地震への取り組み」
武藤義彦，トンネルと地下，Vol.43，No.4，pp.295-300，2012

2) 調査結果

(1) 仙台市地下鉄

仙台市地下鉄は、仙台市高速鉄道南北線および仙台市高速鉄道東西線の二路線からなる仙台市交通局高速電車部が運営する地下鉄である。

南北線は、仙台市泉区の泉中央副都心にある泉中央駅から、北仙台、仙台市都心部、長町副都心を通って、仙台市太白区の富沢に至る路線である。路線の大部分は地下線だが、両端では高架線あるいは地上線となっている。

東西線は、仙台市太白区の動物公園駅から若林区の荒井駅を結ぶ、仙台市交通局にとって 2 本目となる地下鉄路線である。東西線は現在建設中で、2015 年度開業予定である。

仙台市地下鉄の路線図を図 2.3.2-1 に示す。

図2.3.2-1 仙台市地下鉄路線図

出典：仙台市交通局 HP

(2) 地下鉄南北線

(a) 概要

地下鉄南北線は、泉中央駅から富沢駅を結ぶ延長 15.44km の路線である。路線 の大部分は地下線だが、両端では高架線あるいは地上線となっている。地上線は、泉中央駅～黒松駅間および富沢駅付近の 3.75km であり、黒松駅～富沢駅間の 11.69km が地下線である。地下鉄南北線路線概要を表 2.3.2-1 に示す。

表2.3.2-1 地下鉄南北線路線概要

出典：東日本大震災による現場の被災状況
仙台市交通局

項 目	内 容
営業区間	泉中央～富沢
建設キロ	15.44km (地上部3.75km, 地下部11.69km)
地上区間	泉中央～黒松間・富沢駅付近
地下区間	黒松～富沢間
営業キロ	14.77km
駅数	17（地上駅4, 地下駅13）

(b) 地震時の状況

3 月 11 日に発生した東日本大震災では、八乙女駅と富沢駅の 2 箇所に設置している地震計において、富沢駅が 389.6gal であったのに対し、八乙女駅では阪神淡路大震災の約 1.4 倍に相当する 1,149.9gal を示す大きな揺れが観測されたと報告されている 1) 2)。地下鉄路線での強震記録を表 2.3.2-2 に示す。参考として、東京メトロ沿線で観測した最大加速度を併記する。

表2.3.2-2　強震記録

出典：東日本大震災による現場の被災状況
仙台市交通局

地震計の位置	最大加速度	最大加速時の速度 (SI値)
八乙女駅 (路線北側)	1149.9gal (3/11 14:48:51)	74.5kiine (3/11 14:48:51)
富沢駅 (路線南側)	389.6gal (3/11 14:48:55)	39.9kiine (3/11 14:48:55)
東京ﾒﾄﾛ (参考値)	179gal	―

(c) 被害状況

地下鉄南北線の被害状況を地上部および地下部に区分し、表 2.2.4-3 にまとめる。

表2.3.2-3　南北線の被害状況

出典：東日本大震災による現場の被災状況;仙台市交通局

	地上部	地下部
建設キロ	3.75km	11.69km
被害状況	・高架駅支柱アンカーボルトが破損 (46本中17本が破断、29本が湾曲) ・橋梁、高架橋の一部(約280本中約50本)が損傷 ・軌道の歪み ・電車線支持金具等の脱落	・運行阻害となる損傷の報告はなし (開削トンネル上部の埋戻し箇所が一部陥没)

大きな揺れとなった八乙女駅周辺の施設に被害が集中し、地上駅である八乙女駅では上屋を支える鉄骨のアンカーボルト 46 本のうち 17 本が破断、29 本が湾曲により破損したと報告されている(写真 2.3.2-1、写真 2.3.2-2)。

ま

写真2.3.2-1　八乙女駅ホーム上屋柱

出典：東日本大震災による現場の被災状況
仙台市交通局

写真2.3.2-2　ｱﾝｶｰﾎﾞﾙﾄの破断状況

出典：東日本大震災による現場の被災状況
仙台市交通局

松駅間における地上高架区間の高架橋においては、橋脚などが大きく損傷し、ひび割れが発生するなどの被害について報告があった。橋脚部における損傷状況を写真2.3.2-3に示す。ここでは、部材の剥落および鉄筋の曲りなどが確認されている。

写真2.3.2-3　被害状況(橋脚)

出典：東日本大震災による現場の被災状況
仙台市交通局

写真2.3.2-4　被害状況(橋柱)

出典：東日本大震災による現場の被災状況
仙台市交通局

写真2.3.2-5　軌道の歪み

出典：東日本大震災による現場の被災状況
仙台市交通局

写真2.3.2-6
アンカーボルト破損個所の復旧状況

出典：東日本大震災による現場の被災状況
仙台市交通局

また、他の橋梁の橋柱部における損傷状況を写真2.3.2-4に示す。写真2.3.2-4の損傷は、表面クラックのように見えるが、かぶり部分が容易にはつり落ちる状況であったと報告されている。なお、舗装面下の土被り部の柱には損傷は見られなかった。これは、アスファルト舗装による拘束によって損傷が抑制された可能性と報告されている。

これらの被害の他にも、高架橋の損傷区間で軌道の歪み(写真2.3.2-5)や、地上部における電車線支持金具などの脱落などが報告がされている。

一方、地下線である富沢駅～黒松駅間では運行阻害となる損傷は報告されていない。

(d) 復旧

仙台市地下鉄における震災による被害箇所の復旧は、原形に復旧することを基本としており、復旧の具体的な方法としては、当初設計の耐震レベルを満足するように、JR における復旧実績や鉄道総研の研究成果を参考としながら、極力短期間で施工可能な工法を採用したと報告されている。

八乙女駅におけるホーム上屋柱基部のアンカーボルト破損箇所においては、破損部のコンクリートを取り壊したうえで、破損アンカーボルトを新設もしくは溶接により再設置したのちに基礎部コンクリートを再構築することで復旧作業を行った。アンカーボルト破損箇所の修復状況を写真 2.3.2-6 に示す。

写真2.3.2-7　橋脚部の復旧状況

出典：東日本大震災による現場の被災状況 仙台市交通局

橋脚部における損傷箇所は、アンカーボルトと無収縮モルタルによる増打ちによって断面修復を行った上で、圧壊部へのエポキシ樹脂を注入や重ね継手部への鋼板補強による修復を行った。

橋柱に関しても、剥落部の削り落とし後に、無収縮モルタルによる柱及び桁受けの断面修復や、クラックへの樹脂注入による修復を行ったと報告されている。橋脚部の修復状況を写真 2.3.2-7、写真 2.3.2-8 に示す。

写真2.3.2-8　高架橋部柱の復旧状況

出典：東日本大震災による現場の被災状況仙台市交通局

その他、軌道狂いやバラストの沈下、枕木の破損に対しては、軌道の整正やバラストの突固め、枕木の交換によって復旧を行い、電車線支持金具の変形やハンガーの脱落に対しては、回収した支持金具やハンガーも使用して復旧したと報告されている。なお、電柱は鋼製の物を使用していたため、転倒や傾きなどの損傷はなかったと報告されている。

(3)　地下鉄東西線

(a) 概要

地下鉄東西線は、動物公園駅から荒井駅を結ぶ建設中の地下鉄である。地下線 13.86km と地上線

表2.3.2-4　地下鉄東西線路線概要

出典：東日本大震災による現場の被災状況、仙台市交通

項目	計画内容
建設区間	動物公園駅～荒井駅
建設キロ	14.44km (地上部0.58km，地下部13.86km)
営業キロ	13.93km
駅数	13（地下駅）

0.58km からなる事業延長 14.44km の路線であり、仙台市交通局にとって 2 本目の地下鉄路線となる。地下鉄東西線の路線概要を表 2.3.2-4 に示す。

(b) 地震時の状況

3 月 11 日の地震発生時には、NATM 区間では掘進・二次覆工工事が、開削区間で　は掘削・構築工事が、シールド区間では掘進工事が行われていた。東西線沿線では最大震度 6 強を記録し停電する中、現場では死傷者を出すことなく全員無事避難することができたと報告されている。また、地震とともに発生した津波は路線東側にある自動車専用道路の築堤で止まったため、築堤下の農業水路から一部浸水するにとどまった。津波による浸水範囲を図 2.3.2-2 に示す。

図2.3.2-2　津波による浸水範囲

(　　出典：東日本大震災による現場の被災状況; 仙台市交通局

(c) 被害状況

地下鉄東西線の被害状況を地上部および地下部に区分し、表 2.3.2-5 にまとめる[3) 4) 5)]。

表2.3.2-5　東西線被害状況

出典：東日本大震災による現場の被災状況;仙台市交通局

	地上部	地下部
建設キロ	0.58km	13.86km
被害状況	・橋梁に微小クラックが発生	[開削トンネル] ・本体構造物で微小クラック発生 ・仮設吊防護部材の変形(31箇所中20箇所) ・津波による一部浸水 [シールドトンネル] ・セグメントの一部剥落 ・施工済みの区間で変位発生 [NATM区間] ・被害報告なし

開削工区間では、地震発生時に地震動による外力が働きよって、縦断・横断方向に管路が激しく揺すられたため、吊防護の吊部材、吊桁に異常はなかったものの、土留め杭から設置した振れ止め 31 箇所中 20 箇所の部材変形や振れ止め部材を固定している鋼材の曲り、脱落が発生した(写真 2.3.2-9)。地震発生後の管路の線形は、水平方向は最大 41mm の変形、鉛直方向は最大 8mm の沈下が確認されている。これは、地震波の伝達方向や各振れ止め変位状況から、管路縦断方向に圧縮・引張力が繰り返し働いたと思われ、振れ止めを支点として蛇行するように水平変位したのではないかと報告されている。

一方、開削工区間の一部では、土留壁の破損によって地下水が坑内に流入し浸水した報告がされている(写真 2.3.2-10)。

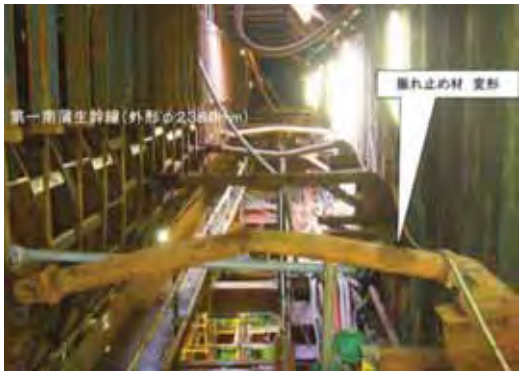


写真2.3.2-9　振れ止め部材変形状況

出典：東日本大震災による現場の被災状況
仙台市交通局

写真2.3.2-10　土留壁破損による浸水

出典：東日本大震災による現場の被災状況
仙台市交通局

写真2.3.2-11　セグメントの表面剥落

出典：東日本大震災による現場の被災状況
仙台市交通局

写真2.3.2-12　セグメントの荷崩れ

出典：東日本大震災による現場の被災状況
仙台市交通局

写真2.3.2-13　盛土の亀裂状況

出典：東日本大震災による現場の被災状況;
仙台市交通局

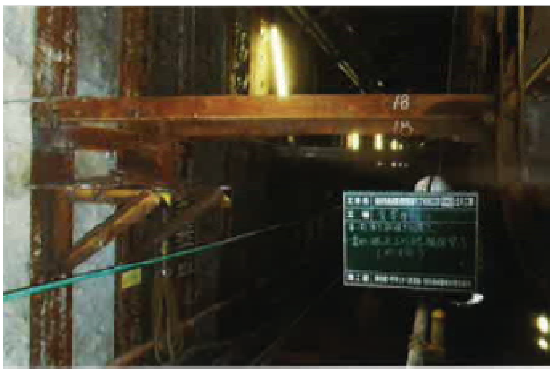


写真2.2.4-14　振れ止め補強仮復旧状況

出典：東日本大震災による現場の被災状況
仙台市交通局

写真2.3.2-15　振れ止め本復旧状況

出典：東日本大震災による現場の被災状況
仙台市交通局

シールドトンネル区間では、シールドセグメントに強度影響がない程度のクラックや表面剥落の発生が報告されている一方、施工したシールドトンネルの水平変位(最大 100mm 程度)の確認が報告されている。セグメントの表面剥落の様子を写真2.3.2-11 に示す。この他に、セグメントの荷崩れ(写真 2.3.2-12)が報告されている。

地上線における橋梁の損傷は、完成した橋脚の一部に微小クラックが発生した程度であり、施工中の部材への被害について報告はなかったが、盛土への亀裂(写真2.3.2-13)などが報告されている。

(d)　復旧

開削工区間における振れ止めの損傷に対しては、余震の続く中で緊急対策措置として鋼材 L-130×130×12 での補強を施したが、その後の大きな余震により補強した部分 5 箇所において、土留杭側の溶接が剥離したと報告されている。吊防護振れ止めの仮復旧状況を写真 2.3.2-14 に示す。

吊部材の本復旧としては、実際の地震時荷重を再検討し、座屈してしまった振れ

止め材を交換、そして土留杭と振れ止めとの固定部材にはアングルブラケットからより剛性の高い山留偶部ピース材に、受台 H 鋼を固定していた鉄板は撤去し、隅部ピースブラケット本体に直接受台 H 鋼を渡し固定する方法へ変更し吊防護本復旧を行ったと報告されている。吊防護本復旧の状況を写真 2.3.2-15 に示す。

一方、吊部材の沈下復旧は、吊枠内にジャッキを挿入し、管路自体を変状前に戻すことは可能であるが、ジャッキアップの範囲が広がることや、管路自体が水平方向に変動していることから無理な外力を与えない方が良いと判断し、埋設監理者と協議し、原状復旧は行わないこととした。

土留壁の破損により浸水が発生した箇所については、排水先下流部の行方不明者捜索終了後、止水注入後排水を行ったと報告されている。

シールドトンネル区間におけるセグメントの損傷に対しては、クラックへの樹脂注入および表面剥落へのモルタル補修を行った。また、水平変位が生じた箇所においては、緩和曲線長を短縮し、単曲線区間を移動することで線形の修復を行ったと報告されている。また、荷崩れによる損傷を受けたセグメント部材は補修可否判断の上でモルタルなどにより補修を行い、不足分は再製作を行った。

地上部における亀裂の生じた盛土に関しては、クラック箇所を撤去し、再度盛土を実施したと報告されている。

(3)　東京メトロ

(a)　概要

東京地下鉄(東京メトロ)は、東京 23 区およびその付近で地下鉄を経営する鉄道事業者である。現在は 9 路線 11 系統、合計 195.1km の路線を運営しており、そのうち 7 路線で他社鉄道と相互直通運転を行っている。東京メトロの路線図を図 2.3.2-3 に示す。

東京メトロの管理する構造物は地下鉄の名のとおり約 84%がトンネルであり、それ以外は高架橋、橋梁、盛土などである。

図2.3.2-3　東京メトロ線路図

出典：Wikipedia

(b)　被害状況

今回の震災発生時には、沿線 6 箇所(小石川、深川、行徳、綾瀬、代々木上原、和光)に設置している地震計のうち 7)綾瀬の地震計で 179gal の最大加速度が計測されている。東京メトロ沿線の地震計およびエリア地震計の設置箇所を図 2.3.2-4 に示す。

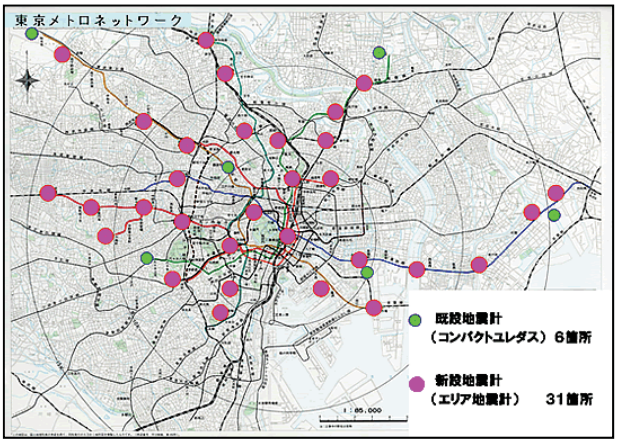


図2.3.2-4　地震計・エリア地震計設置箇所

出典：東京メトロ 社会環境報告書 2012
；東京地下鉄株式会社

震災による被害状況は、地上建物およびトンネル部分で軽微の被害は発生したが、列車の営業には影響はなかった。これは、阪神大震災を受けて実施

された耐震補強工事の効果によって、被害が低減できたものと考えられている。

また、地震力による構造的な被害は認められなかったものの、補修などの対応を必要とする変状は数多く発生し、そのほとんどが漏水であり、通常でも漏水の弱点となる箇所や漏水履歴のある箇所で被害が確認されている 8)。設備点検で確認されたシールド接続部の漏水および地上駅内装部のひび割れ状況を写真 2.3.2-16、写真 2.3.2-17 に示す。

写真2.3.2-17　地上駅内装部のひび割れ

出典：トンネルと地下，Vol.43

写真2.3.2-16　シールド接続部の漏水

出典：トンネルと地下，Vol.43

3)　調査結果のまとめ

地下鉄構造物においては、東日本大震災で被害が想定された仙台市および首都圏の地下鉄について調査を行った。調査の結果、東日本大震災における地下鉄構造物の被害報告は、仙台市および首都圏の地下鉄において、その大部分を占めるトンネル構造の地下部分では実質的な構造の被害はほとんど報告されておらず、鉄道の停止・遅延は、主に被害状況の確認といったソフト面の対応によるものであることが確認された。このことは、地下構造物における現在の設計手法が、東日本大震災クラスの地震に対しても、鉄道としての機能を維持できるものと評価できる。

ただし、仙台市のような震源地から近い位置においては、地下鉄路線上に存在する高架区間や地上区間では、地震動によって安全性を損なう構造の損傷や、軌道設備の損傷が報告された。このことは、地下鉄の運行上問題となる構造部分が、地下部から地上部への接続箇所や高架区間などの地上区間の耐震性に依存すると考えられる。そのため、このような問題は、相互乗り入れ路線が多い首都圏などの地下鉄に対して影響の大きい問題と考えられる。また、出入口や換気等など、軌道以外の地上部への連絡路については、今回の調査においては、震災報告は確認されなかった。これらについては、今後の調査にゆだねるものとする。

一方、仙台市営地下鉄においては、施工中の地下鉄構内においても地震動による影響を受けた。調査結果によると、施工中の被害状況に関しては、開削区間において土留壁の損傷から構内が水没するなどの被害が発生した工区も報告されているが、資材や仮設構造物への被害が多く、施工時における躯体構造物に対する影響は比較的軽微であると考えられる。

沿岸部に甚大な被害をもたらした津波による影響は、仙台市営地下鉄においては、津波が自動車専用道路の築堤で止まり、築堤下の農業水路から一部浸水する程度であったとの報告はあるが、被災状況の詳細は確認できなかった。地下鉄を有する主要都市は沿岸部に近接している場合が多いため、津波に対する調査・検討は今後の課題であると考えられる。

参考文献

1) 「東日本大震災による現場の被災状況（平成 23 年 11 月）」　仙台市交通局 HP より
2) 「平成 22 年度 高速鉄道安全報告書（平成 23 年 9 月）」　仙台市交通局 HP より
3) 「震災を越えて進む地下鉄建設 －仙台市地下鉄東西線建設の概要－」森研一郎，土木施工，Vol.53，No.8，pp.74-75，2012
4) 「重要施設物の仮受け工事－仙台駅工区土木工事－」小柳善郎，土木施工，Vol.53，No.8，pp.94-98，2012
5) 「住宅市街地のシールドトンネルの施工－仙台市高速鉄道東西線薬師堂工区土木工事－」
平山国弘，土木施工，Vol.53，No.8，pp.99-103，2012
6) 「開削工事における重要埋設物の吊防護－東北地方太平洋沖地震を受けた吊防護の現状と復旧－仙台市地下鉄東西線六丁の目工区」伊藤光夫，土木施工，Vol.53，No.8，pp.104-107，2012
7) 「東京メトロ 社会環境報告書 2012（平成 23 年 9 月）」　東京メトロ HP より
8) 「東京メトロにおける地震への取り組み」武藤義彦，トンネルと地下，Vol.43，No.4，pp.295-300，2012

2.3.3　エネルギー関連施設

1）はじめに

第一次石油危機により石油備蓄の必要性が認識され、「国家備蓄法」の制定に伴い久慈国家石油備蓄基地（備蓄容量 175 万 kℓ）が建設された。

エネルギー関連地下施設の深い部分の代表例として、岩手県北部太平洋岸に位置する同基地の被害状況を調査した。また、地下施設との比較対象の同種用途である地上施設の被害事例として、高圧ガス及び危険物施設についても併せて調査した。

これらの被害調査に当たり、当該協会機関紙や各省庁の公表報告書を参照した。

調査資料を以下に示す。

①資源・素材学会誌　107 (1991) No.13　日本地下石油備蓄（株）「総説　地下石油備蓄基地建設の概要」

②危険物保安技術協会　機関紙　「Safety & Tomorrow No.143（2012.5）」掲載の日本地下石油備蓄（株）久慈事業所「東日本大震災における久慈国家石油備蓄基地の防災活動について」

③経済産業省原子力安全・保安院　公表「東日本大震災を踏まえた高圧ガス施設等の地震・津波対策について」（平成 24 年 4 月）

④総務省消防庁　公表「東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書」（平成 23 年 12 月）

2）久慈国家石油備蓄基地

(1)　構造物の概要

(a)　位置 [1)]

岩手県三陸沿岸の北部にある久慈市半崎及び侍浜町麦生地区に位置し、東側は太平洋に、南側は久慈湾に面している。（所在地：岩手県久慈市夏井町閉伊口第８地割１０５番地２）

(b)　地形・地質 [1)]

地形は久慈市街地の平坦地より一段と高い丘陵地であり、中生代の花崗岩類よりなる。

埋立地の海外線付近は岩が露頭し、また岩礁が干出する状態である。

地質は主に白亜期前期（１億２千万年前）の久喜花崗岩が広く分布しており、海岸段丘上には段丘堆積層及びローム層が広く分布している。

(c)　構造 [1)]

地上施設は、石油の出し入れや貯蔵管理に必要な操油施設ならびにタンカーからの石油の受け入れ、払い出しに必要な受け払い施設に大別され、付帯施設として、用役、電気計装、公害防止、安全防災、管理施設等があり、地上施設は海岸線を岩盤の掘削に伴うズリ（岩砕）による埋立造成地に設置し、主要設備は鋼製自立による基礎ボルト支持構造である。

地下施設は、貯油施設である岩盤タンクとして地表面より１００ｍ以深の岩盤に掘削したタンク本体（横穴空洞構造）とそれに付属するトンネル等により構成される。

主なトンネルとして石油の受け払い配管等が設置されるサービストンネル、岩盤タンク本体にアプローチする作業用トンネル、地下水位の保全を目的とする水封トンネル及び緊急時の避難等のための非常用トンネルがある。

石油の地下備蓄の原理は地下水面下の岩盤内に空洞を掘削し、コンクリートの巻き立てや鋼板等による内張りをせず、ほとんど素掘りの空洞中に自然または人工の地下水圧に（久慈基地は人工水封方式を採用）より石油を貯蔵するものである。この地下水圧により漏気・漏油を防止する機能を水封システムと呼び、岩盤タンクに石油を貯蔵する基本原理となっている。このような水封貯蔵方式により液密・気密を保持する岩盤タンクは所定の地下水圧を得るため地下水面からの相当の深さの位置に設けられており、岩盤タンクの建設が可能となる立地要件のもとに建設される石油の地下備蓄基地は、安全性、環境保全、経済性で他の備蓄方式（地上タンク、地中タンク、洋上タンク方式）に比べ、優れている。

(d)　設計条件[2)]

当基地建設計画当時の津波に関する設計の考え方は、昭和４３年の十勝沖地震の津波高 CDL（潮位表基準面）+6.05m(HWL（遡望平均満潮位）と津波高が重なった場合)に基づくとともに、久慈湾の既往最大の津波である明治２９年の津波を考慮し、保安上重要な電気関係の設備等に対して津波浸水による機能喪失がないよう地盤高さを CDL+6.5m としている。

中央計器室はより安全を考慮し、総合管理事務所３階（中央計器室床面高さ：CDL+15.15m）に設置している。

また、地下岩盤タンク関連設備に通じる坑口には、津波侵入を防ぐための防潮扉を設け（写真１）、更に背後の高台までの避難路を設置し、人命の安全を計り、津波避難訓練を年間計画に基づき、毎年３回実施し津波の備えとしている。

写真１　サービストンネル坑口の防潮扉

（出典：危険物保安技術協会機関紙）

(2)　被害状況[2)]

(a)　地上施設

基地の震度は、地上部が震度４(69gal)、地下部のサービストンネルは震度３(20gal)で、地震による設備の被害はなかった。

一方、津波は１５時３１分頃１波が襲来した後、数回にわたり押し寄せた。津波の痕跡高さは総合管理事務所で地盤面(CDL+6.5m)から 8.5m、坑口広場東側の崖での遡上高さは最大 EL.+31.2m に達した。津波により地上部の受配電設備、非常用発電設備、排水設備、不燃性ガス供給設備、排ガス処理設備、ボイラー設備、入出荷設備等のほとんどの設備が被災し、設備の機能が全て失われた。(写真 2～9) また、３階建ての総合管理事務所の２階床まで浸水の被害を受けたが、３階にある中央計器室は浸水せずに被災しなかった。

写真２　地上部施設の被災状況

写真３　準特定タンク・屋外タンクの被災状況

写真４　大口径配管の被災状況

写真５　排水処理設備砂濾過塔の被災状況

写真６　中央変電所の被災状況

写真７　大口径配管・準特定タンクの被災状況
（写真３の反対方向から）

写真８　排ガス処理設備、オイルフェンス
被災状況

写真９　基地内道路の被災状況

出典：危険物保安技術協会機関紙

(b)　地下施設

サービストンネル坑口の防潮扉を閉止したことで、津波によるトンネル内の岩盤タンク関連設備は被災を免れた。

地震及び津波からの損壊等による直接的被害がなかったものの、地上施設が壊滅的に被災したことにより、電源供給および制御監視システムが確保・維持出来ず、２次的に岩盤タンクの運転管理に関わる機能が全て失われた。

(3)　被害原因

(a)　地上施設

被害の主因は津波によるものであった。

(b)　地下施設

地震及び津波による直接的な被害は無かったが、運転管理上、機能喪失した原因は２次的要因として地上施設被害の主因である津波であった。

(4)　緊急対応、復旧等[2)]

(a)　緊急対応措置

岩盤タンクの機能低下抑制、特に備蓄原油の地上あるいは周辺岩盤への漏洩を阻止することを最重要課題として、被災後直ちに、底水排水ポンプ運転のための電源等の確保、人工水封用水の確保、岩盤タンクの内圧制御及び運転監視装置の復旧を最優先し、順次仮設設備を設置して対応した。

(b)　復旧・復興

仮設設備により、「岩盤タンク」は安定して運転を継続しているが、あくまで仮設であり、復旧工事は急を要するため、設計期間を短縮すべく、原形復旧を基本に、法律の変更点を加味して、修復を行うことを原則とした。

復旧工程は平成２３年１０月末までに電源、蒸気、空気、人工水封水等を安定確保するための設備を設置し、凍結防止を含めて「岩盤タンク」のより安定な運転を可能とする。

並行して、平成２５年末には海域設備を除くすべての設備の復旧を目指している。

(c)　恒久対策

今回の津波被害を受け、津波に対する恒久対策を重要課題と位置付け、恒久対策として減災（被害の低減化）を基本に重要設備の配置等を検討中である。

重要設備には、非常用発電設備、不燃性ガス供給設備、貯水設備等を候補として検討し、今後の津波被災の根本対応としていく。

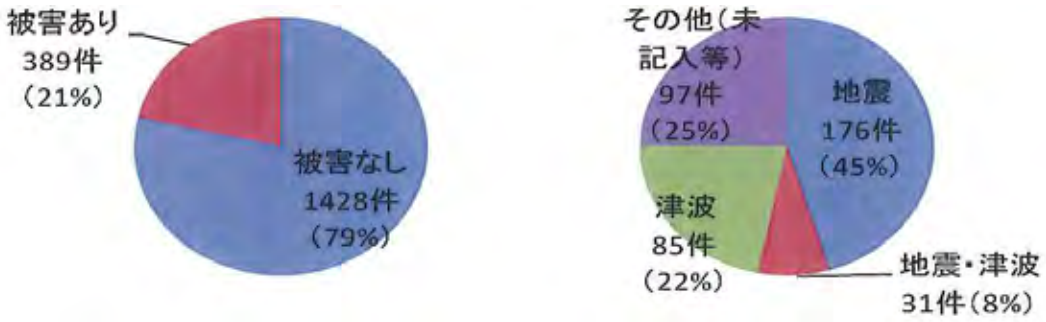
3)　地下施設との比較対象としての同種用途の地上施設

(1)　高圧ガス地上施設等[3)]

(a)　東北３県（岩手・宮城・福島）の被害状況

東北３県のアンケート調査を行い、アンケート回収率は４９％（3,730 件中、1,817 件）。

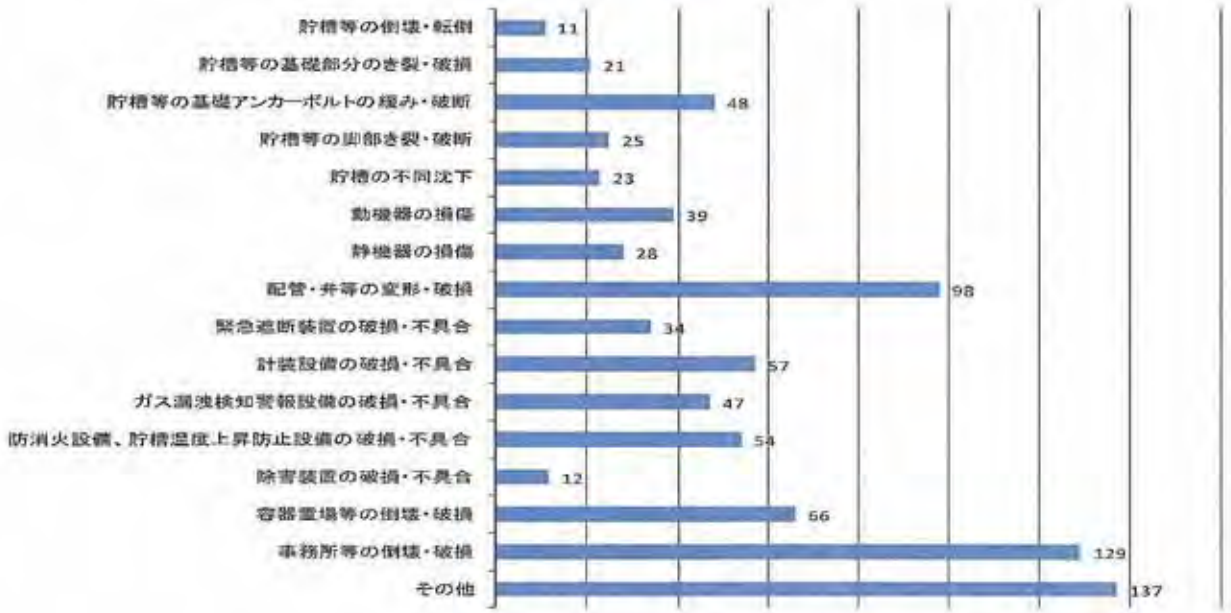
そのうち、今回の地震・津波による被害のあった高圧ガス施設等は、回答のあったうち約２割であり、原因別割合は下記の通りである。



出典：経済産業省公表　報告書

(b)　種類別被害発生状況

今回の地震・津波による高圧ガス施設等の種類別被害については、以下の通りであり、事務所等の倒壊・破損、配管・弁等の変形・破損、容器置場等の倒壊・破損が主な被害であった。



出典：経済産業省公表　報告書

(c)　地震被害

イ　被災地の地震データ

①最大震度：震度７（宮城県）

②最大加速度：526gal（同上）

ロ　地震による損傷状況

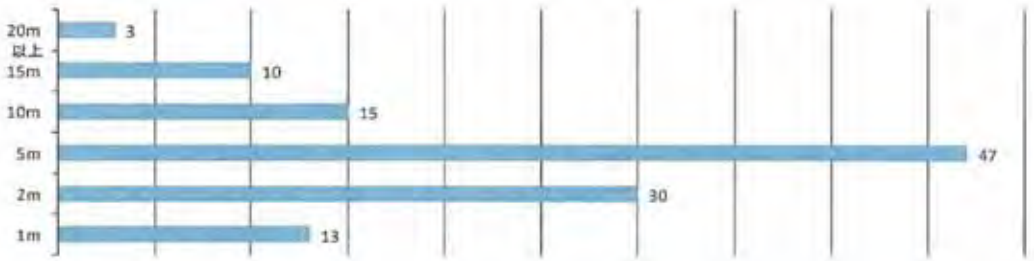
耐震設計基準に適合している設備の大部分で、設計地震動の範囲では損傷が発生していなく、また、設計地震動を超える地震動を受け損傷を受けた設備でも、耐震設計基準のレベル２耐震性能（気密性を保持）を維持していた。

一方、耐震設計基準に適合していない設備であっても、大きな被害が発生していないことから、今回の震災においても高い地震動を受けた高圧ガス施設等は、耐震設計基準の施行前であっても、自主的に建築基準法の考え方等に基づく耐震設計を行っていた等により、一定の耐震性能を有していたものと考えられる。

(d)　津波被害

イ　津波による浸水状況

今回の津波による高圧ガス施設の浸水深について、最大は 20m 以上あり、浸水深は 5m 以上 10m 未満が最も多かった。



出典：経済産業省公表　報告書

ロ　津波による損傷状況

高圧ガスの大量漏洩等、保安上想定される被害のリスクが極めて大きい貯槽等の倒壊・転倒は浸水深 3m 以上で発生した。

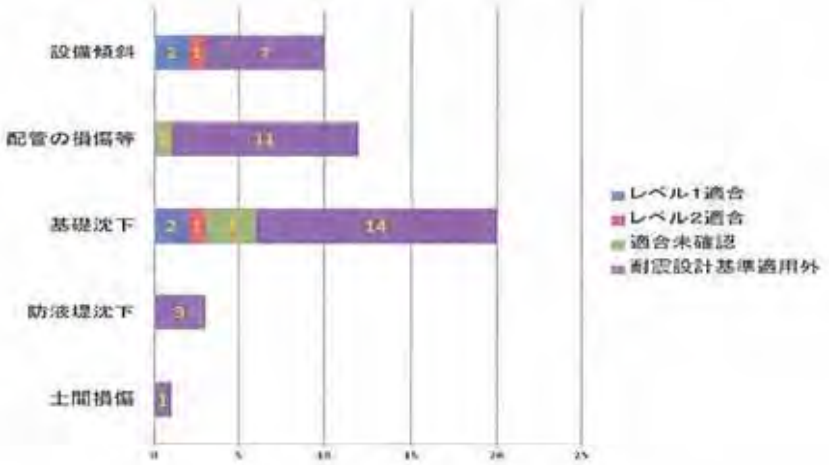
また、緊急遮断弁装置、計装設備等の破損・不具合といった、これらの設備が動作しなくなることにより、適切な保安措置が出来なくなり、大量の高圧ガスが漏洩する等の保安上の想定される被害のリスクが大きい事象については、浸水深 1m 未満でも発生した。

なお、貯槽等の倒壊・転倒及び高圧ガス設備の流出原因は、津波の発生に伴う波力、貯槽の浮力、漂流物の衝突によるものと考えられる。

(e)　液状化被害

イ　液状化による被害状況

被害の状況は下記の通り、基礎の沈下が最も多く、配管の変形・破損、設備の傾きの順であった。



出典：経済産業省公表　報告書

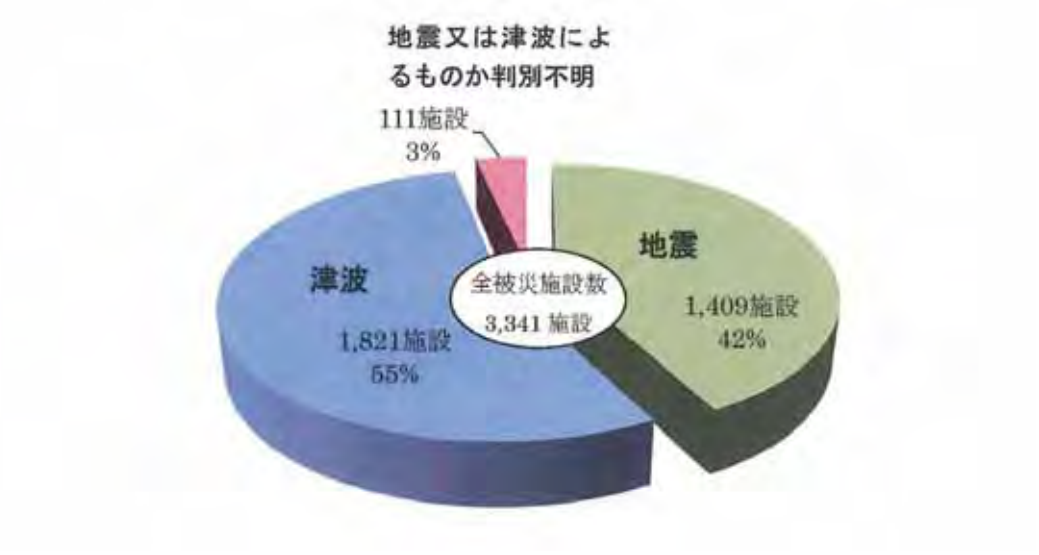
ロ　液状化の発生場所

液状化の発生場所はほとんどが海岸、または沼の埋め立て地であり、比較的液状化が発生しやすい場所に立地していた。

(2)　危険物地上施設等[4)]

(a)　１６都道県の被害状況

調査対象の１６県（北海道、東北、関東地区）における被害を受けた危険物施設等は 3,341 件で、全危険物施設数 211,877 施設の 1.6%が被害を受けており、原因別内訳は下記の通りである。１６都道県のうち、山梨県は被害を受けた危険物施設等はなかった。



出典：総務省公表　報告書

なお、高圧ガス施設等と同じ東北３県における被害状況は下記の通りである。

① 被災比率：8.7%（全施設数：27,862 箇所、被害発生数：2,408 件）

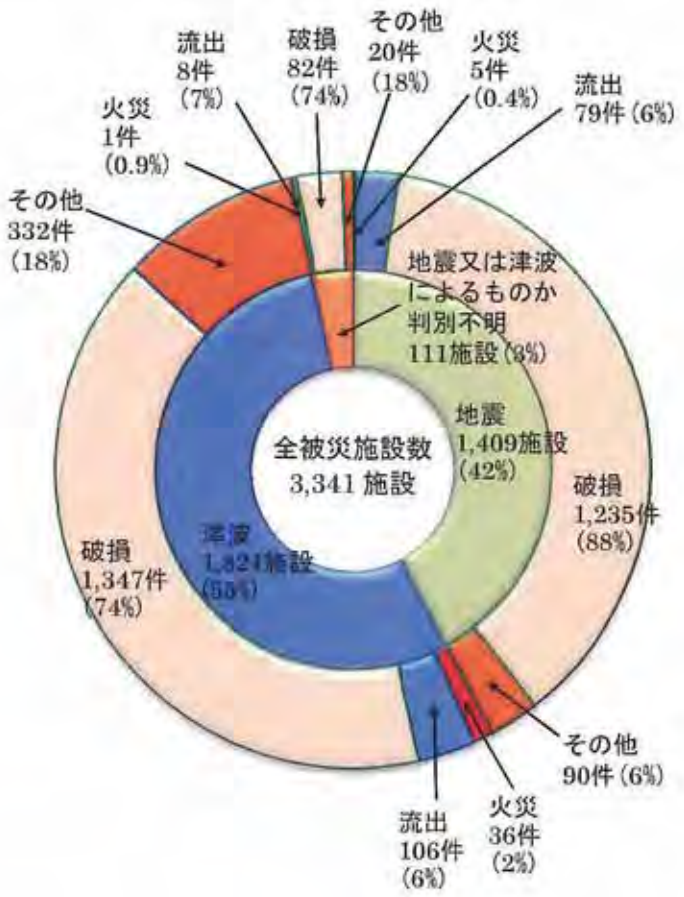
② 地震原因：28.7%

③ 津波原因：67.7%

④ 判別不明：3.6%

(b)　種類別被害発生状況

今回の地震・津波による危険物施設等の種類別被害については、以下の通りであり危険物施設等の破損、危険物流出、火災が主な被害であった。



出典：総務省公表　報告書

(c)　地震被害

イ　被災地の地震データ

・最大震度：震度７(宮城県)

ロ　地震による被災状況

地震の揺れにより配管が破損する等により危険物に起因した火災が発生した。また、建築物や配管・設備等が地震の揺れにより亀裂、破損が生じ、危険物の流出等の被害が発生している。

なお、震度６弱以上の地震のゆれによる被災比率の平均は 2.6%で、５強以下の地震の揺れによる被災比率の平均（0.2%）の 13 倍となっている。

出典：総務省公表　報告書

(d)　津波被害

イ　津波浸水状況

今回の津波による危険物施設等の浸水深については最大１５ｍであり、浸水深は３～１０ｍが多かった。

津波高さ３ｍ未満ではタンク本体及び配管ともにほとんど被害は発生していない。

ロ　津波による損傷状況

津波浸水深が３ｍ以上ではほとんどの配管に被害が発生し、５ｍ以上になるとタンク本体にも被害が見られた。

発生件数の多い破損の主な内容は、津波による建築物や設備等の流失・損壊であり、危険物施設全体に被害が及んでいた。

(e)　液状化被害

イ　液状化による被害状況

震度５以上の地震による液状化現象の発生から、下記の被害事例があった。

① 設備の基礎・本体の傾斜

② 埋設配水管・マンホールの浮き上り

③ 盛土構造物の亀裂・隆起・陥没

④ 大量の砂・泥水の噴出

ロ　液状化の発生場所

福島県の臨港工業地帯に位置する複数の屋外貯蔵タンクにおいて、タンク本体及び盛土基礎・地盤部に沈下・隆起の被害があり、その原因は沖積砂層のN値に4から30まで平面的にばらつきがあることから、緩い部分から液状化が発生し、同層が部分的に側流動（地盤の塑性変形により側方方向に変形した現象）を生じ、タンク周辺地盤の一部を隆起させたものと推定される。

4)　調査結果のまとめ

久慈国家石油備蓄基地の地上施設は、地震による被害はなかったものの、津波でほとんどの設備が損壊等により、全ての機能が失われた。

一方、同基地の地下施設は防潮扉の閉止により、津波の浸水による被災が免れたが、地上施設が壊滅的に被災したことから、電源供給および制御監視システムが確保・維持出来ず、地下施設の運転管理機能が全て喪失した。

このことから、地下施設の運転管理を係る地上施設の重要設備に対する津波対策として、減災（被害の低減化）に向けて基地機能維持のための多重・多様な対策を検討する必要がある。

また、地下施設との比較対象としての同種用途の高圧ガス・危険物地上施設では、地震（液状化含む）及び津波による直接的な地上施設への被害状況から、地下施設の優位性があることがうかがえる。

参考資料

1) 資源・素材学会誌　107 (1991) No.13　日本地下石油備蓄（株）「総説　地下石油備蓄基地建設の概要」

2) 危険物保安技術協会　機関紙　「Safety & Tomorrow No.143（2012.5）」掲載の日本地下石油備蓄（株）久慈事業所「東日本大震災における久慈国家石油備蓄基地の防災活動について」

3) 経済産業省原子力安全・保安院　公表「東日本大震災を踏まえた高圧ガス施設等の地震・津波対策について」（平成24年4月）

4) 総務省消防庁　公表「東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書」（平成23年12月）

2.3.4　鉱山・地下熱利用施設

1)　はじめに

鉱山関連では、既に閉山している施設が多いこと等で地震災害に関する情報は多くは集まらなかったが、以前研究開発等で利用されていたことのある釜石鉱山に着目して、情報を収集した。釜石鉱山は三陸海岸沿いに位置する鉱山で、「鉄の町としての釜石」を象徴するものであるが、現在鉱山としての利用は終わり、地下研究施設等として利用されていたり、坑道より湧き出るミネラル水の開発・販売等で事業が成り立っている。

また、海岸沿いの鉱山・炭鉱の例としては福島県いわき地域の炭鉱跡地が挙げられるが、温泉水の水源枯渇、近接する道路関連の陥没等の情報は散見したが、公表されている有力な情報はあまり収集できなかったため、ここでは言及しないこととした。

採石場に関しての情報も少なかったが、わずかに栃木県の大谷石採掘場跡地での地震による影響などの情報が得られたため、その資料に基づいて地上・地下を含めた被災状況を取りまとめた。

さらに、地下熱利用施設に関しては地震による被災報告は非常に少なかったが、東電福島第一原発の被災事故の影響もあり、再生可能エネルギーして地熱発電が見直されることとなったため、地下熱利用施設として地熱発電に着目して地震時の被災状況を含めた情報を収集し、取りまとめた。

調査に利用した資料を以下に示す。

①　釜石鉱山について
http://www.miharu-e.co.jp/ja7fyg/kouzan/kamaishi/kamaishi.html

②　釜石市郷土資料館：お知らせ
http://ore30.com/geothermal/japan.html

③　清木隆文，井上達也，高葉悠，島田大輔：栃木県内の火山由来石材とその採石場跡地の安全性について，関東地域の火山由来地盤の災害事例研究と地域特性に関するシンポジウム発表論文集，2012.8

④　みんなの自然エネルギー・日本の地熱発電所一覧より抜粋・加筆
http://ore30.com/geothermal/japan.html

⑤　安川香澄・内田洋平：地熱と地中熱の活用，東北大学-産業技術総合研究所合同セミナー－震災復興に向けての産学官連携の取り組み－，
http://unit.aist.go.jp/georesenv/groups/geothermalresouce.html

2) 釜石鉱山

(1) 釜石鉱山の概要[1)]

釜石鉱山（旧釜石鉱業所）は、戦後「鉄・銅」併産の国内最大規模の鉱山として発展したが、昭和 50 年代以降生産規模を縮小し、昭和 54 年（1979）日鉄鉱業(株)から分離し釜石鉱山株式会社となり、平成 4 年(1992)に銅を、平成 5 年(1993)には安政年間以来 130 年余の鉄鉱石採掘にピリオドを打った。総採掘量は約 7 千万トン、維持坑道は 150km にも及ぶ（写真 2.3.4-1）。現在は、坑道より湧き出るミネラル水「仙人秘水」の販売を行っている（産出物；磁鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱・硫化鉄鉱等）。

写真2.3.4-1　仙人通洞坑

出典：釜石鉱山について

(2) 地震による被災の状況

地上部の被害の状況としては、旧釜石鉱山事務所（選鉱場跡や資料展示室）の建物の外壁・内壁に亀裂等が入ったために、施設は一時閉館となっていたが、H23.4/27 に開館となった。[2)]

日鉄鉱業(株)では、坑道内の空洞を利用した地下水力発電を行っているが、地上の設備一部に軽微な損傷があったほか、坑内の貯水ダムで落石が発生している（写真 2.3.4-2）。その堆砂によりダムの貯水量が一時的に 40%減少したが、当該ダムで行っている地下水力発電には特に支障はなく、H23.4/26 より発電を再開している。なお、地下施設に関してはそれ以外に変状は確認されず、現在使用している地下坑道には崩落個所は確認されなかったとのことである。[3)]

また、主力商品とする「仙人秘水」は地下施設より採水しており、地震発生直後に停電により操業を停止していたが、停電が復旧した H23.3/17 から湧水が湧く地点の周辺やパイプラインの安全点検を実施。水質検査もクリアしたことから H23.4/7 より製造を再開した。なお、震災の影響で「水」の需要が急激に高まったため、「仙人秘水」の注文も相次ぎ、製造再開時にはフル稼働で生産を行ったとのことである。[4)]

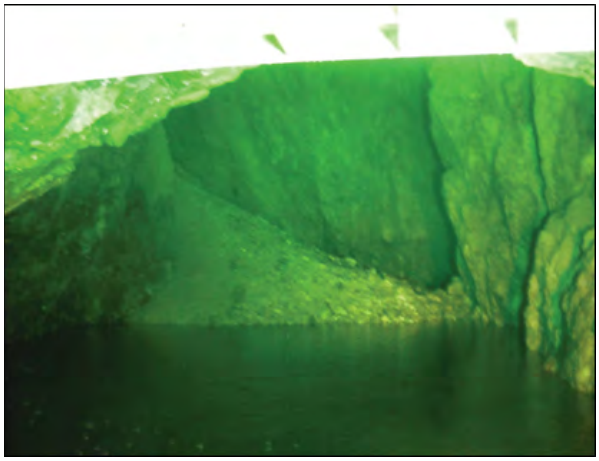


写真2.3.4-2　貯水ダム内の落石

出典：日鉄鉱業㈱総務部広報・IR グループよりの回答メール添付資料

3)　大谷石採掘場跡地 [5)]

(1)　大谷石の概要について

大谷石は、宇都宮市の中心から北西約 7km の大谷町付近に、北西に約 2km、南西に約 4km にわたり、薄い緑色の凝灰岩として所々に露出している。その内、採石地域(以下、大谷地域)は北西に約 3km、南北に約 6km にわたって分布しており、大谷石自体は地質学的には堆積岩の火山砕屑岩類、流紋岩質溶結凝灰岩に分類される。一般に表面は淡い緑色を呈し、「ミソ」と言われる粘土鉱物の小塊を含むのが特徴である。

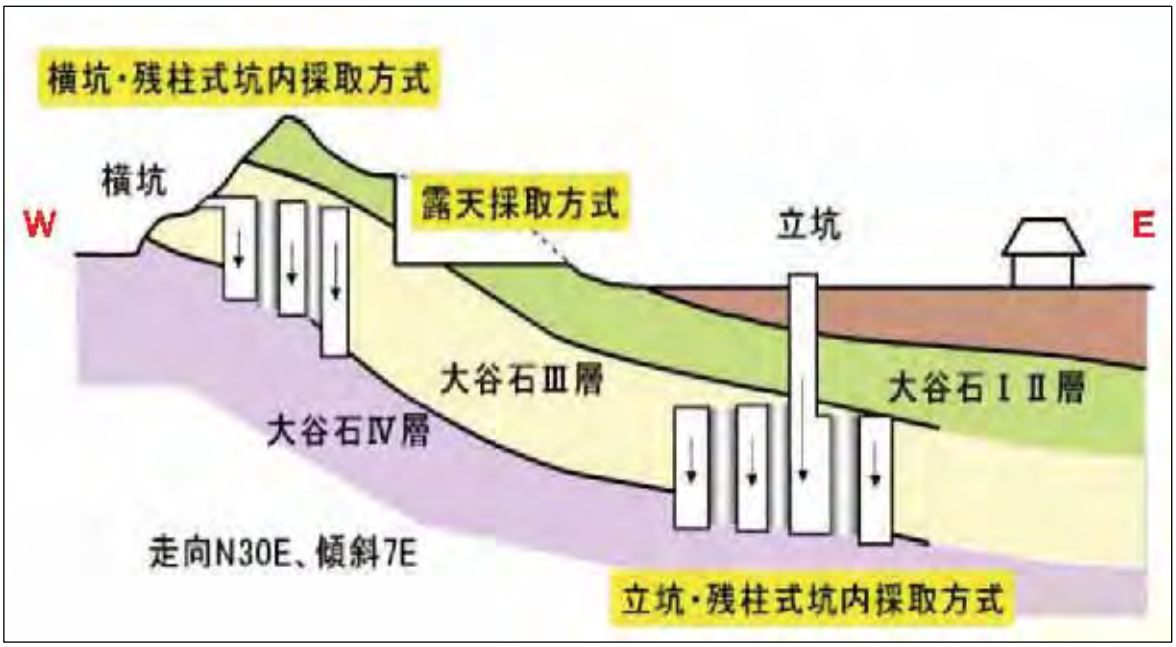


図2.3.4-1　大谷石の採掘方法と大谷石の層序

出典：栃木県内の火山由来石材とその採石場跡地の安全性について

図 2.3.4-1 に大谷石の採掘方法と大谷石の層序を示す。大谷石の採掘は 10m×10m の断面を持つ残柱を残す柱房式採掘法が主流であり、大谷地域には約 247 箇所の地下採石場跡がある。

(2)　地震時の状況（大谷資料館での聞き取り調査による文献参照[5)]）

本震当時、館長は地上に居られたが、大谷資料館内には数名の訪問客があった。しかし、地震時には館内に待機し、振動が収まった後に地上に出てこられた。また、本震が収まった直後に館内の様子を確認に行った際に余震が発生、その際は大きな地鳴りがして、その後ゆっくりと船が揺れるように地面が振動したとのことであった。

(3)　地上部の被災状況

地下採石場の立坑や跡地を埋戻した土砂が地震動で沈み込む現象「ずれ込み」が所々発生（写真 2.3.4-3～写真 2.3.4-5）。一部、地上部の採石場跡の崩壊が確認された。

写真 2.3.4-3 立坑のずれ込み

写真 2.3.4-4 立坑周辺の被害

写真 2.3.4-5 大谷石資料館傍の地上空洞の崩壊

出典：栃木県内の火山由来石材とその採石場跡地の安全性について

(4)　地下採石場の被災状況

写真 2.3.4-6　大谷資料館内の風景（2012 年 7 月 19 日撮影）

写真 2.3.4-7　大谷資料館内に展示されている大谷石造の擁壁（同左日撮影）

出典：栃木県内の火山由来石材とその採石場跡地の安全性について

地下採石場跡地については、今回の一連の地震動で空洞の残柱や天端からの大きな崩落はなく、壁面などから小さなかけらが落ちた程度であった。地震後の現地調査の結果でも目立った変状は確認されず、残柱の傷（節理）も震災前と変化が見られていない（写真 2.3.4-6～2.3.4-7）。

4)　地下熱利用施設

地下熱利用施設の代表としては、地熱発電施設がある。地熱発電所は主に北海道・東北と九州に点在しており、地下 350～3,200m に存在している地熱を利用した発電施設

である。表 2.3.4-1 は北海道・東北地方に分布する地熱発電所を一覧表にまとめたものであり、1966 年創業の松川地熱発電所（日本重化学工業）が最も古い施設である。

これらの地下熱利用発電施設における地震時の被害であるが、おおむね目立った被害の報告はない（図 2.3.4-2 参照）。[6)]

なお、産総研の資料によれば [7)]、東北地方に位置する地熱発電所では、3.11 の地震の際には一旦送電を自動停止したが、安全確認後数時間～数日で送電を再開したとのこと。送電停止中も、出力を落とした発電が続けられ、所内の電源は確保されていた。一方、福島県の柳津・西山発電所は、地震計の常時観測値より安全と判断され、地震直後も停止することなく送電が続けられたとのことである。

また、H23.3/11 の震災による福島第一原子力発電所事故は、再生可能エネルギーの推進を活発化させるとこととなり、結果的に地熱発電事業の促進を後押しする社会情勢を生み出すこととなった。

表2.3.4-1　北海道・東北地方に位置する地熱発電所一覧[6)]

発電所の名称	所在地	運営母体・企業	発電量（kW）	備考
森地熱発電所	北海道茅部郡森町	北海道電力 道南地熱エネルギー	50,000	
大沼地熱発電所	秋田県鹿角市	三菱マテリアル	9,500	
澄川地熱発電所	秋田県鹿角市	東北電力 三菱マテリアル	50,000	
松川地熱発電所	岩手県八幡平市松川温泉	日本重化学工業	23,500	
葛根田地熱発電所 1 号	岩手県雫石町	東北電力 日本重化学工業	50,000	
葛根田地熱発電所 2 号	岩手県雫石町	東北電力 東北地熱エネルギー	30,000	
上の岱地熱発電所	秋田県湯沢市	東北電力 秋田地熱エネルギー	28,800	
鬼首地熱発電所	宮城県大崎市鳴子温泉	電源開発	15,000	
柳津西山地熱発電所	福島県河沼郡柳津町	東北電力 奥会津地熱	65,000	

出典：http://ore30.com/geothermal/japan.html より、一部加筆

図2.3.4-2　地熱発電所の分布[7)]

出典：産業技術総合研究所 HP

5)　調査結果のまとめ

鉱山施設では、地上部の施設（資料館・展示場）で地震による被災は見られたものの地下坑道内では目立った被災は報告されていない。地震直後の操業停止は主に電気設備の非常停止等によるもので、停電が早期に復旧した後事業を再開している。特に震災の影響で「水」の需要が急激に高まったため、ミネラル水の生産は一時フル稼働となったとの報告がある。

また、大谷石採石場跡地では地上部で立坑などを埋め戻した土砂が沈下するいわゆる「ずれ込み」による被害が発生したが、地下空洞などでは震災による被害は報告されていない。

地下熱利用施設の代表である地熱発電施設では、震災による被害報告はあまりなく、地震時に安全装置が作動し、送電が自動停止したが、その後まもなく送電を再開との情報が一部の発電施設で報告されている程度である。なお、地熱発電は、震災後再生可能エネルギーの一つとして推進を活発化させる社会情勢となっている。

参考文献

1) 釜石鉱山について
http://www.miharu-e.co.jp/ja7fyg/kouzan/kamaishi/kamaishi.html
2) 釜石市郷土資料館：お知らせ
http://ore30.com/geothermal/japan.html
3) 日鉄鉱業株式会社；総務部　広報・IR グループよりの回答メール，2013.1
4) 河北新報　2011.4/5 記事より抜粋
5) 清木隆文，井上達也，高葉悠，島田大輔：栃木県内の火山由来石材とその採石場跡地の安全性について，関東地域の火山由来地盤の災害事例研究と地域特性に関するシンポジウム発表論文集，2012.8
6) みんなの自然エネルギー・日本の地熱発電所一覧より抜粋・加筆
http://ore30.com/geothermal/japan.html
7) 安川香澄・内田洋平：地熱と地中熱の活用，東北大学-産業技術総合研究所合同セミナー-震災復興に向けての産学官連携の取り組み-，
http://unit.aist.go.jp/georesenv/groups/geothermalresouce.html

第３章　調査のまとめと今後の課題

3.1　調査のまとめ

本調査においては、東日本大震災における地下施設の被害と対策について、主に施設の損傷に注目して調査を行ったものである。平成 24 年度の調査においては、被害事例の収集および被害状況のとりまとめを実施した。平成 25 年度には、調査結果を踏まえ、被害を低減する方策について検討する予定である。

本年度の活動では対象施設を「浅い施設」と「深い施設」の 2 つのワーキンググループに分けて調査を実施した。

「浅い施設」の調査結果の概要は、以下の通りである。

①電力

電力設備の震災被害について東北電力㈱管内の被害を中心に調査したが、他のインフラ施設同様に津波の影響により甚大な被害を受けていることがわかった。

東北地方太平洋岸の火力・原子力発電所は津波の被害により稼動停止となったが、火力発電所は復旧工事を施し、順次再稼動されている。一方、原子力発電所は福島第一の炉心溶融事故を受けて、再稼動が困難な状況となっている。

送電鉄塔等も津波により倒壊や折損等が発生し、広域に亘る停電を引き起こす原因になっている。津波の影響を受ける地域では共同溝の整備を推進し、電力幹線の被災を無くすことを検討する必要があるものと考える。加えて、電柱や電線等の配電設備に関しても、沿岸部は地下化の検討も必要になる。

②ガス

今回の震災では、津波により初めて一部の製造設備が機能停止にまで陥った。また、ガス関連施設の地震動による被害は、製造所における微少漏えいを除き、ＬＮＧ貯槽をはじめとする製造設備、高圧ガスについては、過去の地震時同様、被害は無かった。低圧ガス導管は、ポリエチレン管等耐震性の高い導管の導入促進の結果、被害率（被害箇所数／導管総延長距離）は、過去の震災時に比べ減少した。

ガス関連施設の被害は、地上に設置された施設が多く、浅い地下の施設では地盤変状や斜面崩壊、液状化によるものが見受けられた。

以上より浅い地下の施設は、地盤の変状等に関連して被害を受けていることから、地震時の地盤安定に関する対策を講じることが必要と考えられる。

③上水道

管路においては、過去の大地震と比較して小さく、管路被害は小さかったと言える。これは、管路被害が多く発生すると言われている人工改変地盤が少ないこと、1978 年に発生した宮城県沖地震以降、道路の地盤改良による補強等が進んでいたこと、ダクタイル鉄管の耐震継手の採用による耐震化が進んでいたことが原因として挙げられる。

一方で、構造物や施設では、津波や液状化による被害が多く見られた。沿岸部では、津

波により施設の崩壊・流出、設備故障が多数発生した。今後、沿岸部に位置する水道施設に対する津波対策は、津波の想定も含めて抜本的な対策の検討・実施が必要である。

また、高架水槽形式の配水池の倒壊や沿岸部の浄水場での液状化被害が報告されており、類似構造物の耐震診断・耐震補強工事の検討や、液状化対策の検討が必要である。

④下水道

管きょ被害では、液状化による被害が顕著で全体のおよそ 9 割を占めた。また、人孔被害では、液状化による被害が約 7 割と高い割合であった。地域特性としては、「地震動」及び「埋戻し部の液状化」による管路被害は宮城県が最も多い。また、「周辺地盤の液状化」による管路被害は大半が千葉県及び茨城県で発生した。

処理場・ポンプ場の被害では津波による被害が最も多く、次いで地震動、液状化の順になっている。津波による被害において、地震による被害に比べて電気設備の被害が多くなる傾向にあった。また、建屋・電気室に防水対策を実施していた施設や、制御室・電気室を 2 階に設置していた施設では、浸水を免れた場合があり、今後の対策を検討する参考になると考えられる。

⑤情報通信

東日本大震災では阪神淡路大震災に比較して格段に広範囲で通信支障が生じた。その要因として、通信施設自体の損傷･故障、停電の影響、輻輳の問題がある。上記のうち、一時的な被害である通信施設の損傷･故障において､揺れによる被害は顕著ではなかったものの、津波による被害は、施設そのものの流出など、極めて大きなものであった。

揺れに対する対応は、阪神･淡路大震災を教訓として、ビルの耐震化などによる効果が見られたが、大規模な津波については、ハード面のみの対策では対応は困難と思われる。通信の確保に対しては、衛星回線や多ルート化、ネットワーク化など、柔軟な対応が不可欠である。

⑥共同溝

文献による調査では、首都圏をはじめとする今回の震災の被災地で供用されている共同溝は少なくないにも関わらず、ライフラインの機能停止におよぶような甚大な被害はなかったといえる。このことから、地下に埋設された共同溝が、当初の目的の一つである地震などの災害に強い都市づくりに貢献していることが明らかとなった。

一方で、軽微な被害は生じている可能性があり、その被害の程度や被災形態について、さらに調査を進める必要がある。

⑦道路

道路関係施設の被害調査の結果、主に地上構造物に被害が生じており、浅い地下の構造物についてはアンダーパスの浸水被害の他は見当たらなかった。しかし、調査した公開資料とは別に、浅い地下の構造物であっても軽微な被害等は生じている可能性があり、その被害の程度や損傷形態について更に調査を進める必要がある。

⑧鉄道

鉄道施設については、東北新幹線をはじめとして、広範な地域で多数の被害が生じた。このうち、高架部については、地震動による損傷（橋脚の損傷、橋桁のずれ、支承部の損傷、電化柱の損傷など）と、津波による損傷（桁等の流失および漂流物の衝突等）が主なものである。また、盛土および切土部においても、地震動による崩壊の被害および津波による土砂流出の被害が発生した。いずれも最近の耐震基準に基づく設計がされたものについては被害が少なく、一定の効果が出ていることが報告されている。

地下部の損傷は総じて軽微であったが、液状化に起因する目地部のずれが生じており、このような被害の場合は復旧が困難な場合が多いことから、被害抑止方法や復旧方法が今後の課題である。また、津波による浸水およびがれき等の流入で大きな機能被害を生じた例もあり、構造のみならず機能面からの対策も重要になると考えられる。

⑨港湾･空港

港湾・空港施設の被害はそのほとんどが津波を主因とするが、地震動による岸壁や護岸の被害も顕著であった。特に、岩手県や宮城県の沿岸部での港湾施設の被害は津波の影響が大きいものの､岸壁や護岸は完全に越流しているわりに破壊･倒壊等の被害が少ない。現状の設計法で構築された港湾施設は津波に対しても機能を維持できたことが証明されたとも言える。

港湾施設近傍に設置された地上タンク設備群は津波によって壊滅的なダメージを受けたが、これらの施設を仮に地下に埋設できていれば気仙沼で見られたような海上火災を防ぐことが可能となった筈である。

一方、福島県から茨城県、さらに千葉県の浦安市で見られたように震源から離れた地域では液状化による被害が多く発生している。今後特に都市部や臨海部での液状化対策が必要不可欠である。

「深い施設」の調査結果の概要は、以下の通りである。

①鉄道・道路

鉄道･道路関係では東北地方から首都圏にかけて広い範囲で被害が生じている。ただし、主な被害は、鉄道では電化柱の損傷、架線の断線、軌道変位などであり、道路では路面のクラック発生や、段差の発生などであった。また、沿岸部では津波により橋桁の流出などの被害が発生している。これらの被害は、地上の構造物や施設で発生したものであり、山岳トンネルについては、交通の支障になるような被害は東北新幹線の２ヵ所のトンネルで報告されているのみであり、トンネル等の地下構造物についての被害はほとんど発生しなかった。今回の震災ではトンネル等の地下構造物が地震に対して強いことが示されたといえる。

②地下鉄・共同溝

地下鉄構造物においては、仙台市および首都圏の地下鉄について調査を行った。その結果、トンネル構造の地下部分では実質的な構造の被害はほとんど報告されておらず、鉄道の停止・遅延は、主に被害状況の確認といったソフト面の対応によるものであることが確

認された。このことは、地下構造物における現在の設計手法が、東日本大震災クラスの地震に対しても、鉄道としての機能を維持できるものと評価できる。

ただし、仙台市のような震源地から近い位置においては、地下鉄路線に存在する高架区間や地上区間では、構造や軌道設備の損傷が報告されており、今後耐震性についての検討が必要である。このような問題は、相互乗り入れ路線が多い首都圏などの地下鉄に対して影響の大きい問題と考えられる。

沿岸部に甚大な被害をもたらした津波による影響は、仙台市営地下鉄においては、津波が自動車専用道路の築堤で止まったために、ほとんど報告されていない。首都圏をはじめとし、地下鉄を有する主要都市は沿岸部に近接している場合が多いため、津波に対する調査・検討は今後の課題であると考えられる。

③エネルギー関連施設

久慈国家石油備蓄基地の地上施設は、地震による被害はなかったものの、津波でほとんどの設備が損壊等により、全ての機能が失われた。一方、同基地の地下施設は防潮扉の閉止により、津波の浸水による被災が免れたが、地上施設が壊滅的に被災したことから、電源供給および制御監視システムが確保・維持出来ず、地下施設の運転管理機能が全て喪失した。このことから、地下施設の運転管理を係る地上施設の重要設備に対する津波対策として、減災（被害の低減化）に向けて基地機能維持のための多重・多様な対策を検討する必要がある。

また、地下施設との比較対象としての同種用途の高圧ガス・危険物地上施設では、地震（液状化含む）及び津波による直接的な地上施設への被害状況から、地下施設の優位性があることがうかがえる。

④鉱山、地熱

鉱山施設では、地上部の施設（資料館・展示場）で地震による被災は見られたものの地下坑道内では目立った被災は報告されていない。地震直後の操業停止は主に電気設備の非常停止等によるもので、停電が早期に復旧した後事業を再開している。

また、大谷石採石場跡地では地上部で立坑などを埋め戻した土砂が沈下するいわゆる「ずれ込み」による被害が発生したが、地下空洞などでは震災による被害は報告されていない。

地下熱利用施設の代表である地熱発電施設では、震災による被害報告はあまりなく、地震時に安全装置が作動し、送電が自動停止したが、その後まもなく送電を再開との情報が一部の発電施設で報告されている程度である。なお、地熱発電は、震災後再生可能エネルギーの一つとして推進を活発化させる社会情勢となっている。

3.2　今後の課題

東日本大震災では、東日本の太平洋側に大津波が押し寄せ、多くの尊い人命が奪われるとともに莫大な被害が発生した。また、この地震で発生した大津波は、東北地方と関東地方の太平洋沿岸部に壊滅的な被害をもたらした。大津波以外にも、地震の揺れや液状化、地盤沈下などによって、東日本の広い範囲で各種インフラや住宅等に大きな被害が発生した。さらに、地震と津波による被害を受けた東京電力福島第一原子力発電所では、全交流電源を喪失して原子炉燃料の冷却が困難となり、重大な原子力事故に発展した。

今回の調査検討では、東日本大震災を地下施設の損傷に注目して、地上施設との対比において被害状況の収集、とりまとめを実施したものである。その結果、総じて地上施設の広範囲で甚大な被害に比べ、地下施設では被害が少ないことがわかり、地下の優位性を示すことが出来た。

今回の震災では、地下構造物のうち共同溝のような高い耐震性を求められる構造物の被害はほとんど無く、上下水道、ガス関連施設でも被害数や被害延長は相当な規模であるが、被災率で見ると過去の震災に比べ減少しており、耐震設計、耐震補強対策が効果を発揮している。東海・東南海・南海地震等で大きな地震動の予測される地域では、こうした地下施設の耐震化を進めることが課題と考えられる。

津波被害については、過去の津波対策は主に海岸堤防等のハードを中心としたものであったために、今回の震災のような大規模な津波ではこの方法には限界があることが露呈した。被災地はもちろん、全国において、避難路・避難場所の確保・整備や津波避難訓練の実施等ハード・ソフトの施策を組み合わせた多重防御による津波防災地域づくりを進めていく必要がある。また、津波により沿岸部の送電線などのライフラインは甚大な被害を受けており、地上のライフラインの地下化を進めることも重要となる。

地盤の液状化による被害は、東北地方から東京湾沿岸に至るまで広範な地域において発生し、海岸、河川等の埋立地を中心に、道路、下水道等の公共施設やライフラインのほか、宅地や家屋を含め甚大な被害をもたらした。液状化対策として安価な工法の開発が求められるが、個人所有物である戸建て住宅地等では、公共施設と宅地との一体的な液状化対策を進めるための法整備や国・自治体の協力体制の構築が急務である。

以上のような課題点を踏まえ、平成 25 年度においては以下のような活動を予定している。

①施設ごとの被災内容の調査を継続する。

②ヒアリング調査を実施し、被災状況、問題点などを抽出する

③地下施設の耐震化、地上施設の地下化、地下を利用した減災・防災システムの構築などについて検討を行い、被害を低減する方策についての提言を行う。

第Ⅱ部　大災害に対する都市内地下空間の有効活用に関する調査

平成２４年度
大災害に対する都市内地下空間の有効活用に関する調査　専門部会
（第二部会）委員名簿

部　会　長	中 山　　洋	佐藤工業(株)　東京支店　土木事業部　土木営業部　部長
副 部 会 長	川端　康夫	飛島建設(株)　建設事業本部　エンジニアリング事業推進部 インフラ防災グループ　部長
委　　員	萩原　実樹	応用地質(株)　エネルギー事業部　サービス開発部 グループリーダー
委　　員	安藤　　拓	清水建設(株)　土木技術本部　地下空間統括部 トンネル技術グループ　主査
委　　員	細野　高康	(株)ダイヤコンサルタント　ジオエンジニアリング事業本部 事業企画部　部長
委　　員	笹尾　春夫	鉄建建設(株)　エンジニアリング本部　土木技術部 トンネルグループ　担当部長
委　　員	箱田　利明	日揮(株)　　建築設計・監理部　部長
事　務　局	髙鍋　公一	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部　主任研究員
前 事 務 局	淺沼　博信	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部　主任研究員

第Ⅱ部　大災害に対する

都市内地下空間の有効活用に関する調査

目 次

第１章　調査経緯 ····· Ⅱ－ 1
1.1　調査方針 ····· Ⅱ－ 1
1.2　調査内容 ····· Ⅱ－ 1
1.3　調査状況 ····· Ⅱ－ 2
1.3.1　活動記録 ····· Ⅱ－ 2
1.3.2　ヒアリング調査 ····· Ⅱ－ 4

第２章　調査成果 ····· Ⅱ－ 9
2.1　地下空間における災害事例と形態 ····· Ⅱ－ 9
2.1.1　災害統計 ····· Ⅱ－ 9
2.1.2　地震 ····· Ⅱ－13
2.1.3　火災 ····· Ⅱ－21
2.1.4　水害 ····· Ⅱ－29
2.2　今回テーマに類似する過去の研究・調査報告例 ····· Ⅱ－35
2.2.1　平成 18 年度報告書 ····· Ⅱ－38
2.2.2　平成 19 年度報告書 ····· Ⅱ－41
2.2.3　今後の防災テーマへの展開について ····· Ⅱ－44
2.3　地下空間の防災・減災に関する各種法律及びガイドライン ····· Ⅱ－45
2.3.1　歴史的な背景 ····· Ⅱ－45
2.3.2　現行法規での規定 ····· Ⅱ－49
2.3.3　その他のガイドラインなど ····· Ⅱ－59
2.4　東日本大震災発生後を踏まえた防災に関する各種機関の取り組み
～都市再生安全確保計画制度～ ····· Ⅱ－60
2.4.1　都市再生安全確保計画制度 ····· Ⅱ－60
2.4.2　人口・機能集積エリアにおけるエリア防災 ····· Ⅱ－62
2.4.3　都市再生安全確保計画 ····· Ⅱ－68
2.4.4　大手町・丸の内・有楽町地区まちづくりガイドラインにおける防災計画 ····· Ⅱ－78
2.5　地下空間の防災上の有効利用の実際と課題及びあるべき姿 ····· Ⅱ－83

第３章　調査のまとめと今後の課題 ····· Ⅱ－87

3.1　調査のまとめ ····· Ⅱ－87
3.2　今後の課題 ····· Ⅱ－87

第１章　調査経緯

1.1　調査方針

都市には地下街、地下通路、地下駐車場、鉄道コンコース等があり、地震、洪水等の災害に際して有効に機能する場面がある一方、その特性からむしろ防災上の弱点を有していることも事実である。今後、新設する地下施設ではこれらの教訓を活かして災害への対策を考慮すべきである。

本部会は、大災害に備えた地下施設のあり方と大災害を受けた場合の地下施設の有効な活用方法等について調査研究を行って、災害に対する都市内地下空間の有効活用方策について提言することを目的とする。

過去において同様な調査・研究を各種機関においても行われているところであるが、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災の際の状況を踏まえ、近未来に発生が危惧されている首都圏直下型地震や中南海地震等にも配慮した内容としたい。

なお、活動方針の下、研究テーマ、各委員の方向性を確認し、弾力性をもって運営する。

1.2　調査内容

平成 24 年度は過去の災害発生状況、今回テーマに類似する文献調査、現地調査及び関係機関へのヒアリング等により、主に首都圏における地下施設の利用実態を整理し、そこから見えてくる防災上の利点、問題点を抽出し、平成 25 年度で行う地下空間における防災上の有効活用に関する提言を行う準備とする。

1.3　調査状況

1.3.1　活動記録

平成 24 年度の活動状況を**表 1.3.1-1** に示す。

表 1.3.1-1　大災害に対する
都市内地下空間の有効活用に関する調査専門部会活動記録(1/2)

回	開催日	主要議事
第 1 回	平成 24 年 6 月 1 日	1)部会長、副部会長の選出 2)平成 24 年度活動方針の提案と今後の予定計画を討議 3)第 2 部会のテーマ 都市には地下街、地下通路、地下駐車場、鉄道コンコース等があり、地震、洪水等の災害に際して有効に機能する場面がある一方、その特性からむしろ防災上の弱点を有していることも事実である。今後、新設する地下施設ではこれらの教訓を活かして災害への対策を考慮すべきである。 本部会は、大災害に備えた地下施設のあり方と大災害を受けた場合の地下施設の有効な活用のし方等について調査研究を行って、災害に対する都市内地下空間の有効活用方策について提言することを目的とする。
第 2 回	平成 24 年 6 月 29 日	1)平成 24 年度地下推進部会テーマ案に対するフリー討論 将来の防災拠点としての地下空間の機能の提言に向け、現状の資料・情報収集する。 帰宅困難者というキーワードに着目
第 3 回	平成 24 年 8 月 2 日	1)平成 18,19 年の報告書との重複の回避。 2)下記の活動内容のうち、今年度は①～④までの整理を目標とする。 ①テーマに類似する過去文献・資料調査 ②過去の大災害発生状況及び被災状況調査 ③都市内地下空間の実態調査（現地調査、ヒアリング含む） ④現状における地下施設の防災上の課題 ⑤都市内地下空間に求められる防災機能の提案(今後の活動を通じて創り込む) 3)調査に当たっては⑤の提案を意識して行う。

表 1.3.1-1　大災害に対する
都市内地下空間の有効活用に関する調査専門部会活動記録(2/2)

回	開催日	主要議事
第 4 回	平成 24 年 9 月 26 日	1) 平成 19 年第 2 部会報告書のなかで,丸の内および八重洲地下街では,帰宅困難者対策も含めて,対策が講じられていることが述べられており,東日本大震災の時にどのように機能したのかヒアリングによって調査する。例えば、地震発生時の事業者の対応や人の動き,複合施設に関する管理体制等。 2) 過去の資料から地下空間に期待する内容を抽出する（インフラ等)。
第 5 回	平成 24 年 12 月 10 日	1)八重洲地下街ヒアリングの開催の報告（12/18)。 2)報告書作成内容方針の打合せ ・目次構成の確認 ・記述内容の全体確認
ヒアリング	平成 24 年 12 月 18 日	八重洲地下街ヒアリング
第 6 回	平成 25 年 1 月 21 日	1)報告書作成内容の打合せ ・目次構成の確認 ・一次報告書原稿読み合わせ、内容確認
第 7 回	平成 24 年 2 月 5 日	1)報告書作成内容の打合せ ・目次構成の確認 ・二次報告書原稿読み合わせ、内容確認

1.3.2　ヒアリング調査

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災の際に都市内地下空間が実際にどのような状況であったかを調査するために、その一例として東京駅八重洲地下街を対象としてヒアリング調査を実施した。

1)　日　時　：　平成 24 年 12 月 18 日（火）　10:30～12:00
2)　場　所　：　八重洲地下街株式会社会議室
3)　出席者　：　八重洲地下街株式会社
　　常務取締役　　宮良　　眞　氏
　　施設部　施設企画グループ次長　　寺澤　　潔　氏
　　(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター
　　第 2 部会　中山部会長、川端副部会長、安藤委員、笹尾委員、
　　萩原委員、箱田委員
　　事 務 局　髙鍋主任研究員（第 2 部会　連絡窓口）
4)　提出資料：　(1)　八重洲地下街株式会社様への質問内容について
　　(2)　地下防災に関する質問事項
5)　受領資料：　(1)　防災マニュアル　目次
　　(2)　消防計画　目次
　　(3)　平成 24 年度防火・防災教育・訓練計画
　　(4)　平成 24 年度総合防災訓練実施要領について
　　(5)　「八重洲地下街等浸水対策計画」の策定について
　　(6)　八重洲地下街における帰宅困難者の状況

図 1.3.2-1　八重洲地下街平面図

出典：八重洲地下街株式会社ホームページ [1)]

6) ヒアリング内容

(1) 3.11 東日本大震災発生時における施設内の状況について

《被害の状況》

・怪我人等はなし

・東西駐車場異常なし

・1 号階段側壁タイルの膨張

・陳列棚の商品の一部落下

・電気設備等に異常はなし

《テナントの対応》

・テナントへは、自主判断による閉店を指示（ほとんどのテナントは 18：00 頃に閉店）

・一部飲食店については 23 時まで営業を認め以降は閉店させる(客は店内より退店)

《帰宅困難者対応》

・帰宅困難者対策を鉄道会館（隣接する地下街）と調整、協議

・地下街全域、全てのトイレを開放、空調２４時間運転、照明通常通り

・駐車場は管理部員が随時東西の駐車場を巡回、首都高速道路公団との情報収集

・地下街を 30 名対応で 1 時間ごとに巡回警備

・最大約 2,300 名が滞在（テナント店員約 300 名含む）

《館内放送》

・JR の東京駅閉鎖・運行関連情報、被害情報、火気使用禁止内容、深夜の地下鉄運行情報等について、テレビにより入手した情報を計 12 回にわたり放送

図 1.3.2-2　八重洲倶楽部ロビー（当時体調不良者を収容）

出典：八重洲地下街株式会社

(2) 避難訓練，発災時の対応について

《避難訓練》

・年間　１４～１５回の防災・防火の訓練を実施している。これは、テナントの店長及び従業員等が頻繁に変わるため、訓練も数多く行う必要があると考えてのこと。

・都合により、訓練に参加できなかったテナントの皆さんについては、後日、実施した訓練内容を説明するとととともに、次回の訓練参加をお願いしている。

《発災時の対応》

・夜間の管理体制が手薄なときに、大きな災害が起こった際の対応については、特に、行政機関との連携が必要であると考えている。
・誘導作業をスムーズに行うためには、東京ガスなど関係する事業者との連絡用無線機の整備が有効である。
・震災発生時には、携帯電話にくらべ公衆電話の方が通じやすかったので、廃止しないで、ある程度の台数を残すことにした。
・今年１月の地震の際、情報パネルでＮＨＫの報道を流したところ、多数の方が注視されており、その有効性が確認できたと考えている。
・八重洲地下防災センターが中心となって、年間 14～15 回の防災訓練を実施している。これは、テナントの店長及び従業員等が頻繁に変わるため、訓練も頻繁に実施する必要があるためである。

図 1.3.2-3　総合防災訓練状況

出典：八重洲地下街株式会社

(3)　帰宅困難者の受け入れについて

・発災時、地下街は利用者を一刻でも早く、地上などへ避難してもらうことを基本として法令が体系化され、施設を整備している。帰宅困難者の受け入れは、こうした方向と異なるもので、行政が中心となって考え方を整理する必要があると思っている。
・地下街を管理する者として、地震後、電気、水道、下水などのインフラが機能し構造上でも問題が見られないのであれば、地上に比べ地下空間は安全性や快適性に勝り、家に帰れない人達を一時的に受け入れるのは、共助の観点から十分了解できる。
・一方で、帰宅困難者を受け入れ後に、二次災害が発生することを危惧している。受け入れた施設管理者側には、それ相応の責任が生じると考えており、施設管理者が行うべき事、責任の範囲などについて、行政側で法的観点も含め、具体に検討を進めて欲しい。

・帰宅困難者受け入れのため、断熱シートを９００枚用意しているが、地下街のスペースは限られているため、このほかの備品を用意することは困難である。お客様をはじめ、不特定多数の方を収容することになるので、食料や簡易トイレなどについては、公助の観点から是非とも行政側で用意して欲しい。
・帰宅困難者の受け入れの際に、私ども地下街側からの情報伝達だけでなく、滞留者が自ら、情報の収集が可能となるよう、ＡＭ、ＦＭ、地上デジタルの再送装置を備えており、有効活用して欲しいと思っている。

図 1.3.2-4　地震発生時の情報パネルの状況

出典：八重洲地下街株式会社

・地下街でテレビ、FM・AM ラジオを受信できるよう、電波を再送することを検討しているが、その際には地下街側が情報を提供するのでは無く、滞留者が直接情報を入手できるようにしたい。

(4)　エリア防災について

・降雨、地震は広域的であり、地下街も駅や周辺ビルと連絡しているため、単独で防災を考えても、限界がある。そこで、まちの広がりと業務商業活動の永続性やリスク管理をも考慮し、八重洲だけでなく日本橋、京橋を含め、広域的な防災が必要であると認識している。こうした観点で、地元では話を始めている。
・狭義の視点からは、当社の地下街が直接連絡させてもらっている関係者とも、具体的な防災対策について検討を進めている。

(5)　浸水対策について

・東京都都市整備局より八重洲地下街が浸水対策のモデル地区に選定され、行政、民間を構成員とした八重洲地下街等浸水対策計画策定協議会が設置された。平成２３年３月には、「八重洲地下街等浸水対策計画」として検討結果をとりまとめている。

・当地下街は、この計画に基づいて、降雨量の監視、出入り口用の止水板準備、水防訓練実施などを行っている。

・地下街への浸水は、地上の出入り口、換気塔からであり、特に、出入り口がある道路部の高さを少しでも高くしてくれれば、防災性が向上する。地下街単独では実施不可能であり、広域防災の観点に加え、当社の地下街が歩行者専用道、公共駐車場であるといった公共の観点からも、行政側の支援をお願いしたい。

・東京駅八重洲口周辺の新しいビルには、出入り口に止水板が整備されている。古いビルには設置されておらず、こうしたビルから地下街へ浸水することが想定できる。重ねて、広域的防災の観点から、行政側で止水板設置に対する支援策を考えて欲しい。

東日本大震災は平日の昼間に発生したために、防災体制が整えやすかったとはいえ、あれほどの大規模災害にも関わらず防災担当者を中心に冷静に対処された結果、ほとんど被害がなかったことには敬意を表する。

これは日頃からしっかりした防災体制を構築され、防災訓練等を繰り返し行う等店舗従業員も含め高い防災意識を維持している賜物である。

しかしながら、エリア防災の一部として地下施設を位置づける場合（例えば一時避難場所として地下施設を利用)、施設管理者の自主性にのみ頼ることには限界があり、ヒアリングでも要望があったように、行政の主導による防災体制の構築が必要であると考える。

特に今回のヒアリングを実施した八重洲地下街のように大規模であり、管理者が複数に跨っている施設においてはなおさらのこと、行政の責任により法的根拠に基づいた統一的な防災管理体制が必要であると考える。

参考文献）

1)　八重洲地下街株式会社ホームページ　(http://www.yaechika.com/)

第 2 章　調査成果

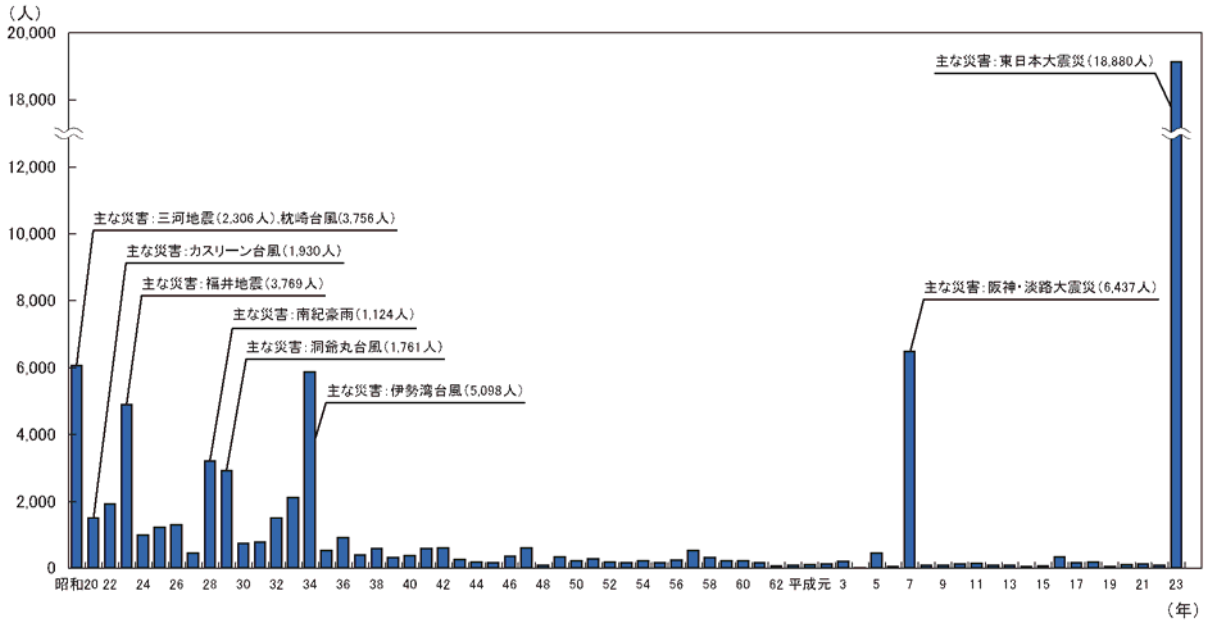
2.1　地下空間における災害事例と形態

ここでは過去の自然災害事例を紹介し、その傾向を把握することにより、地下空間の防災上の有効性や課題について考える際の参考とする。

2.1.1 で過去の自然災害の発生状況を、2.1.2 から 2.1.4 で主な自然災害である地震、火災及び台風を含む水害について其々掘り下げる。

2.1.1　災害統計

災害統計資料は様々な機関により発行されているが、ここでは内閣府発行の「平成 24 年版防災白書」[1)]に記載されたデータを引用し、紹介する。



年	人	年	人	年	人	年	人
昭和20	6,062	昭和37	381	昭和54	208	平成8	84
21	1,504	38	575	55	148	9	71
22	1,950	39	307	56	232	10	109
23	4,897	40	367	57	524	11	141
24	975	41	578	58	301	12	78
25	1,210	42	607	59	100	13	90
26	1,291	43	259	60	199	14	48
27	449	44	183	61	148	15	62
28	3,212	45	163	62	69	16	327
29	2,926	46	350	63	93	17	153
30	727	47	587	平成元	96	18	177
31	765	48	85	2	123	19	39
32	1,515	49	324	3	190	20	100
33	2,120	50	213	4	19	21	115
34	5,868	51	273	5	437	22	89
35	528	52	174	6	39	23	19,137
36	902	53	153	7	6,482		

出典：昭和20年は主な災害による死者・行方不明者（理科年表による）。昭和21～27年は日本気象災害年報，昭和28年～37年は警察庁資料，昭和38年以降は消防庁資料に基づき内閣府作成。

（注）平成7年の死者のうち，阪神・淡路大震災の死者については，いわゆる関連死919人を含む（兵庫県資料）。
平成23年の死者・行方不明者は内閣府取りまとめによる速報値
（平成23年の死者・行方不明者のうち，東日本大震災については，警察庁資料（「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置」（平成24年5月30日）による。）

図 2.1.1-1　自然災害による死者・行方不明者数の推移

出典：平成 24 年版防災白書　附属資料　内閣府 [2)]

図 2.1.1-1 によれば、昭和 30 年代中ごろまでは大型台風により多数の死者が発生してい

るが、その後は建物の強度が増したことにより台風による死者数は減少している。

一方、平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災をはじめとする巨大地震による死者数は地震の規模に比例しており、時代変化による減少傾向は見られない。

阪神淡路大震災では揺れによる建物倒壊に起因する被害が甚大であったが、この震災を踏まえた構造物の耐震性向上が見られ、東日本大震災では揺れそのものの被害は少なくなったものの、津波による被害がやはり甚大であったようにその発生地点や発生メカニズムにより人知では防ぎきらない自然災害の脅威を思い知らされたところである。

表 2.1.1-1　自然災害による死者・行方不明者内訳

年	風水害	地震・津波	火山	雪害	その他	合計
平成 5 年	183	233	1	9	11	437
6	8	3	0	21	7	39
7	19	6,437	4	14	8	6,482
8	21	0	0	28	35	84
9	51	0	0	16	4	71
10	80	0	0	28	1	109
11	109	0	0	29	3	141
12	19	1	0	52	6	78
13	27	2	0	59	2	90
14	20	0	0	26	2	48
15	48	2	0	12	0	62
16	240	68	0	16	3	327
17	48	1	0	98	6	153
18	87	0	0	88	2	177
19	14	16	0	5	4	39
20	21	24	0	48	7	100
21	76	1	0	35	3	115
22	31	0	0	57	1	89
23	125	18,880	0	132	0	19,137

（出典：消防庁資料に基づき内閣府作成）

（注）平成23年の死者・行方不明者は内閣府取りまとめによる速報値
（平成23年に起きた災害のうち「地震・津波」欄については，警察庁資料（「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置」（平成24年5月30日）による。）

出典：平成 24 年版防災白書　附属資料　内閣府 [2)]

表 2.1.1-1 は平成 5 年以降の災害種別毎の死者・行方不明者数であるが、ここでも毎年の風水害と突発する巨大地震による被害が甚大であることがわかる。

最近の傾向を表すデータとして図 2.1.1-2 に平成 23 年と平成 24 年に発生した主な自然災害の状況を示すが、ここでも台風、豪雨による被害が多発していることがわかる。

また、寒冷地においては雪害により毎年多数の死傷者が発生しており、該当地域での地下施設の利用方法では考慮すべき事項である。

図 2.1.1-2　最近発生した主な自然災害の状況

出典：平成 24 年版防災白書　内閣府 1)

参考文献）

1)　平成 24 年版防災白書　内閣府
2)　平成 24 年版防災白書　附属資料　内閣府

2.1.2　地震

地下においては地表に比べて地震動の加速度振幅が小さくなる場合が多いため、一般に地下構造物は地上構造物よりも耐震的に有利である。特に軟弱地盤においては振動を抑制・吸収する効果が大きく、1972年の八丈島東方沖地震（マグニチュード7.2）の事例では、川崎市浮島公園における地表面の最大加速度が20galであったのに対し、地下127m（地表面から50m程度までは沖積軟弱地盤）においては6.4galと1/3以下の値を示した[1)]。

そのため地震により地下構造物の躯体そのものに被害が生じた事例としては、平成７年の阪神・淡路大震災（兵庫県南部地震）と平成23年の東日本大震災（東北地方太平洋沖地震）以外は特に報告されていない。またこれらの震災においても、地下街では大きな損傷は発生していない。

なお平成22年に実施された全国83箇所の地下街を対象とした耐震調査報告[2)]では、建築時の耐震基準は建築系と土木系に分かれており、また耐震診断も半数しかなされていないという結果であった。

表 2.1.2-1　地下街建設時の耐震基準

建設時の耐震設計の基準		地下街数	
【建築系】	建築基準法に準じた方法	47/83	
【土木系】	【鉄道系】地下街基準に準じた方法	29/83	36/83
	トンネル標準示方書に準じた方法	5/83	
	その他	2/83	

表 2.1.2-2　耐震診断の実施の有無

耐震診断の実施		地下街数	
実施したまたは実施中	実施した	33/80	37/80
	実施中	4/80	
実施していない		33/80	43/80
未回答		10/80	

出典：国土交通省 地下街耐震に関する調査 平成 22 年（表 2.1.2-1、表 2.1.2-2 共）

地下街などの躯体以外の地震による地下構造物の被災例としては、液状化や地質変化部における埋設管等の被害があり、古くは大正12年の関東大震災における水道管の被害[3)]など複数の事例が報告されているが、本報告書では省略する。

1)　阪神・淡路大震災における地震被害

阪神・淡路大震災（地震名称：平成 7 年(1995 年)兵庫県南部地震）は大都市を襲った直下型マグニチュード 7.3 の大地震である。この地震により神戸と洲本で震度 6 を観測したほか、豊岡、彦根、京都で震度５、大阪、姫路、和歌山などで震度４を観測するなど、東北から九州にかけて広い範囲で有感となった。また、この地震の発生直後に行った気象庁地震機動観測班による被害状況調査の結果、神戸市の一部の地域等において観測史上最大の震度 7 であったことがわかった。各地の震度分布を以下に示す。

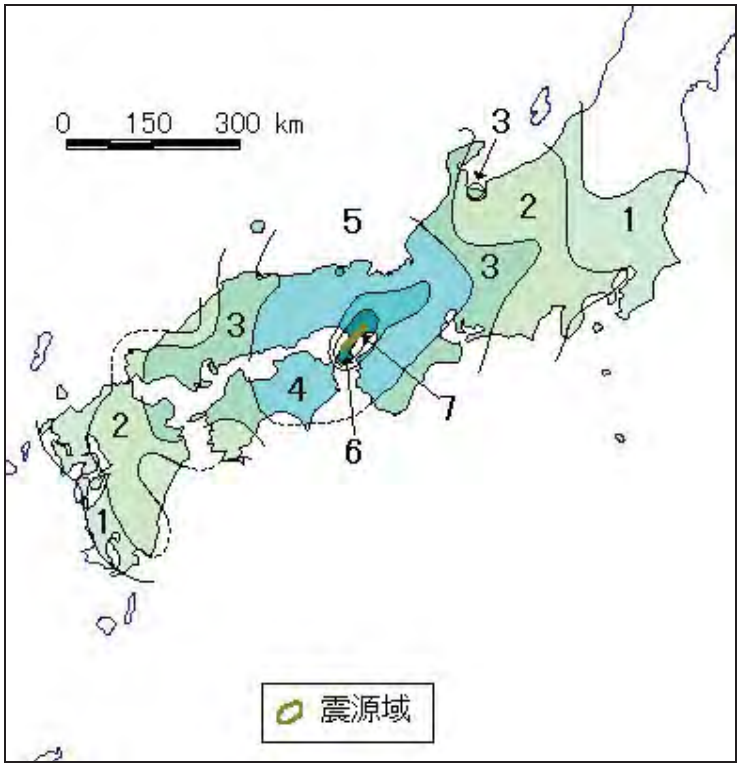


図 2.1.2-1　阪神・淡路大震災における震度分布

出典：地震調査研究推進本部：日本の地震活動（財)地震予知総合研究振興会 平成 21 年

阪神・淡路大震災における地下街の被害状況を以下に示す。神戸市の地下街は①さんちか（神戸市中央区：三宮駅）、②メトロこうべ（神戸市兵庫区：高速神戸駅～新開地駅）、③デュオこうべ（神戸市中央区：神戸駅）の３箇所があり、いずれも震源地に近く震度６～７を記録した地域にあるが、その被害は小さい。また大阪府にはダイヤモンド地下街を始めとする複数の大規模な地下街があるが、いずれも震災による被害は報告されていない。

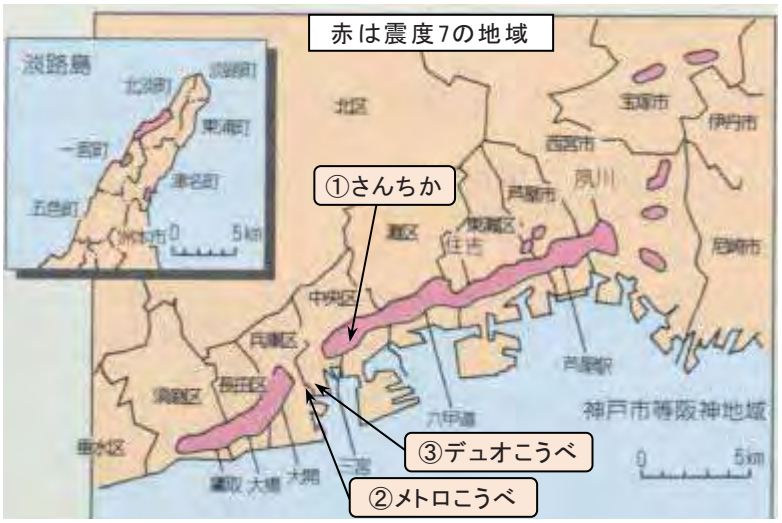


図 2.1.2-2　兵庫県の地下街の所在地と震度

出典：神戸市消防局ホームページ「地震の概要」に加筆

表 2.1.2-3　地下街の被害状況

地下街名	①さんちか	②メトロこうべ	③デュオこうべ	
			山の手	浜の手
開業年月	昭和40年10月	昭和43年9月	昭和49年10月	平成4年9月
延床面積	17,998m²	10,198m²	6,221m²	10,863m²
構造の被害	大きな損傷なし ・床の一部で15cmの突起 ・周辺ビルとのジョイント部の破損	大きな損傷なし ・柱や壁への細かい亀裂 ・上床版への一部亀裂 ・周辺ビルとのジョイント部の破損	大きな損傷なし ・「山の手」と「浜の手」の接続部で1cmの段差 ・周辺ビルとのジョイント部の破損	

出典：国土交通省 地下街耐震に関する調査 平成 22 年

一方地下鉄では開削工法による箱型断面トンネルにおいて、地下鉄駅部を中心に RC 製中柱がせん断破壊を起こすなど、大きな被害を生じた。特に神戸高速鉄道大開駅では地下ホームの RC 支柱が潰れ天井が崩壊、これに伴い地表部の国道が陥没し、新聞・テレビ等のメディアでも大きく報じられた。

表 2.1.2-4　開削による箱型断面トンネルの被害状況

1.神戸市営 地下鉄道	①板宿～新神戸　8.8km（震度７の激震地域） 合計約1.4kmの部分において箱型トンネルのRC製中柱がせん断破壊 中柱総本数約3600本に対し、鋼板巻き等何らかの補強を要した柱が約270本、軽微なクラックが生じた程度でエポキシ樹脂等による注入のみの柱が約180本 [駅部] 9 駅の内 3 駅でRC製中柱のせん断破壊 （新神戸,三宮,県庁前,大倉山,湊川公園,上沢,長田,新長田,板宿） ・三宮駅……RC支柱60本が破損 ・上沢駅……RC支柱91本が破損 ・新長田駅……RC支柱 8本が破損 [駅間部] ・上沢駅の東西線路部……RC支柱27本が破損 ・新長田駅の東線路部……RC支柱64本が破損
	②板宿～西神中央　13.9km 被害なし
2.神戸高速鉄道 及び阪神電鉄	[駅部] 9 駅の内 2 駅で被害 （春日野道,阪神三宮,阪神元町,西元町,花隈,高速神戸,新開地,大開,高速長田） ・大開駅……地下ホームのRC支柱約35本が潰れ、天井が120mにわたって崩壊、これに伴い地表の国道が最大3m陥没 ・高速長田駅…地下ホームでRC支柱5本が破損 [駅間部] ・大開駅西側…530mの範囲でRC中柱220本が損壊、側壁下端のはらみ出し ・大開駅東側…RC中柱が破損、側壁に最大12mm幅の縦断方向クラック ・岩屋～三宮…岩屋側トンネル入口から約400mにわたって箱型断面の上部ハンチが崩落。RC中柱も一部損壊

出典：土木学会：地下空間シンポジウム 阪神・淡路大震災における地下構造物の被害事例

図 2.1.2-3　大開駅地表部 国道 28 号陥没状況

出典：神戸市役所ホームページ「阪神・淡路大震災の記録」

海　側

山　側

図 2.1.2-4　大開駅被災状況（駅中央部より高速長田方面）

出典：神戸大学附属図書館 震災文庫「大開駅 災害復旧の記録」

特に地下鉄において大きな被害が引き起こされた原因としては、地形・地盤特性の影響により局部的に地震動が増幅された等が考えられている[4)]。

防災面においては、地震の発生した時刻が早朝であったこともあり、地下街での火災も発生せず、大きな人的被害はなかった。地下鉄においても特急列車が地震発生寸前に崩落が発生した大開駅を通過し難を逃れるなど、地下街同様に被害は生じなかった。

2)　東日本大震災における地震被害

平成 23 年の東北地方太平洋沖地震（マグニチュード９）では、東北から関東北部に至る広い地域で甚大な被害を生じ、宮城県栗原市において震度７、仙台市でも市の中心部の仙台駅がある青葉区において震度６弱を記録した。しかしこれほどの大規模な震災であったにもかかわらず、東北地方には比較的地下の公共空間が少ないこともあり、地下施設の大きな被害は報告されていない。ここでは土木学会地下空間研究委員会が実施した調査結果[5)]を基に、仙台市地下鉄（昭和 62 年開業の南北線と平成 27 年開業予定の東西線の２路線）および仙台駅周辺の地下自由通路における被害状況を示す。

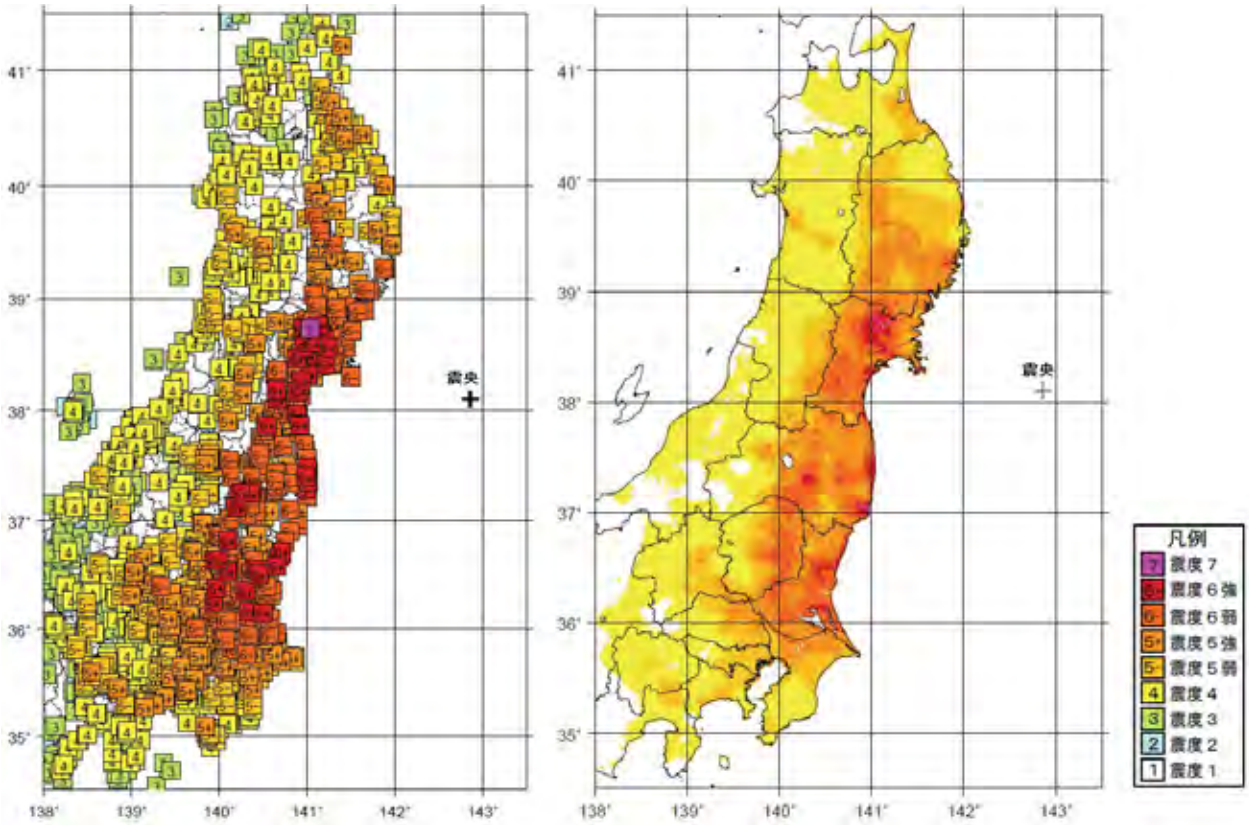


図 2.1.2-5　東北地方太平洋沖地震における震度分布

出典：気象庁ホームページ「気象統計情報-平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震」

(1)　地下鉄南北線

地下構造物については、一部地層並びに地下水脈の関係で勾当台公園駅の出口付近の一部にクラックが発生し、湧水が増加（毎分数リットル程度）したとの報告があったのみであり、また特に補修も実施されていない。

震災当時の状況としては、地震発生直後に全区間で列車の運転を停止し、８編成は駅部に、２編成は駅間に停車したが、駅間に停車した車両も直ちに最寄り駅に乗客の誘導を行い、すべての乗客の避難を完了した。またこの際のけが人等の発生は確認されていない。

駅構内では非常灯を除きすべての照明が停止した。当時仙台駅構内にいた係員によれば、乗客は地震の揺れにもパニックを起こすこと無く駅係員の誘導に従い、全員の地上への避難が問題なく完了したとのことであった。

(2)　地下鉄東西線

東西線は平成 27 年度の開業を目指して建設中の路線であり、最新の耐震基準により設計されている。地震直後は全ての工事を中断したが、被害は一部仮設構造物の損傷や開削トンネル本体構造物の微小クラック程度に留まり、クラックも樹脂注入により対応可能なものであった。

図 2.1.2-6　仙台市地下鉄路線図

出典：仙台市交通局ホームページ「東西線事業概要 路線図」に加筆

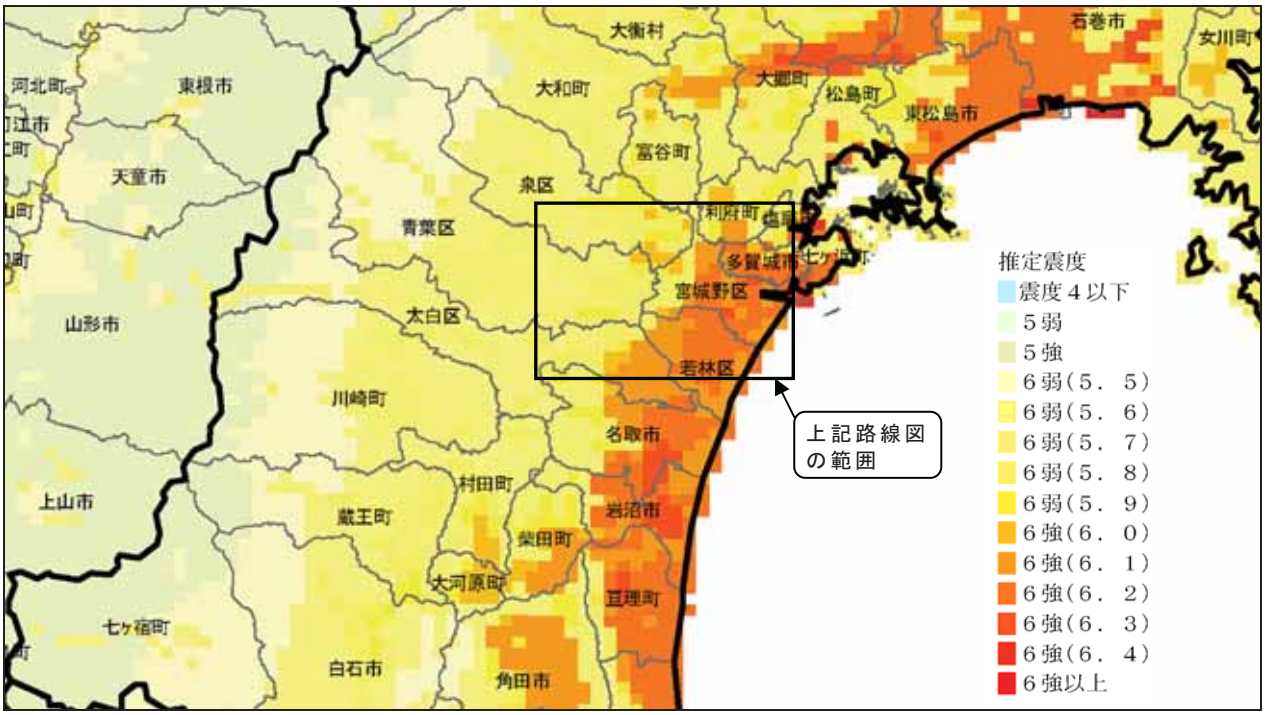


図 2.1.2-7　宮城県南部の推定震度分布図

出典：PASCO ホームページ［事業活動と社会貢献］「平成 23 年（2011 年）東日本大震災に関する情報・平成 23 年（2011）年東日本大震災 推定震度分布図」に加筆・修正

(3)　仙台駅地下自由通路

仙台駅地下自由通路は JR 仙台駅、地下鉄南北線、JR 仙石線並びに駅前広場、駅周辺施設を繋ぐ地下通路である。

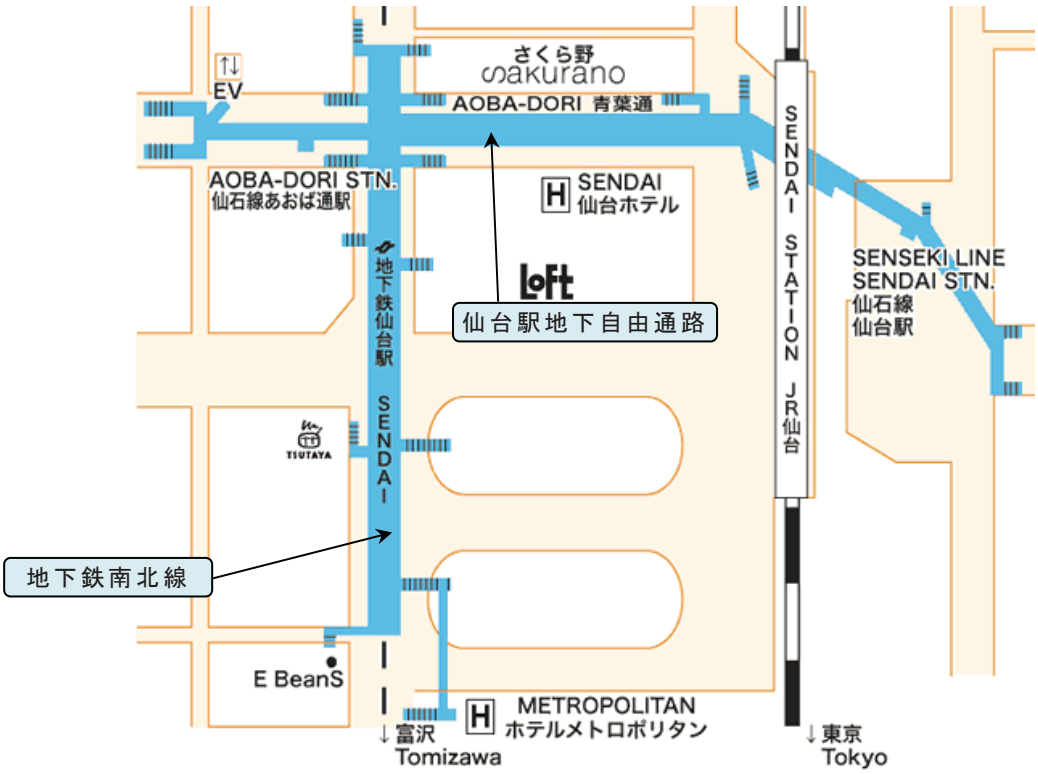


図 2.1.2-8　仙台駅周辺地下通路

出典：仙台生活情報地図 by グループ虹「仙台駅前地下道」に加筆

JR 仙台駅舎の地下 1 階は「エスパル地下街」と呼ばれているがこれは駅ビルの地階であり、地下通路とそれに面する店舗からなる所謂「地下街」に相当するものは仙台地区には建設されていない。なお東北地方に存在する「地下街」は、岩手県盛岡市のフェザン（旧名 盛岡ステーションデパート、床面積 1,485m²）のみである [6]が、ここでも震災における被害は報告されていない。

仙台駅地下自由通路の震災による被害としては、自由通路から出入り口に繋がる一部のジョイント部分から少量の湧水が発生した程度で、その他の構造物については微小なクラックが一部で見られたものの、大きな被害は発生していない。

震災当日の状況としては、非常灯を除く全ての照明が停止したため、全ての旅客、通行者を地上部に退避させ、自由通路を閉鎖した。またその際にも大きなパニック等は発生しなかった。仙台地区においても東京と同様に多数の帰宅困難者が発生し、自由通路への避難も検討されたが、電源の確保が困難であったため見送られた。

参考文献）

1)　川島一彦：地下構造物の耐震設計　鹿島出版会　平成 6 年
2)　国土交通省：地下街耐震に関する調査　平成 22 年
3)　土木学会：大正一二年関東大地震震害調査報告　昭和 59 年

4) 土木学会：地下空間シンポジウム 阪神・淡路大震災における地下構造物の被害事例 平成 7 年
5) 土木学会：地下空間シンポジウム 東日本大震災に伴う仙台地区地下空間調査報告 平成 24 年
6) 日本学術会議：大都市における地震災害時の安全の確保について　平成 17 年

2.1.3　火災

地下施設における災害では、火災による事例が多い。鉄道トンネル（地下鉄道トンネルを含む)、道路トンネル及び地下施設（特に今後開発が予想される大深度地下施設）は、出入口が限定された閉鎖性の高い場所である。いったん地下空間で火災が発生した場合、煙の拡散・停電による視界不良、熱気の充満等地上施設と比較して特異な性格を有するとともに、これらの地下施設が大規模化・複合化・大深度化する傾向にあり、不特定多数の利用者がパニック等により二次災害を誘発することが懸念され、避難・誘導や消防・救護活動に制約や困難が伴うこととなる。

地下施設等の最近の火災件数を以下に示す。この図によれば、地下施設の火災は道路トンネルと鉄道トンネルで発生している。

近年の主な地下施設等の災害としては、平成23年5月に北海道のJR石勝線占冠村第一二ニウトンネル内における列車脱線火災事故、平成24年12月に山梨県の中央自動車道笹子トンネル上り線内において自動車火災事故が発生している。

図 2.1.3-1　トンネル内車両・施設火災件数の推移

出典：平成 24 年消防白書　総務省消防庁ホームページ「地下施設の災害対策」

これまで地下商店街や鉱山、鉄道トンネル・道路トンネルなどの地下施設で多数の死傷者と大きな被害を出した火災が発生している。以下に過去の地下施設で発生した火災の事例のいくつかを紹介する。

① 旧国鉄　北陸トンネル列車火災

発生年月日	1972.11.6
種　　類	鉄道トンネル
被 災 者	死者30名、負傷者699名
出火場所	夜行列車の食堂車から出火。北陸本線北陸トンネル（全長13,870m）内敦賀口から今庄側へ5,164m入った地点
焼損程度	車両1両全焼、1両半焼
原　　因	食堂車後部の電気ヒーターと推定
特　　徴	煙と熱：断熱材などから発生した煙と熱により避難できなかった 停電、照明：停電で車両が停止し、トンネル内の照明が消えた 通報の遅れ：乗客に火災発生の通報が遅れた
対　　策	車両：難燃化・不燃化、消火器備え付け 検討：救援体制・火災発生時のマニュアル見直し トンネル内設備：通信設備の強化、排煙設備・消火器の整備、避難誘導設備の設置

② サンフランシスコ　高速鉄道火災

発生年月日	1979.1.17
種　　類	鉄道トンネル（海底）
被 災 者	死者1名、負傷者56名（煙の吸入）
出火場所	サーキットブレーカから出火
焼損程度	列車（電車7両編成）に火災が発生、5両を全焼
原　　因	7両編成の6両目でサーキットブレーカがショートし火災となった。電車は非常ブレーキで停止し、動かなくなった
特　　徴	避難誘導の遅れ：30分後に開始 連絡通路：サービストンネルに誘導され避難
対　　策	先頭車両に避難用の貫通扉が取り付けられた

③ 東名自動車道　下り線　日本坂トンネル車両火災

発生年月日	1979.7.11
種　　類	道路トンネル
被 災 者	死者7名
出火場所	全長2,045mの日本坂トンネル出口まで430m地点で車両炎上
焼損程度	トンネル内車両189台のうち、173台全焼
原　　因	自然渋滞で停止した車の列に6台が追突・炎上した。マツヤニを積載した車両が爆発、下り方向に熱風が流れ止まっていた車に飛び火
特　　徴	煙の充満するトンネルしか避難経路がなかった 消防の到着の遅れ：公団の消防への通報が適切でなかった
対　　策	トンネルの入り口と内部数箇所に電光掲示板と入口に4灯式トンネル用信号機（赤色灯が2つ）を設置，トンネル内でラジオ受信可、照明を明るいものに変更、消火設備の改良、トンネル内の速度制限（70km/h）と車線変更禁止、

④ 静岡駅前地下ゴールデン街爆発火災

発生年月日	1980.8.16
種　　類	地下街
被 災 者	死者14名、負傷者223名
出火場所	地下通路に面したビルの地下通路に沿って44店舗があり、その一つの店舗から出火
焼損程度	2度にわたる爆発により、被災面積15,500㎡（店舗136棟、住宅27戸） 車両2台全損
原　　因	1度目の小規模な爆発後、都市ガスによる2度目の大規模な爆発
特　　徴	この爆発事故で地下街の保安基準が厳しくなり、仙台市では地下街の開発計画が中止に。新設も８７年に完成した川崎市の地下街まで建設省（当時）は認めなかった
対　　策	「ガス漏れ火災警報装置」設置義務付け

⑤ ロンドンキングクロス地下鉄駅火災

発生年月日	1987.11.18
種　　類	地下鉄駅構内
被 災 者	死者31名、負傷者23名
出火場所	キングクロス駅構内。ピカデリー線の地下2階ホームから地下1階開札ホールに通じる乗用エスカレーターから出火
焼損程度	地下2階部分のエスカレーター　2基半焼 地下1階部分開札ホール　140㎡焼損
原　　因	乗客の誰かが火のついたマッチ棒を木製エスカレーターの上部に投げ捨て、この火がエスカレーター内部のグリースに着火し発生と推定
特　　徴	木製エスカレーターをつたって、階段効果で火災流になり、地下鉄駅構内全面を瞬時に襲い、切符売り場天井が突き抜けた。
対　　策	全駅禁煙。日本国内の地下鉄駅構内禁煙化のきっかけとなった。 ロンドンの地下鉄では146以上の安全項目が追加された 木製エスカレーターをすべて金属製に置き換え

⑥ 中国自動車道　上り線　境トンネル火災

発生年月日	1988.7.15
種　　類	道路トンネル
被 災 者	死者5名　負傷者5名
出火場所	全長459mのトンネル内出入口にそれぞれ120m、340m
焼損程度	全11台が炎上
原　　因	クレーン車がスリップし、そこに９台が衝突
特　　徴	衝突で気を失った、車がゆがんで閉じ込められた 火勢が強く逃げられなかった
対　　策	トンネル手前に多数の警告標識の設置

⑦ ユーロトンネル火災

発生年月日	1996.11.18
種　　類	鉄道トンネル（海底トンネル）
被 災 者	死者ゼロ　負傷者8名
出火場所	全長49.2ｋｍのトンネルに入る際にすでに出火し、5ｋｍ地点で煙感知器作動17km入ったところで停止
焼損程度	トラック15台が焼け、車運車5両が損傷 事故のあった南側のトンネルの1/3が使用不能
原　　因	貨物シャトル列車上のトラックに載っていた可燃物から出火
特　　徴	車運車がオープンタイプであったためトラックから出た炎が車両の外に燃え広がった。火災検知の遅延、換気設備の誤作動により被害拡大
対　　策	火災検知の早期発見と、正確な運転指令所への通報

⑧ モンブラン自動車道　トンネル火災

発生年月日	1999.3.24
種　　類	道路トンネル
被 災 者	死者40名　負傷者27名（軽傷者は多数とみられるが詳細は不明）
出火場所	フランス側出入口から6ｋｍ地点
焼損程度	焼損車両　34台、 出火車両　1台（トラック：小麦粉12ｔ・マーガリン8ｔ）、 延焼車両トラック　19台、乗用車　12台、その他　2台
原　　因	エンジンの過熱と推定されるが、詳細不明
特　　徴	鎮火までに52時間を要した
対　　策	トンネル内300m毎監視カメラ設置、45人収容の耐火緊急用シェルターを18ヶ所設置、制限速度は最高70ｋｍ、最低50ｋｍ（火災前は最高100ｋｍ）

⑨ 韓国大邱市営地下鉄火災

発生年月日	2003.2.18
種　　類	地下鉄駅構内
被 災 者	死者194名、負傷者146名
出火場所	地下3階にホームに停車していた列車内の火災
焼損程度	放火された車両6両、反対側ホーム侵入車両6両全焼 焼損面積：地下駅舎10,437㎡のうち、地下1階、地下2階、地下3階延べ8,433㎡　その他券売機、通信設備等
原　　因	乗客の１人がガソリンを撒き放火
特　　徴	反対側ホームの扉が閉じられた車両に乗車していた被災者多数 駅構内の排煙設備の不備、避難経路の複雑さ、車両構造の可燃性、乗客の避難開始の遅れ
対　　策	構内施設・車両の難燃化、煙・火炎の経路遮断化、職員への火災対応策の教育・訓練

⑩ モスクワ地下鉄爆発火災

発生年月日	2004.2.6
種　　類	地下鉄トンネル
被 災 者	死者39名　負傷者122名
出火場所	モスクワ市内を南北に縦断する地下鉄路線のパエンツカヤ駅手前300m地点
焼損程度	車両の一部焼損
原　　因	明らかにされていないが自爆テロの可能性ありとの報道もある
特　　徴	通勤時間帯の無差別自爆テロ
対　　策	非常通報装置、誘導灯、非常口、非常階段、地上への避難方法を事前にシミュレーションし、不測の事態に備える

⑪ 東京メトロ丸の内線火災

発生年月日	2004.8.9
種　　類	地下鉄トンネル
被 災 者	死者ゼロ、負傷者2名
出火場所	赤坂見附駅ホームから四ツ谷駅方向30m地点の配電盤
焼損程度	ケーブル
原　　因	ケーブルから出火
特　　徴	誘導により400名を避難
対　　策	不明

⑫ 大阪地下鉄御堂筋線梅田駅倉庫火災

発生年月日	2012.2.22
種　　類	地下鉄駅
被 災 者	死者ゼロ、軽傷者17名（駅係員煙吸引）
出火場所	梅田駅地下2階倉庫
焼損程度	倉庫30㎡全焼
原　　因	たばこの火の不始末
特　　徴	早めの避難指示により3000名は無事 火災発生時、非常放送が流れなかった 梅田地下街に煙が溢れ出し、通行人の避難に混乱が生じた
対　　策	駅舎全体の火気管理の徹底（駅施設の巡視の強化、管理状況の点検、各清掃委託業者への指導など）

⑬ 中央自動車道　笹子トンネル上り線火災

発生年月日	2012.12.2
種　　類	道路トンネル
被 災 者	死者名9名　負傷者2名
出火場所	大月市側出口から約1700m付近
焼損程度	車両2台焼損　1台下敷き
原　　因	吊り天井を固定していたボルトがはずれ天井板崩落による車両への落下(老朽化)
特　　徴	同構造の初の事故 管理方法：目視点検のみで、打音による点検がなされていなかった
対　　策	全国の同タイプのトンネル緊急点検。 同タイプのトンネルの吊り天井撤去。

参考文献）

1)　総務省消防庁：消防白書　平成 24 年

2)　森田　武：地下空間火災事例から学ぶ　地下鉄などの地下空間における防火対策 2004 予防時報 217

3)　田中　敦子：神戸大学博士論文　大規模地下空間における災害時のリスク評価と非難安全に関する研究　平成 18 年

4)　土木学会：年次学術講演会 地下空間における火災防止と被害軽減のあり方　　平成 15 年

5)　土木学会：地下空間シンポジウム 地下施設の災害事例と地下街の危機管理に関する調査研究　平成 15 年

6)　小林　恭一：静岡駅前ゴールデン街　ガス爆発事故と安全対策のその後　近代消防 2000 年 7 月臨時増刊号

7)　秋月　万恵：中野消防署　地下空間におけるトンネル等各種施設の消防活動及び防災施設の状況に関する欧州視察結果報告

2.1.4　水害

都市の地下空間である地下街，地下通路や地下駐車場の自然災害によって生じる被害として，台風や集中豪雨によって生じる浸水被害がある。平成11年梅雨期の集中豪雨においては地下室での死亡事故２件が発生し、また、平成12年9月の東海豪雨においては地下空間への浸水が多発するなどの被害が生じている。

ここでは，都市の地下空間における水害の事例について紹介する。

1)　平成５年８月２７日　地下鉄赤坂見付駅の冠水

台風 11 号による大雨（東京管区気象台において日雨量 234.5mm，時間雨量 76.0mm を記録）で，都内各地で浸水被害が発生した。営団地下鉄の赤坂見附駅で，ホームの床面から 10cm、路線からは 120cm まで冠水したため、27 日午後 5 時前から、丸の内線が銀座－新宿三丁目間で、銀座線が渋谷－銀座間で不通となった。流れ込む水量が多いため、この区間が終日運休となり、排水作業は 28 日未明まで続けられた（**図 2.1.4-1**）。

図 2.1.4-1　地下鉄赤坂見附駅の冠水

出典：「東京都地下空間浸水対策ガイドライン」

2)　平成１１年６月２９日　博多駅周辺地下鉄駅の浸水

平成 11 年 6 月 23 日頃から九州北部に停滞していた梅雨前線は，29 日の明け方から，活動が活発になり，時間雨量 79.5mm という豪雨を観測した。この豪雨により，御笠川の水位が上昇して河川から溢れ出し，地盤の低い博多駅付近に向かって流れ出した。この大雨による地下浸水では，ビルの地下 1 階が水没し，飲食店の従業員 1 人が逃げ遅れて死亡するという事故も発生している。

博多駅周辺では，御笠川からの氾濫水が博多駅の東側の筑紫口まで流下して福岡市営地下鉄の入り口から流入し，駅構内が浸水した（**図 2.1.4-2**）。

図 2.1.4-2　博多駅筑紫口周辺

出典：「地下空間における浸水対策ガイドライン」

3)　平成１１年７月２１日　東京都練馬区周辺の雷雨による地下浸水被害

平成 11 年 7 月 21 日に、東京区部を中心に総雨量 20ｍｍ～150ｍｍ前後の雨が降った。練馬で 10 分間降雨量 30mm，時間雨量 131ｍｍを記録した。この豪雨により新宿区西落合では，ビルの地下室の浸水の様子を見に下りた男性 1 人が死亡した。

4)　平成１１年８月２９日　渋谷地下街の浸水

平成 11 年 8 月 29 日、東京都東部を中心に激しい雷雨となり，渋谷区では，時間雨量 114mm の大雨を記録した。この豪雨により渋谷駅では地下鉄に通じる地下コンコースが流れ込んだ雨水により一時膝近くまで湛水した（**図 2.1.4-3**）。また，マンションなど地下駐車場やビルの地下に浸水被害が生じた。

図 2.1.4-3　渋谷地下街の浸水

出典：「東京都地下空間浸水対策ガイドライン」

5)　平成１２年９月１１日　名古屋市営地下鉄の浸水

平成 12 年 9 月 11 日から 12 日にかけて，愛知県を中心とする東海地方に，名古屋地方気象台で最大時間雨量 93mm，総雨量 567mm に達する集中豪雨が生じた。この豪雨により名古屋市内を流れる庄内川，庄内川の放水路の機能を有する新川，名古屋市の東部および南部に集水区をもつ天白川などにおいて洪水が発生した。この影響で，名古屋市営地下鉄桜通線の野並駅，鶴舞線の塩釜口駅，名城線の平安通駅で氾濫水が地下鉄の軌道に流入し，地下鉄の運行に支障が生じた（**図 2.1.4-4**）。

図 2.1.4-4　地下鉄名城線平安通駅の冠水

出典：「地下空間における浸水対策ガイドライン」

野並駅では，近くを流れる天白川水系の郷下川が川幅が狭いために大雨によって一気に増水し氾濫した。野並駅の出入口には止水板が立てられたが，濁流は止水板を越えて流入した。また，地下駐輪場の出入口には，平常時は床に格納されている止水板があり，浸水時に職員がこの止水板を立てようとしたが立てられず，大量の水が駐輪場と駅構内に流れ込んだ。

6)　平成１３年７月　ソウル市の地下浸水

平成 13 年 7 月 14 日の深夜から 15 日の早朝にかけて，韓国ソウル市は発達した梅雨前線の影響で激しい集中豪雨に襲われ，時間雨量 99.5mm，4 時間雨量 234mm を記録した。この豪雨により，ソウル市内のいたるところで洪水氾濫が発生し，60,000 世帯以上が浸水被害を受けた。その多くは住宅密集地の地下あるいは半地下タイプの住宅で，閉じ込められて死亡した人だけでも合計 11 人と集計されている。また，地下鉄駅やバスターミナルの浸水のため，公共交通機関にも多くの混乱が生じた。地下鉄 7 号線江南高速バスターミナル駅付近では，近隣のホテルの駐車場およびバスターミナルで発生した浸水の影響により，地下 1 階の駐車場や地下鉄駅に氾濫水が流入した。地下 1 階の駐車場の最大浸水深は 1.5m 程度であり，また，地下鉄駅に流入した氾濫水は地下鉄軌道にまで達し，氾濫水が滞留した軌道区間は 1.3km にわたった（**図 2.1.4-5**）。

図 2.1.4-5　ソウル地下街の浸水

出典：「地下空間における浸水対策ガイドライン」

7)　平成１５年７月１９日　博多駅周辺地下街の浸水

平成 15 年 7 月 19 日未明から，九州北部に停滞した梅雨前線は，太宰府で 1 時間降雨量 104mm という観測開始以来の記録的集中豪雨をもたらした。また，日雨量は 300mm に達した。その後も，梅雨前線は九州北部に停滞し続け，19 日夜半から 20 日明け方にかけて，水俣で 1 時間降雨量 81mm を記録するなど，熊本，鹿児島，宮崎，長崎の各県において日雨量 200mm を越える豪雨をもたらした。

福岡県太宰府市では，午前 4 時から 5 時の間に最大時間雨量 99mm，連続降水量（19 日 1 時?19 日 8 時）315mm に達する豪雨が発生した。その結果，2 級河川御笠川の上流に当たる同市三条地区などで土石流が発生するとともに，下流の福岡市内では総降水量が 1/5 程度であったにもかかわらず，博多駅周辺において 2 級河川御笠川およびこれに合流する山王放水路（雨水排水路）が氾濫し，駅周辺ビルの地下階，地下鉄駅構内などが浸水した。平成 11 年の水害の再来となった（**図 2.1.4-6**）。

図 2.1.4-6　地下街の浸水状況（福岡県）

出典：「東京都地下空間浸水対策ガイドライン」

8)　平成１６年１０月９日　麻布十番駅の冠水

平成 16 年 10 月 9 日、台風 22 号の影響で、東海地方から関東南部にかけて大雨となり、東京地方では、9 日に東京（大手町）で日降水量 223mm を記録した。麻布十番駅は，近くを流れる古川の氾濫によりコンコースが冠水した（**図 2.1.4-7**）。

図 2.1.4-7　麻布十番駅の冠水（福岡県）

出典：「東京都地下空間浸水対策ガイドライン」

9)　平成２４年１０月　ニューヨークの地下鉄浸水

平成 24 年 10 月 22 日（現地時間）にカリブ海で発生した熱帯低気圧「サンディ」は、その後ハリケーンに発達し、カリブ海諸国、北米に大きな被害をもたらした。ニューヨーク市では、地下鉄やトンネルが浸水し広い地域で停電が続くなど、都市機能が失われた（**図 2.1.4-8**）。

図 2.1.4-8　地下鉄の浸水状況

以上，紹介したように都市の地下空間は，その特殊性から水害によって生じる浸水被害が防災上の弱点であり，水害対策が求められている。国土交通省では，平成１１年に発生した地下室での死亡事故,平成１２年の東海豪雨における地下空間への浸水被害を受けて，平成 14 年 3 月 28 日に「地下空間における浸水対策ガイドライン」[1)]を発表した。東京都では，平成 19 年 8 月に「東京都豪雨対策基本方針」を定め，それに基づいて，平成 20 年 9 月に「東京都地下空間浸水対策ガイドライン−地下空間を水害から守るために−」[2)]を発行している。

都市内地下空間の有効活用を考える際は,これらのガイドライン等を踏まえて,水害による浸水対策を考慮した検討が必要である。

参考文献）

1)　国土交通省：地下空間における浸水対策ガイドライン　平成 14 年
2)　東京都：東京都地下空間浸水対策ガイドライン　平成 19 年

2.2　今回テーマに類似する過去の研究・調査結果

今回のテーマと密接に関連すると考えられるものとして、平成 18 年度および平成 19 年度の第２部会報告書、「第Ⅱ部　防災と地下空間利用に関する調査」がある。

この報告書では大災害発生時における緊急的な地下空間活用のあり方についての検討結果と、提言によって構成されている。対象とする災害は、首都圏を襲う地震とするが、台風、豪雨、火災等の災害全般も視野に入れ、資料調査と検討が行われた。

緊急的な地下空間活用としては、一時的な避難場所、緊急診療所、緊急資機材などの備蓄場所等を検討対象とし、「大災害発生後の緊急的な地下空間の活用のあり方」について、今後の課題の把握を行っている。また、対象者として日本人だけでは無く、海外からの来訪者も視野に入れたものとなっている。

調査研究の大きなテーマとして「地下空間の防災機能調査とあるべき姿の提案」を挙げており、以下の調査と提案を行った。

①主要駅周辺の地下空間調査

主要駅周辺の地下街における耐震、防火、対水害等の防災機能（施設）調査及び地域防災計画についてのヒアリングを行なった。

②具体的地域を対象とした地下空間のあるべき姿の検討

被災者、帰宅困難者が緊急避難する期間（災害直後から３日間程度）とそれ以降、地上が落ち着きを取り戻すまでの間（２週間程度）における防災機能(施設)のあるべき姿、制度や国民意識変革等の必要性を検討し、地下街の新設あるいは追加機能の提案を行う。

ここでは、それぞれの報告書について研究・調査結果を要約して紹介する。表 2.2-1、表 2.2-2 にそれぞれの年度の報告書目次を示す。

表 2.2-1　18 年度報告書目次

第Ⅱ部　防災と地下空間利用に関する調査	
第１章　調査経緯	Ⅱ－1
1.1 調査方針	Ⅱ－1
1.2 調査内容	Ⅱ－1
1.3 調査状況	Ⅱ－2
1.4 講演会・視察調査	Ⅱ－3
1.4.1 講演会	Ⅱ－3
1.4.2 視察調査	Ⅱ－3
第２章　調査成果	Ⅱ－4
2.1 災害の整理	Ⅱ－4
2.1.1 災害の種類	Ⅱ－4
2.1.2 災害対策	Ⅱ－10
1）震災対策	Ⅱ－10
2）風水害対策	Ⅱ－11
3）火山災害対策	Ⅱ－11
4）雪害対策	Ⅱ－11
5）事故災害対策	Ⅱ－12
2.1.3 国民保護法	Ⅱ－13
2.2 既往文献資料調査	Ⅱ－15
2.2.1 既往文献資料の整理	Ⅱ－15
2.2.2 既往文献資料の概要	Ⅱ－35
1）地下空間における地震災害に関する文献資料概要	Ⅱ－35
2）地下空間における火災に関する文献資料概要	Ⅱ－44
3）地下空間における水害に関する文献資料概要	Ⅱ－48
2.3 地下空間の災害対策利用事例調査	Ⅱ－50
2.2.1 災害対策地下利用事例	Ⅱ－50
2.2.2 地震対策における地下空間の優位性	Ⅱ－60
2.4 講演会・視察調査	Ⅱ－62
2.4.1 講演会	Ⅱ－62
2.4.2 視察調査	Ⅱ－63
1）人と防災未来センター	Ⅱ－64
2）アジア防災センター	Ⅱ－65
3）さんちか防災センター	Ⅱ－66
4）神戸震災メモリアルパーク	Ⅱ－68
5）神戸市危機管理室	Ⅱ－69
6）神戸市水道局　大容量送水管（布引工区）整備工事	Ⅱ－71
第３章　今後の課題	Ⅱ－73
3.1 調査の経過	Ⅱ－73
3.2 成果のまとめと今後の課題	Ⅱ－73

出典：18 年度報告書

表 2.2-2　19 年度報告書目次

第Ⅱ部　防災と地下空間利用に関する調査	
第１章　調査経緯	Ⅱ－ 1
1.1 調査方針	Ⅱ－ 1
1.2 調査内容	Ⅱ－ 1
1）主要駅周辺の地下空間調査(東京駅、新宿駅)	Ⅱ－ 1
2）具体的地域を対象とした地下空間のあるべき姿の検討	Ⅱ－ 1
1.3 調査状況	Ⅱ－ 2
1.4 現地調査・ヒアリング	Ⅱ－ 3
1.4.1 現地調査	Ⅱ－ 3
1）東京駅丸の内地区	Ⅱ－ 3
2）東京駅八重洲地区	Ⅱ－ 3
3）新宿駅地下街	Ⅱ－ 3
1.4.2 ヒアリング	Ⅱ－ 3
第２章　調査成果	Ⅱ－ 5
2.1 調査の目的	Ⅱ－ 5
1）第１WG	Ⅱ－ 5
2）第２WG	Ⅱ－ 5
2.2 既往施設機能の調査　(第１WG)	Ⅱ－ 5
2.2.1 現地調査	Ⅱ－ 5
1）東京駅丸の内地区	Ⅱ－ 5
2）東京駅八重洲地区	Ⅱ－11
3）新宿駅地下街	Ⅱ－18
2.2.2 ヒアリング調査	Ⅱ－21
1）東京都総務局総合防災部	Ⅱ－21
2.2.3 既往地下空間の防災機能について	Ⅱ－24
2.3 災害時の地下街のあるべき姿（第２WG）	Ⅱ－25
2.3.1 震災時における地下街のあるべき姿	Ⅱ－25
2.3.2 震災直後～３日間	Ⅱ－25
1）０～数時間	Ⅱ－25
2）数時間～1 日未満（当日）	Ⅱ－27
3）2 日目以降	Ⅱ－27
2.3.3 ３日後～2 週間程度	Ⅱ－27
1）防災拠点としての機能	Ⅱ－27
2）地下駐車場との機能分担	Ⅱ－28
3）まとめ	Ⅱ－28

出典：19 年度報告書

2.2.1　平成 18 年度報告書

以下に 18 年度報告書の概要を示す。

1)　災害の分類

平成 18 年度は主として資料、文献調査を行っている。ここでは、調査結果を基に災害を震災、風水害、火山災害、雪害、事故に分類し、それぞれについて法律等の整備状況、災害対策のための組織の構築状況などを記述している。

とくに震災については、阪神・淡路大震災の教訓をもとに南関東直下型地震、東海・東南海・南海地震に関して法整備の状況と対策に向けた動きについて述べている。中央防災会議の動向を中心にして、中央防災会議による「地震防災基本計画」の作成、昭和 63 年 12 月の「南関東地域震災応急対策活動要領」の作成、平成 4 年 8 月の「南関東地域直下の震災対策に関する大綱」の作成、平成 10 年の大都市震災対策専門委員会から中央防災会議への「大都市の震災対策についての提言」、平成 13 年 10 月の中央防災会議「東南海・南海地震等に関する専門調査会」の発足などについて言及されている。

2)　文献調査

文献調査については、「防災と地下空間」をキーワードとして 1986 年～2006 年の既往文献資料と、1981 年～2006 年の新聞記事について検索している。文献は 85 件、新聞記事は 328 件あり、それぞれ災害の種類等について分析を行っている（**表 2.2.1-1**、**図 2.2.1-1**）。

対象にした文献（災害）の種類は、地震、浸水被害（地震津波・豪雨・高潮）、火災、テロ（ミサイルなどによる武力攻撃や有毒ガスなどの化学兵器）、大規模災害時の帰宅困難者である。また、「その他」として災害対策工法全般や避難経路・方法などのソフト面について記述しているものを含め 6 分類している。

3)　地下空間の災害対策事例調査

ここでは、都市部での地下における災害対策事例を収集、分析し、今後の検討のための基礎資料としている。ここで挙げられているものは、地下鉄大江戸線の防災備蓄倉庫、緊急時輸送ネットワーク以外は災害時の貯水池、調整池、放水路の利用事例である（表-2.2.1-2）。

4)　神戸地域視察調査

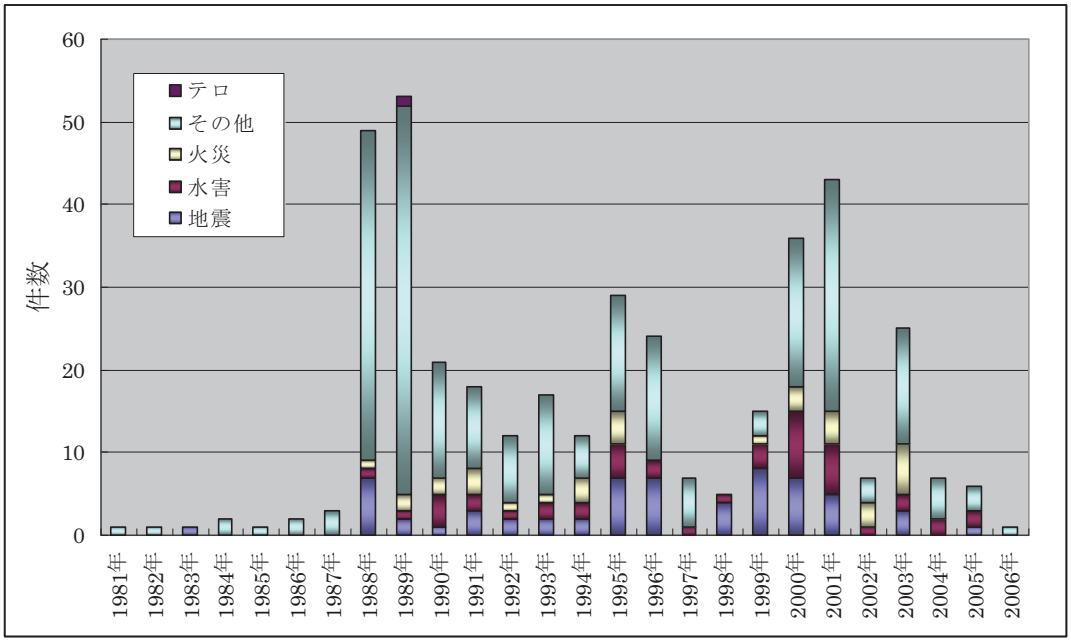
近年の地震対策への取り組みの原点となった阪神・淡路大震災について「実際に被災した地域が防災についてどのように取り組んでいるか」を視察調査して、大災害（地震、台風、火災）発生後における緊急的な地下空間活用のあり方の具体的な事例研究としている。視察先の各所では、ヒアリング、意見交換を行い、阪神淡路大震災の経験を活かした神戸地区の防災への取り組みについて、貴重な資料となっている（表 2.2.1-3）。

表 2.2.1-1　防災と地下空間利用に関する文献数（1986 年～2006 年）

年代	文献（災害）の種類					
	地震	浸水	火災	テロ	大規模災害による帰宅困難者	その他
2006		1				1
2005	2	1			1	3
2004		1	1		1	2
2003		6				7
2002		1			1	3
2001		1				1
2000	1	2	1			2
1999	1					1
1998	1					1
1996	1					1
1990	3	3	2			4
1989	2	1	2			5
1988	2	1	2			4
1987			1			1
1986	2	1			1	2
計	15	19	9	0	4	38

出典：18 年度報告書より

図 2.2.1-1　新聞掲載記事件数グラフ



出典：18 年度報告書より

表 2.2.1-2　地下利用事例

	施設	災害目的	供用年	概要
①	大江戸線	防災備蓄倉庫 緊急輸送	H12.12	東京都。 地下鉄駅構内の緊急時物資保管倉庫。 地上道路が使用できない場合は地下鉄の利用も想定している。
②	平和通り地下駐車場	貯水	H13.4	国土交通省。（福島県福島市） 地下駐車場、地下横断歩道、地下駐輪場、耐震地下貯水槽の整備。
③	長居公園地下駐車場	貯水	H14.4	大阪市。 駅に直結した地下駐車場・駐輪場の下に 42,000 ㎥の地下配水場。
④	神戸大容量送水管	貯水	H22	神戸市。 大容量送水管。立坑部を緊急時配水場、拠点として整備。
⑤	神田川・環七地下調整池	調整池	H17.9	東京都。 地下河川の先行整備として調整池利用。
⑥	大曽根駅前地下駐車場	調整池	H19	名古屋市。 駅前広場、地下駐車場、雨水調整池の複合整備。
⑦	横浜環状鉄道川和車両基地	遊水地	H20	神奈川県、横浜市。 地下鉄車両基地の地下に河川遊水地を立体整備。
⑧	外かく放水路	放水路	H18	国土交通省。 地下河川。
⑨	淀の大放水路	放水路	H22	大阪市。 地下河川。

出典：18 年度報告書より

表 2.2.1-3　視察場所と日程

視察場所	視察目的	備考
阪神・淡路大震災記念人と防災未来ｾﾝﾀｰ 2/1(木)（13：00～14：30）	1.阪神・淡路大震災の被災状況と緊急時防災措置	
アジア防災センター 2/1(木)（14：30～15：10）	1.アジア防災センターの概要 2.センターの国際的役割と国内的役割 3.アジア各国の防災について	
さんちか　防災センター 2/1(木)（15：30～17：20）	1.三宮地下街の防災対策についてヒアリング・地震対策、・火災対策、浸水対策 2.さんちかの都市計画施設の整備に関して	
神戸港震災メモリアルパーク 2/2(金)（9：00～12：00）	1.阪神・淡路大震災の波止場被災状況 2.阪神高速被災橋脚の確認 ・被害程度の実感	
神戸市危機管理室 2/2(金)（13：00～14：00）	1.神戸市における防災の概要 2.防災と地下空間利用の考え方	
神戸市水道局 大容量送水管整備工事 2/2(金)（14：30～16：00）	1.緊急時の用水確保に関する取り組み（必要性の重み） 2.大深度地下使用法適用事例	

出典：18 年度報告書より

2.2.2　平成 19 年度報告書

平成 19 年度は地下街の現地調査とヒアリングを行い、災害時の地下街のあるべき姿、現在の地下街の課題点、具体的地域を対象とした提案を行っている。現地調査の対象は東京駅丸の内地区、東京駅八重洲地区、新宿駅地下街である。これらの地区の視察結果を基に、災害時の地下街のあるべき姿、現在の地下街の課題点、具体的な地域を対象とした提案について記述している。

1)　既往施設機能の調査

既往施設について、以下の３箇所の調査を実施した。

①　東京駅丸の内地区

・新丸ビル地下街及び周辺地下通路

・新丸ビル展示ルーム

・新丸ビルレセプションルーム（エコッツエリア）

②　東京駅八重洲地区

・八重洲地下街（地下１階）

・公共駐車場、付帯諸室（地下２階）

・機械室ほか（地下３階）

③　新宿駅地下街

・メトロプロムナード、西口地下広場など（コンコース、地下歩道）

・サブナード、京王モールなど（店舗付地下歩道）

・西口地下駐車場など

2)　ヒアリング調査

東京都庁､東京都防災センターにおいて防災対策本部室の施設を見学させていただき、赤木副参事（東京都総務局総合防災部震災対策担当)、勝海計画調整係長（同　防災管理課）より東京都地域防災計画（震災編）（風水害編）に関してヒアリングを行った。

3)　災害時の地下街のあるべき姿について

地下街は地上部と比較して高い耐震性を有しており、また、地下であることにより高い遮断性を持ち、セキュリティ面でも有利である。これらの利点を生かし、大規模地震発生時の防災拠点としての活用が望まれる。

防災拠点として地下街を利用する場合、食料品や水などの物資の貯蔵、医療設備、行政の対策本部の設置などが考えられる。その場合、アクセスの問題が重要となる。通常、地下街は歩行者の移動が主であり、自動車での地下街主要部分への直接的なアクセスは考慮されていない。しかしながら、地下街は原則、駐車場が併設されているため、災害時には駐車場部分等から資材の搬入・搬出、負傷者の移送等が行えるような施設構造を持たせておく必要がある。

以上のような前提条件をもとに、災害発生直後の地下街のあるべき姿について述べている。ここでは発災直後から２週間後まで、時系列で地下街の想定される状況をシミュレーションし、それぞれの段階での管理者側の対応方法、地下街施設の役割を示してい

る。

4)　現在の地下街の課題点

地下街についてのアンケート調査（**図 2.2.2-1**）をもとに、防災拠点として地下街を利用するに際して解決する必要がある、機能的(構造的)課題、心理面での課題、法制面での課題を挙げている。

機能的課題として、耐震構造と構造安定性の評価の問題、防火構造と火災発生時の通報システムや防火シャッター等の設備の機能の問題、浸水防止対策と浸水予測のハザードマップ作成の問題、地下街では必須となる照明を確保するための非常用電源設備の問題を挙げている。

心理面での課題（**図 2.2.2-2**）として、地下街来訪者が持つ閉塞感、暗闇への恐怖感を解消するための安心感の創出について課題を挙げている。

その他、公共通路と店舗が一体的に形成されている地下街に関連する行政法規が、都市計画法、道路法、建築基準法、消防法、ガス事業法など多岐にわたっていることと、所轄官庁も多数混在することの問題も取り上げ、地下街を防災拠点として利用する上での課題を挙げている。

5)　具体的地域を対象とした提案

具体的地域として八重洲地下街と新宿地下街を取り上げ、それぞれの地下街の現状を分析し、災害時におけるあり方を提案している。帰宅困難者の一次収容空間としての利用、災害備蓄倉庫としての利用、隣接する駐車場から一般道、高速道路へのアクセスの利便性を考慮した、周辺地域への備蓄物資の輸送拠点としての利用など、既存施設・構造の有効利用方法を挙げている。また、現在の地下街構造の問題点を挙げ、震災時に有効に活用するための施設改良についても言及している。

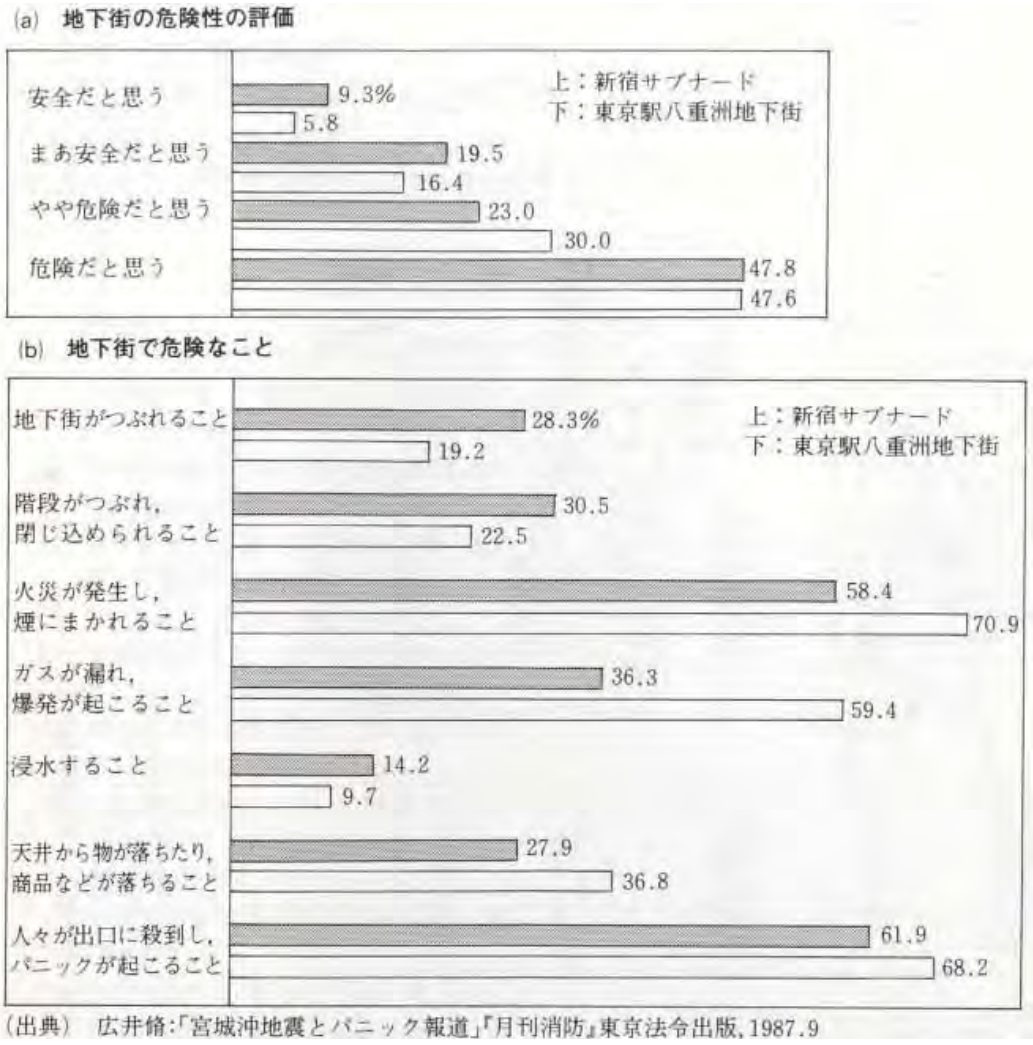


図 2.2.2-1　地下街の信頼性と地震時の危険

出典：19 年度報告書

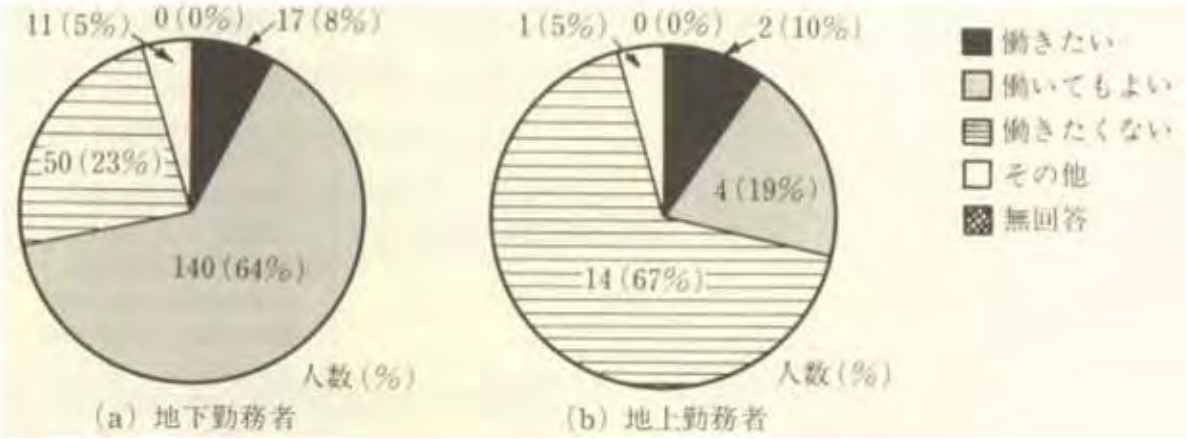


図 2.2.2-2　地下での勤務に対する意識

出典：19 年度報告書

2.2.3　今後の防災テーマへの展開について

以上、平成 18 年度、平成 19 年度報告書について概要を述べた。これらの報告書は、平成 7 年の阪神･淡路大震災発生時の状況を調査し、地下空間の防災と災害時の地下空間利用についてまとめている。その後、平成 23 年に東日本大震災が発生した。この東日本大震災は阪神･淡路大震災と異なり下記の点について新たな教訓をもたらした。

①　大津波の発生

有史以来例の無い大津波が発生した。東京、大阪など海岸線から平坦部が大きく拡がる地域では、内陸部の地下施設にも影響がおよぶ可能性を示したものと言える。

②　広域な交通インフラへの大きな影響

震源に近い地域での直接的な被害はもちろんであるが、東京など、震源から遠く、地震による交通インフラの構造的被害がほとんど無い地域でも大きな影響があった。東京では JR の運転見合わせにより多くの帰宅困難者が発生した。また、原子力発電所の停止により電力供給量が不足し、計画停電という戦後経験の無い事態が発生し、数ヶ月におよぶ交通網への影響が残った。

③　全国的な経済ネットワークへの影響

製造業が全国的に分業化していることにより、東北地域での産業の壊滅的な被害が、他地域への経済にも大きな影響を与えた。これは、震源域が広く、また、津波の影響が大きかったためでもあるが、一地域での被害がそこだけにとどまらず、他地域の経済活動にも大きな影響を及ぼすことを示したものである。

以上のうち、とくに①、②については災害時の地下空間のあり方について大きな影響を与えたものと考えられる。阪神淡路大震災では早朝に発生した大地震であるため、昼間の大地震が人々の行動に与える影響について明確ではなかった。帰宅困難者の発生状況についても推測の域を出なかった。東日本大震災発生時の東京都心の状況により問題がある程度明らかになり、今後の直下型大地震発生に備えた課題が明確になったと言える。

水害については、津波がかなりの内陸部まで到達することが考えられるため、地下構造物への浸水について、これまで以上に広範な対応が必要となると考えられる。とくに東京など地下交通ネットワークが広く発達した地域では完璧な浸水対策は事実上不可能であるため､地下への多量浸水が発生した場合の対策について十分検討する必要があると言える。

阪神･淡路大震災に加えて想定外の被害をもたらした東日本大震災を経験することにより、地下の防災についての問題点と課題がより明確になったものと思われる。災害時に想定されていなかった被害が発生することにより防災、減災への新たな取り組みを行うということが過去に繰り返し行われてきた｡今後も､予想外の被害が発生することを想定して、地下の防災について多様な取り組みが求められるものと考えられる。

2.3　地下空間の防災・減災に関する各種法律及びガイドライン

2.3.1　歴史的な背景

地下街の法的な整備については、平成 10 年に発表された「地震災害予測研究会・研究報告東京大学菅原進一著[1)]」に、詳しく書かれているが、災害や社会情勢などを考慮して、地下街を規制していた時代から、規制の緩和へと、大きく以下の３つに分類される。地下街に関する法規の変遷については、表 2.3.1-1「地下街の整備経緯および地下街に関する法制面の経緯」に年次別（昭和 7 年から平成 9 年まで）に纏められているが、概要としては次の通り。

① 規制強化：　昭和 47 年の千日前デパート火災を契機として出された「昭和 48 年の 4 省庁（建設省、消防庁、警察庁、運輸省）通達」が最初で有り、その目的は、地下街の新設・増設を抑制する規定と、地下街連絡協議会の設置を定めたものであった。翌昭和 49 年には「地下街に関する基本方針」が出されて、現在に通ずるベースが出来た。その後、昭和 55 年に静岡ゴールデン街のガス爆発災害を機に資源エネルギー庁を加えた 5 省庁通達が出て、ガス保安対策が追加された。

② 再評価、再興の機運と規制の適正化：　昭和 63 年の都市計画審議会での「地下における都市計画の在り方」で地下交通ネットワーク形成促進の要請を踏まえて、「地下街に関する基本方針」が改正され、地下街と建築地下階との接続が認められた。平成元年には、「地下の公共的利用の基本計画の策定等の推進」についての通達が出され、ようやく新設の機運が高まり、神戸、大阪及び京都にて地下街が新設された。

③ 規制緩和推進：　平成 7 年以降になると、「規制緩和推進計画」が出され、平成 9 年には、防災設備を整備する前提で、地下街の整備を推進することとなった。その後、平成 13 年 6 月 1 日付けで、地下街に関連する一連の通達が廃止され、建築基準法や消防法などをベースにして、各地方独自の対応を行う事となった。

表 2.3.1-1 地下街の整備経緯および地下街に関する法制面の経緯

年次	地下街の整備経緯その他	年次	地下街に関する法制面の経緯
昭７	わが国初の地下街・須田町ストア(東京)開設		
		昭２５	建築基準法(居室の採光、換気、特殊建築物の避難・消火に関する技術基準、道路内の建築制限等) 建築基準法施行令(地下街の各構え・階段・照明・防火区画等)
昭２７	戦後初の地下街・三原橋地下街(東京)開設-最初の道路占	昭２７	道路法改正(地下街を道路の占用施設として認可)

	用、最初の建築確認		
昭３１	八重洲地下街-最初の都市計画決定(開設は昭４０)	昭３１	「駅前広場における地下施設の設置に関する日本国有鉄道・建設省間の覚書」(都市交通改善のための都市計画上の立場からの、駅広地下への地下道・駐車場等地下施設の設置に関する覚書)
昭３２	渋谷名店街、銀座地下店舗、なんなん)タウン(大阪市)、ナゴヤ地下街(名古屋市)-初の１万㎡以上の大規模地下街誕生、９地下街が一挙に開設、これ以降全国的に新設・増設が続く	昭３２	道路局長通達「道路の管理について」(道路占用許可・基準について) 路政課長通達「道路の管理に関する取扱について」(地下占用の取扱い、その他一般管理関連)
昭３４	佐世保駅前地下商店街(佐世保市)、岡山地下３番街(岡山市)-地方都市でも地下街が開設	昭３４	建築基準法施行令改正(地下街なる用語と地下街の構えに関する基準)
		昭４１	道路局内規「地下街の道路占用について」(地下街占用許可基準に従い公正厳格な占用許可を行い、道路管理の適性を期す)
		昭４３	新都市計画法制定
		昭４４	「駅前広場における地下施設に関する建設省・日本国有鉄道間の申し合わせについて」 建築基準法施行令改正(構造基準強化、出入口への歩行距離、排煙装置義務付け等)
昭４５	大阪の天六地下鉄工事現場でのガス爆発事故 ユニモール(名古屋市)、虹のまち(大阪市)開設-ショッピングセンター的大地下街の開設相次ぐ	昭４５	「ガス工作物の技術上の基準を定める省令」(ガス遮断機の設置義務・漏洩検査) 消防庁予防課長「地下街に対する防災対策の強化について」(地下工作物の給排気設備系統管理の徹底等)
昭４７	千日前デパートビル火災(大阪市)	昭４７	警察庁警備課長通達「地下街災害に対する警備対策の確立について」
昭４８	地下街に対する国会質問(参議院予算委員会第３部会において、地下街の道路占用上	昭４８	４省庁通達(建設省、消防庁、警察庁、運輸省)「地下街の取扱について」(地下街の新設、増設を厳に抑制する方針、地下街連

	及ぴ防災上の問題に関して)		絡協議会の設置等) 「地下街の取扱に関する申し合わせ」(公共施設等通達の語句の説明) 地下街中央連絡協議会事務局発足 地下街中央連絡協議会事務局「地下街の取扱の運用について」(地下街中央連絡協議会設置要領、提出図面等)
		昭４９	建設省３局長通達・地下街中央連絡協議会・消防庁(予防課長・安全救急課長)「地下街に関する基本方針」(基本方針、設置計画策定に関する基準)
		昭５０	「地下街と他の建築物の地下階との接続の取扱について」(新設または増設を伴わない接続についても地下街連絡協議会において連絡調整) 消防庁安全救急課長(通知)「特定防災対象物の地階と地下街とが一体をなす場合の判定基準及ぴ指定方法について」
昭５５	静岡ゴールデン街のガス爆発災害 京都駅北口広場地下街(ボルタ)開設一昭和４８年通達以降初めての地下街	昭５５	資源エネルギー庁(地下街総点検の通達) 地下街一斉点検の長官通達(消防庁) ５省庁通達(建設省、消防庁、警察庁、運輸省、資源エネルギー庁)「地下街の取扱いについて」 消防庁長官(通知)「地下街等のガス保安対策に関する消防機関とガス事業者との連携強化について」
		昭５６	資源エネルギー庁公益事業部「ガス事業法施行規則及ぴガス工作物の技術上の基準を定める省令の改正について」(ガス漏れ警報設備設置、緊急遮断装置設置の設置義務付け等) 「消防法施行令改正」(地下街、準地下街へのガス漏れ火災警報設備等の義務付け) 建設省３局長通達・地下街中央連絡協議会「地下街に関する基本方針」の改正(防災センターと消防・警察機関との即時通話設備の義務付け。ガス保安対策・ガス漏れ防止対策等についての追加)

			建設省３課長・５省庁８課長共同通達(建設省、消防庁、警察庁、運輸省、資源エネルギー庁)「地下街類似のものの取扱い及び地下街における漏れガス対策に関する申し合わせ」(地下街類似のもの：建築物の地階で連絡して公共地下歩道に面して設けられた店舗を有し、地下街同様の形態を有するもの、についても地下街と同様に、新設または増設は厳に抑制
昭６１	川崎駅東口広場地下街(アゼリア)１０月開設	昭６１	地下街中央連絡協議会「地下街の取扱についての改正」(地下街の新設・増設に当たっての基本方針の適切な運用改善：地下街の設置が必要やむを得ない場合の明確化-立地要件事業主体) 建設省住宅局建築指導課長・消防庁予防救急課長「地下街の防火・安全対策について」(地下街防火安全評定委員会の設置及び運営方法)
		昭６３	地下街連絡協議会「地下街に関する基本方針の改正」(原則禁止とされていた地下階と地下街との接続について検討の対象となる一定要件の明確化) ５省庁通達の改正(建設省、消防庁、警察庁、運輸省、資源エネルギー庁)「地下街の取扱について」(地下街に関する運用方法の語句の一部改正と国鉄の民営化に伴う改正) 都市計画中央審議会「地下における都市計画のあり方についての報告」
		平１	建設省都市局長・道路局長「地下の公共的利用の基本計画の策定等の推進について」(地下利用のガイドプラン策定要領、地下交通ネットワークの策定について)
平３	京都御池地下街(新設)１０月着工	平３	都市計画中央審議会「自動車の駐停車施設整備のあり方とその整備推進方策」中間答申
平４	神戸ハーバーランド地下街９月開設	平４	「地下街の取扱(昭４８．７建設省、消防庁、運輸省共同通達)の運用について」改

	大阪長堀地下街１０月着工		正(委員の構成メンバーの変更等) 「地下街に関する基本方針について」の改正(標準駐車場条例の改正に伴う改正)
		平５	「地下街のあり方検討会報告」
		平６	大阪長堀開発㈱より総務庁行政管理局に「地下街に関する基本方針」に基づく規制の緩和(公共比率、各構え防火区画の緩和)についての要望を提出
平７	大阪ダイヤモンド地下街(ディアモール)１０月開設 広島紙屋町地下街・地下駐車場(新設)１０月着工(平成１０年度開業予定)	平７	・「規制緩和推進計画」について閣議決定、地下街の新設等に当たっての公共比率等について平成７年度中に検討委員会を設置
平９	大阪長堀地下街５月開設 京都御池地下街１０月開設		

出典：地震災害予測研究会・研究報告東京大学菅原進一著[1)]

2.3.2　現行法規での規定

現行法規では、次の①から④に示す法規に拠って、地下街の構造規定、設備規定が行われている。

① 建築基準法・同施行令・国土交通省告示
② 東京都建築安全条例（地方自治体条例による規定の例）
③ 消防法・同施行令
④ 道路法第 32 条第１条第５号「地下街、地下室、通路」

以下に、上記①から④の法規について、下記に詳細な法文を引用し、主な構造や数値的な規定などについては、下線を付けて示した。

1）建築基準法・建築基準法施行令

昭和 34 年の政令改正にて、地下街の規定が初めて定められた。地下街の躯体である地下工作物は建築物ではなく、その内側に設ける事務所・店舗等の施設は建築物と見なされる。但し、地下工作物は、その成り立ちから、一区切りの敷地の形態が存在しないため、敷地の代わりに「一構え」という用語が使われている。「一構え」とは、「独立した使用が可能で管理についての権限が一の部分」を指す。また、建設省（国土交通省）告示にて、建築基準法施行令では規定されていない、非常用照明設備、排煙設備及び排水設備の詳細について細則が規定された。

表 2.3.2-1　建築基準法施行令第 128 条の３「地下街」

建築基準法施行令第 128 条の３地下街（下線部は、主な基準を示す。）	
第１項	地下街の各構えは、次の各号に該当する地下道に 2m 以上接しなければならない。ただし、公衆便所、公衆電話所その他これらに類するものにあっては、その接する長さを 2m 未満とすることができる。
	一　壁、柱、床、はり及び床版は、国土交通大臣が定める耐火に関する性能を有すること。
	二　幅員５ｍ以上、天井までの高さ３ｍ以上で、かつ、段及び 1/8 をこえる勾配の傾斜路を有しないこと。
	三　天井及び壁の内面の仕上げを不燃材料でし、かつ、その下地を不燃材料で造っていること。
	四　長さが 60m をこえる地下道にあっては、避難上安全な地上に通ずる直通階段で第２３条第１項の表の(２)に適合するものを各構えの接する部分からその１に至る歩行距離が 30m 以下となるように設けていること。
	五　末端は、当該地下道の幅員以上の幅員の出入口で道に通ずること。ただし、その末端の出入口が２以上ある場合においては、それぞれの出入口の幅員の合計が当該地下道の幅員以上であること。
	六　非常用の照明設備、排煙設備及び排水設備で国土交通大臣が定めた構造方法を用いるものを設けていること。
第２項	地下街の各構えが当該地下街の他の各構えに接する場合においては、当該各構えと当該他の各構えとを、耐火構造の床若しくは壁又は特定防火設備で第１１２条第１４項第二号に規定する構造であるもので区画しなければならない。
第３項	地下街の各構えは、地下道と耐火構造の床若しくは壁又は特定防火設備で第１１２条第１４項第二号に規定する構造であるもので区画しなければならない。
第４項	地下街の各構えの居室の各部分から地下道（当該居室の各部分から直接地上へ通ずる通路を含む。）への出入口の１に至る歩行距離は、30m 以下でなければならない。
第５項	第１１２条第５項から第１１項まで及び第１４項から第１６項まで並びに第１２９条の２の５第１項第七号（第１１２条第１５項に関する部分に限る。）の規定は、地下街の各構えについて準用する。この場合において、第１１２条第５項中「建築物の 11 階以上の部分で、各階の」とあるのは「地下街の各構えの部分で」と、同条第６項及び第７項中「建築物」とあるのは「地下街の各構え」と、同条第９項中「主要構造部を準耐火構造とし、かつ、地階又は３階以上の階に居室を有する建築物」とあるのは「地下街の各構え」と、「建築物の部分」とあるのは「地下街の各構えの部分」と、「準耐火構造」とあるのは「耐火構造」と、同条第１０項中「準耐火構造」とあるのは「耐火構造」と、第１２９条の２の５第１項第七号中「第１１５条の２の２第１項第一号に掲げる基準に適合する準耐火構造」とあるのは「耐火構造」と読み替え

	るものとする。
第 6 項	地方公共団体は、他の工作物との関係その他周囲の状況により必要と認める場合においては、条例で、前各項に定める事項につき、これらの規定と異なる定めをすることができる。

出典：建築プレミアム[2)]

表 2.3.2-2「建設省告示第千七百三十号」及び「第千三百八十三号」

建設省告示第千七百三十号（昭和 44 年）、第千三百八十三号（平成 12 年 5 月 26 日改正） 建築基準法施行令第百二十八条の三第一項第六号の規定に基づく地下街の各構えの接する地下道に設ける非常用の照明設備、排煙設備及び排水設備の構造方法を定める件 建築基準法施行令第百二十八条の三第一項第六号の規定に基づき、地下街の各構えの接する地下道に設ける非常用の照明設備、排煙設備及び排水設備の構造方法を次のように定める。ただし、建設大臣がこの基準の一部又は全部と同等以上の効力を有すると認めるものについては、当該部分の規定によらないことができる。	
第 1 項	非常用の照明設備にあっては、次の各号に掲げる基準に適合するものとする。
	一　地下道の床面において十ルックス以上の照度を確保しうるものとすること。
	二　照明設備には、常用の電源が断たれた場合に自動的に切り替えられて接続される予備電源（自動充電装置又は時限充電装置を有する蓄電池（充電を行なうことなく三十分間継続して照明設備を作動させることのできる容量を有し、かつ、開放型の蓄電池にあっては、減液警報装置を有するものに限る。）、自家用発電装置その他これらに類するもの）を設けること。
	三　照明器具（照明カバーその他照明器具に附属するものを含む。）は、絶縁材料で軽微なものを除き、不燃材料で造り、又はおおい、かつ、その光源（光の拡散のためのカバーその他これに類するものがある場合には、当該部分）の最下部は、天井（天井のない場合においては、床版。以下同じ。）面から五十センチメートル以上下方の位置に設けること。
	四　照明設備の電気配線は、他の電気回路（電源に接続する部分を除く。）に接続しないものとし、かつ、その途中に地下道の一般歩行者が、容易に電線を遮断することのできる開閉器を設けないこと。
	五　照明設備に用いる電線は、六百ボルト耐熱ビニール電線又はこれと同等以上の耐熱性を有するものを用い、かつ、地下道の耐火構造の主要構造部に埋設した配線、次のイからニまでの一に該当する配線又はこれらと同等以上の防火措置を講じたものとすること。 イ　下地を不燃材料で造り、かつ、仕上げを不燃材料でした天井の裏面に鋼製電線管を用いて行なう配線 ロ　耐火構造の床若しくは壁又は建築基準法第二条第九号の二ロに規定する防火設備で区画されたダクトスペースその他これに類する部分に行なう配線 ハ　バスダクトを用いて行なう配線 ニ　ＭＩ ケーブルを用いて行なう配線

	六　前各号に定めるほか、非常用の照明設備として有効な構造のものとすること。
第２項	非常用の排煙設備にあっては、次の各号に掲げる基準に適合するものとする。
	一　地下道は、その床面積三百平方メートル以内ごとに、天井面から八十センチメートル以上下方に突出した垂れ壁その他これと同等以上の煙の流動を防げる効力のあるもので、不燃材料で造り、又はおおわれたもので区画すること。
	二　排煙設備の排煙口、排煙風道その他排煙時に煙に接する排煙設備の部分は、不燃材料で造ること。
	三　排煙口は、第一号により区画された部分（以下「防煙区画部分」という。）のそれぞれに一以上を、天井又は「壁の上部」（天井から八十センチメートル以内の距離にある部分をいう。）に設け、かつ、排煙風道に直結すること。
	四　排煙口には、手動開放装置を設けること。
	五　前号の手動開放装置のうち手で操作する部分は、壁面に設ける場合においては、床面から〇・八メートル以上一・五メートル以下の高さの位置に、天井から吊り下げて設ける場合においては床面からおおむね一・八メートルの高さの位置に、それぞれ設け、かつ、見やすい方法でその使用方法を示す標識を設けること。
	六　排煙口は、第四号の手動開放装置、煙感知器と連動する自動開放装置又は遠隔操作方法による開放装置により開放された場合を除き、閉鎖状態を保持し、かつ、開放時に排煙に伴い生ずる気流により閉鎖されるおそれのない構造の戸その他これに類するものを有すること。
	七　排煙風道が防煙区画部分を区画する壁等を貫通する場合においては、当該風道と防煙区画部分を区画する壁等とのすき間をモルタルその他の不燃材料で埋めること。
	八　排煙は、排煙口の一の開放に伴い、自動的に作動を開始する構造を有し、かつ、一秒間に五立方メートル（一の排煙機が二以上の防煙区画部分に係る場合にあっては、十立方メートル）以上の室内空気を排出する能力を有する排煙機により行なうこと。ただし、排煙口が当該排煙口の設けられた防煙区画部分の床面積の五十分の一以上の開口面積を有し、かつ、直接外気に接する場合においては、この限りでない。
	九　電源を必要とする排煙設備には、第一第二号の例により予備電源を設けること。
	十　排煙設備の電気配線は、第一第四号の例によること。
	十一　排煙設備に用いる電線には、第一第五号の例により防火措置を講ずること。
	十二　排煙設備は、前各号に定めるほか、火災時に生ずる煙を地下道内から地上に有効に排出することができるものとすること。
第３項	非常用の排水設備にあっては、次の各号に掲げる基準に適合するものとする。
	一　排水設備の下水管、下水溝、ためますその他汚水に接する部分は、耐水材料でかつ、不燃材料であるもので造ること。
	二　排水設備の下水管、下水溝等の末端は、公共下水道、都市下水路その他これらに類する施設に、排水上有効に連結すること。

	三　排水設備（排水ポンプを含む。以下同じ。）の処理能力は、当該排水設備に係る地下道及びこれに接する地下街の各構えの汚水排出量の合計（地下水の湧出又は地表水の浸出がある場合においては、これを含む。）の二倍の水量を排出し得るものとすること。
	四　電源を必要とする排水設備には、第一第二号の例により予備電源を設けること。
	五　排水設備の電気配線は、第一第四号の例によること。
	六　排水設備に用いる電線には、第一第五号の例により防火措置を講ずること。
	七　排水設備は、前各号に定めるほか、非常用の排水設備として有効な構造とすること。

出典：建築基準法法令集[3)]

2）東京都建築安全条例

東京都建築安全条例の第 3 章地下街等　第 1 節地下街　第 73 条の 2 用語の定義にて、**表 2.3.2-3**「東京都建築安全条例」に示すように、地下街を定義している。但し、同条例の解説には、次の説明があり、一部の規定に於いては建築基準法より厳しい、東京都独自の定義を附加していることが分かる。

「本章は、建築基準法施行令第 128 条の 3 第 6 項に基づき、同条第 1 項から第 5 項と異なる定めをすると共に、建築基準法第 40 条（地方公共団体の条例による制限の附加）に基づく独自の定めをしており、また、用語の定義にあたっては、地下街中央連絡協議会による定義や消防法第 8 条の 2 における定義等を参考にしている。」

また、第四節に於いて、駐車場についても規定している。

表 2.3.2-3　東京都安全条例

東京都建築安全条例（平成 8 年 7 月 1 日施行平成 12 年一部改正版）より抜粋； 第三章　地下街等　第一節　地下街
（用語の定義） 第七十三条の二　この章において次の各号に掲げる用語の定義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。
一　地下街　地下工作物内に設けられた、一般公共の歩行の用に供する道（以下「地下道」という。）及び当該地下道に面し、これと機能上一体となつた店舗、事務所、倉庫その他これらに類する施設（移動可能なもの、仮設的なもの及び地下工作物の管理運営の用に供するものを除く。次号及び第七十三条の十九において「地下道に面し、これと機能上一体となった店舗等の施設」という。）からなる地下施設をいう。
二　地下の構え　地下道に面し、これと機能上一体となった店舗等の施設で、一の用途又は使用上不可分の関係にある二以上の用途に供する一の区画をいう。
（地下街に設けてはならない施設） 第七十三条の三　次に掲げる施設は、地下街に設けてはならない。
一　住宅、共同住宅、寄宿舎、ホテル、旅館又は下宿その他これらに類する居住又は宿泊の用に供するもの

二　学校、病院又は診療所（患者の収容施設のないものを除く。）その他これらに類するもの
三　工場又は作業場（店舗に附属する軽微なものを除く。）
四　劇場、映画館、演芸場、観覧場、公会堂又は集会場
五　令第百十六条第一項の表に掲げる火薬類又はその他の危険物（同表最下欄に掲げる数量の十分の一以下のもの及び建築設備用のものを除く。）の貯蔵場又は処理場
（地下の構えと地下道との関係） 第七十三条の四　地下の構えは、令第百二十八条の三第一項第一号、第三号、第五号及び第六号の規定に該当するほか、次の各号に該当する地下道に二メートル以上接しなければならない。ただし、公衆便所、公衆電話所その他これらに類するものにあっては、その接する長さを二メートル未満とすることができる。
一　幅員が、地下の構え又は地下道に通ずる建築物の地下の部分（以下「地下の構え等」という。）に両側で接することになるものにあつては六メートル以上、その他のものにあつては五メートル以上であること。
二　天井までの高さが三メートル以上で、かつ、天井から下方に突出した垂れ壁及び道路工作物その他これに類するものの突出部分の下端までの高さが二・五メートル以上であること。
三　段がないこと及び勾配が二十分の一以下であること。
四　各部分から地上の道路、公園、広場その他これらに類するもの（以下「地上の道路等」という。）に避難上有効に通ずる直通階段（これに代わる傾斜路を含む。）の一に至るまでの歩行距離が、三十メートル以下であること。
（地下道の直通階段） 第七十三条の五　前条第四号の直通階段は、次の各号に定めるところによらなければならない。
一　幅（近接して設ける二以上のもので、それぞれの幅が一・五メートル以上あるものにあっては、それらの幅の合計）は、当該地下道の幅員以上とすること。
二　けあげの寸法は十八センチメートル以下とし、踏面の寸法は二十六センチメートル以上とすること。
三　傾斜路は、十分の一以下の勾配とし、かつ、表面を粗面とすること又は滑りにくい材料で仕上げること。
四　地下三層以下の層にある地下道に通ずるものについては、特別避難階段とすること。
（地下の構えの防火区画） 第七十三条の六　地下の構えは、令第百二十八条の三第二項、第三項及び第五項の規定に適合する区画を行わなければならない。
（地下の構えの各部分から地下道等までの歩行距離） 第七十三条の七　地下の構えの各部分から地下道への出入口に至る歩行距離は、三十メートル以下としなければならない。ただし、当該地下の構えに地上の道路等に避難上有効に通ずる専用の直通階段（これに代わる傾斜路を含む。以下「専用直通階段」という。）が設けられており、地下の構えの各部分から専用直通階段又は地下道への

出入口に至る歩行距離が三十メートル以下である場合は、この限りでない。 2　倉庫その他これに類する用途に供する地下の構え(居室の部分を除く。)について、前項の規定を適用する場合には、同項中「三十メートル以下」とあるのは、「五十メートル以下」とする。
(専用直通階段) 第七十三条の八　前条第一項ただし書の専用直通階段は、次の各号に定めるところによらなければならない。
一　幅は、一・五メートル以上とすること。ただし、地下の構えの床面積の合計が三百平方メートル以下の場合は、一・二メートル以上とすることができる。
二　けあげの寸法は十八センチメートル以下とし、踏面の寸法は二十六センチメートル以上とすること。
三　傾斜路は、十分の一以下の勾配とし、かつ、表面を粗面とすること又は滑りにくい材料で仕上げること。
(地下街と他の地下工作物等との区画) 第七十三条の九　地下街は、他の地下工作物及び建築物の地下の部分と、耐火構造の床若しくは壁又は令第百十二条第十四項第二号に定める特定防火設備で区画しなければならない。
(店舗に接する地下道及び出入口階段ホール) 第七十三条の十　地下街において、店舗の用途に供する地下の構え(その床面積のすべての合計が千平方メートル以下のものを除く。)に接する地下道は、その各部分から地上部分が見通せる構造の天井の開口部、出入口その他これらに類するものにより、地上に開放するものでなければならない。ただし、次の各号に該当する地下道の出入口の階段ホール(以下「出入口階段ホール」という。)を設ける場合は、この限りでない。
一　地下道の末端に設けてあること。
二　長さ四十メートルを超える地下道においては、その各部分からの歩行距離二十メートル以内に設けてあること。
三　地上の道路等の直接面する出入口を有し、かつ、地下道からこれに通ずる直通階段を設けてあること。
四　前号の直通階段の幅(同一の出入口階段ホールに設ける二以上のもので、それぞれの幅が二・五メートル以上のものにあっては、それらの幅の合計)が、当該地下道の幅員以上であること。
五　第三号の出入口の幅(出入口が二以上ある場合は、それぞれの出入口の幅の合計)が、当該地下道の幅員以上であること。
六　建築物内又は建築物に接して設ける場合は、当該建築物の他の部分又は当該接する建築物と耐火構造の床若しくは壁又は令第百十二条第十四項第二号に定める特定防火設備で区画されていること。
2　二以上の層の各地下道に通ずる出入口階段ホールで、火災が発生した場合に、令第百十二条第十四項第二号に定める特定防火設備の閉鎖により地下の各層専用の避

難経路(耐火構造の床若しくは壁又は同号に定める特定防火設備で他の部分と区画されているものに限る。)を形成することができる構造となつているものの直通階段については、第七十三条の五第四号及び第七十三条の六(令第百二十八条の三第五項に係る部分に限る。)の規定は、適用しない。
(地下道の直通階段に接する出入口の禁止) 第七十三条の十一　地下の構えは、地下道の直通階段の部分(踊場を含む。)又は直通階段(出入口階段ホール内及び第七十三条の十七の階段ホール内の直通階段を除く。)の下端から三メートル以内の部分に出入口を設けてはならない。ただし、公衆便所、公衆電話所その他これらに類するものにあっては、この限りでない。
第二節　地下街に設ける建築設備
(機械換気設備) 第七十三条の十二　地下街には、次の各号に掲げる床面積(地下の構えの床面積及び地下道の面積のすべての合計。次条において同じ。)の区分に応じ、当該各号に定める機械換気設備(予備電源を有するものに限る。)を設けなければならない。
一　床面積が千平方メートルを超える場合　換気上有効な給気機及び排気機を有する機械換気設備(次号及び次条において「第一種換気設備」という。)
二　床面積が千平方メートル以下の場合　第一種換気設備又は換気上有効な給気機及び排気口を有する機械換気設備
2　前項の機械換気設備は、各地下の構え内の居室の部分及び地下道に均等の効果を及ぼすものでなければならない。
(換気量) 第七十三条の十三　前条の機械換気設備は、床面積一平方メートルごとに毎時三十立方メートル以上の新鮮な外気を供給する能力を有するものでなければならない。
2　前項の換気量と同量の換気能力を有する空気調和設備を使用する場合にあつては、同項の規定にかかわらず、新鮮な外気の供給量を毎時十立方メートル以上とすることができる。
3　第一種換気設備を設けるときは、常に給気量は、排気量以上としなければならない。
4　各地下の構えには、給気口又は排気口を設けなければならない。
(専用の排気設備) 第七十三条の十四　地下街に設ける調理室及び地下街に附属して設ける蓄電池室(密閉型蓄電池を使用するものを除く。)には、専用の排気設備を設けなければならない。
第三節　地下道に通ずる建築物の地下の部分
(建築物の地下の部分と地下道との関係) 第七十三条の十五　建築物の地下の部分が地下道に通ずる場合は、当該地下道は、当該建築物の地下の部分に通ずる部分から三十メートル以内の部分において、令第百二十八条の三第一項第一号、第三号及び第六号の規定に該当するほか、第七十三条の四各号に該当するものでなければならない。
(建築物の地下の部分と地下道等との区画)

第七十三条の十六　建築物の地下の部分は、当該建築物の地下の部分が接する地下道及び他の建築物の地下の部分と、耐火構造の床若しくは壁又は令第百十二条第十四項第二号に定める特定防火設備で区画しなければならない。 (階段ホールの設置) 第七十三条の十七　地下道に通ずる建築物の地下の部分(床面積の合計が五百平方メートルを超えるものに限る。)は、次の各号に該当する階段ホール(以下「階段ホール」という。)により、地下道に通ずるものでなければならない。ただし、地下道に通ずる部分に近接して階段ホールを設ける場合は、この限りでない。
一　階段ホールとこれに接する建築物の他の部分とは、耐火構造の床若しくは壁又は令第百十二条第十四項第二号に定める特定防火設備で区画されていること。
二　地上の道路等に直接通ずる直通階段を設けてあること。
三　前号の直通階段の幅は、当該建築物が地下道に通ずる部分の出入口の幅(その幅が六メートル以上の場合は、六メートル)以上であること。
四　第二号の直通階段のけあげの寸法は十八センチメートル以下であり、踏面の寸法は二十六センチメートル以上であること。
2　階段ホールが地下道に接する部分については、第七十三条の九及び前条の規定は、適用しない。
(建築物の地下の部分における地下街の規定の準用) 第七十三条の十八　階段ホールによらずに地下道に通ずる建築物の地下の部分については、第七十三条の六(令第百二十八条の三第五項の規定に係る部分に限る。)、第七十三条の十及び第七十三条の十一の規定を準用する。この場合において、「地下の構え」とあるのは「地下の構え等」と読み替えるものとする。
第四節　地下工作物内に設ける自動車車庫等の施設
(専用直通階段の設置) 第七十三条の十九　地下工作物内に設ける自動車車庫、自動車駐車場、倉庫その他これらに類する施設(地下道に面し、これと機能上一体となつた店舗等の施設並びに移動可能なもの、仮設的なもの及び地下工作物の管理運営の用に供するものを除く。以下本条において「地下工作物内に設ける自動車車庫等の施設」という。)は、二以上の専用直通階段を設けなければならない。
2　地下工作物内に設ける自動車車庫等の施設の各部分から専用直通階段の一に至る歩行距離は、三十メートル以下としなければならない。ただし、居室以外の各部分からの歩行距離については、五十メートル以下とすることができる。
3　第一項の専用直通階段については、第七十三条の八の規定を準用する。この場合において、「地下の構え」とあるのは「地下工作物内に設ける自動車車庫等の施設」と読み替えるものとする。
第五節　制限の緩和
(制限の緩和) 第七十三条の二十　この章の規定は、知事が安全上、防火上及び衛生上支障がないと認める場合には、適用しないことができる。

出典：東京都例規集データベース[4)]

3) 消防法・消防法施行令

消防法については、下表に示すように、一般の建築物と同様に、面積に応じて必要な消防設備を備えることを規定している。概要は、下表の通り。

表2.3.2-4消防法・消防法施行令

法＝消防法 令＝消防法施行令 項 目		内 容
防火管理	防火管理 （防火管理者の設定等） 共同防火管理	収容人員が30人以上（法８条、令１条３項） 消防庁又は消防署長が指定するものは必要 （法８条の２）
防炎規制		対 象
消防用設備等の設置	違反設置義務	対 象
	消火器具 屋内消火栓設備 スプリンクラー設備 自動火災報知設備 非常放送設備等 避難器具 誘導灯 排煙設備 連結散水設備 連結送水管 非常コンセント設備 無線通信補助設備	全て必要 （令10条） 延べ面積が 150㎡以上 （令11条） 〃 1,000㎡以上 （令12条） 〃 300㎡以上 （令21条） 全て必要 （令24条） 不要 （令25条） 必要 （令26条） 延べ面積が1,000㎡以上（令28条） 〃 700㎡以上 （令28条の２） 〃 1,000㎡以上 （令29条） 〃 1,000㎡以上（令29条の２） 〃 1,000㎡以上 （令29条の３）

出典：川崎市条例[5)]

4) 道路占有許可基準

道路法第 32 条第 1 項第 5 号に掲げる施設として、「地下街、地下室、通路」を規定している。

表 2.3.2-5 道路占有許可基準

法第３ ２ 条第１ 項第５ 号に掲げる施設
種 別 許 可 基 準 **地下街**、地下室、通路
ア 地上交通の緩和に資するための施設であること。
イ 既存の諸施設又は計画中の公共施設の施行に支障を及ぼさないこと。 ウ 地下道、地下室等の出入口は、原則として道路敷内に設けないこと。やむを得ず道路敷内に設ける場合には、歩車道のある歩道上に限るものとし、歩道の有効幅員3.7m以上を

保持すること。
エ 地下街の設置は、車道下を避けること。
オ 危険物の地下層（ ガソリンタンク等） の設置してある場所から水平距離にして20m以上離れていること。
カ 構造は、鉄筋コンクリート又は鉄骨コンクリート造りとし、道路運送車両法等の規定による荷重に耐えられるものであること。

出典：越前市役所法規データベース[6)]

2.3.3 その他のガイドラインなど

1) 東京都地下空間浸水対策ガイドライン

東京都は、平成 19 年 8 月に「東京都豪雨対策基本方針」を定め、それに基づいて、「平成 20 年 9 月に「東京都地下空間浸水対策ガイドライン－地下空間を水害から守るために」を発行した。

2) 八重洲地下街等浸水対策計画

上記の東京都のガイドラインを受けて、平成 21 年 12 月に八重洲地下街等浸水対策計画が策定され、運営側からの防災計画が実行に移されている。また、これらは、「10 年後の東京」へのアクションプランの一環でもあり、2012 年、東京都知事が替わったことによって、2013 年早々に新しいアクションプランが示されて、さらに積極的な防災計画が推し進められることとなった。

3) 首都直下地震帰宅困難者等対策協議会による帰宅困難者対策ガイドライン

東京都や横浜市などが、ガイドラインに従って、地下街への浸水対策などの対策を示している。今後、地下街からの避難と、帰宅困難者の受入という、相反する課題に対する法的な整備が必要となっている。

参考文献）

1) 地震災害予測研究会・研究報告東京大学菅原進一著
http://www.hiroi.iii.u-tokyo.ac.jp/index-genzai_no_sigoto-toshi_suigai-higai-chikagai.htm

2) 建築プレミアム　建築基準法施行令
http://best.life.coocan.jp/k-rei/rei05/06/rei_12803.html

3) 建築基準法法令集　建設省告示
http://law.nijio.net/kokuji/S44-1730.html

4) 東京都例規集データベース　東京都安全条例
http://www.reiki.metro.tokyo.jp/reiki_honbun/g1011306001.html

5) 川崎市防災計画
http://www.city.kawasaki.jp/160/cmsfiles/contents/0000018/18111/5-1(21).pdf

6) 道路占有許可基準
http://www.city.echizen.lg.jp/office/070/060/dourosennyou_d/fil/sennyoukijyun.pdf

2.4　東日本大震災を踏まえた都市防災の取り組み
～都市再生安全確保計画制度～

以下は、東日本大震災で都市機能が大幅に低下した経験を踏まえ、内閣府都市再生本部が主導し、発災時でも強靭な都市防災システムが機能できるよう、その在り方について、有識者による提言を纏め、「都市再生安全確保計画制度」として、具体的な法制化を図った。本制度での「都市再生緊急整備地域」は、我々が取り組む、「交通結節点を含む都市内地下空間」を包含しており、防災の取り組みは、ほぼ同一の方向性である。内閣府、強いてはそれに取り組む有識者の考えを今後の取り組みに大いに参考にすべきである。

ここでは、主に内閣府都市再生本部のＨＰで公開されている資料を参考に「都市再生安全確保計画制度」の要点をまとめた。さらに、日本経済の中心地である「大手町・丸の内・有楽町地区まちづくり懇談会」の防災に関する取り組みについても紹介する。

2.4.1　都市再生安全確保計画制度 [3)、4)、5)]

1)　都市再生安全確保計画制度とは

都市再生安全確保計画制度（以下、「本制度」）は、都市再生措置法（平成 14 年法律第 22 号。以下「法」と言う。）の平成 24 年度改正により創設された制度であり、「法」第 19 条の 13 に基づき、都市再生緊急整備地域（大都市のターミナル駅周辺を中心に指定）について、大規模な地震が発生した場合における滞在者の安全確保を図るために、必要な計画を立案し、実施することを目指している。

図 2.4.1-1　都市安全確保計画制度の概要 [3)]

出典：都市再生安全確保計画制度概要（内閣府都市再生本部）

都市再生本部では、「本制度」の目的を以下のように示している。

「本制度」は都市再生緊急整備地域を対象に、官民が協働して都市再生安全確保計画を作成し、災害時のパニックの発生等による人的被害等の抑制を図るとともに、迅速かつ円滑な応急対策活動を実施し企業の事業継続を容易にする環境を整えることにより、従業者を含む滞在者等の安全性の向上及び立地企業の事業継続性を向上するとともに、地域全体のブランド力及び価値の向上を通じて、都市の国際競争力の強化を図るものである。

2) **取り組みの背景・問題意識**

都市再生本部では、東日本大震災で得られた経験から、人口・機能が集積したターミナル駅周辺等のエリアに係る防災対策のあり方について、以下のような問題意識を持ち、専門とする防災ＷＧの設置に至ったと説明している。

[東日本大震災による経験]

・東日本大震災は我が国の経済の牽引役となる首都圏の都市機能にも大きな影響を与え、例えば、新宿駅周辺は、超高層ビルからの避難者と交通結節点に向かう帰宅困難者等により、人があふれ、大きな混乱を引き起こした。

・一方で、一体的に防災対策が講じられている六本木ヒルズのエリアでは、帰宅困難者の対応も含め、混乱なく災害への対応が行われたほか、自立型のエネルギー源が確保されていたため、都市機能の低下も防がれた。

[都市機能の喪失]

今後、首都直下地震等が発生した場合、新宿駅周辺のような交通結節点周辺の高層ビル、地下街等が集積するエリアにおいては、避難者の集中等による大混乱により、甚大な人的被害が発生するとともに、大都市の都市機能が大きく損なわれる恐れがある。

[エリア防災の必要性]

こうしたエリアにおける被害を防ぐためには、エリア全体の防災対策の検討が必要であるが、現行の防災対策に係る計画体系に加えて、エリア全体での防災対策の強化に資する新たな枠組みが必要ではないか、これが取り組みの出発点である。

[防災ＷＧの設置]

これら状況を踏まえ、都市再生本部に「都市再生の推進に係る有識者ボード、防災まちづくりの専門家による防災ＷＧ」（以下、防災ＷＧ）を設置し、人口・機能が集積したターミナル駅周辺等のエリアに係る防災対策の充実のあり方について、下記の検討事項に関する専門的な調査・検討を行った

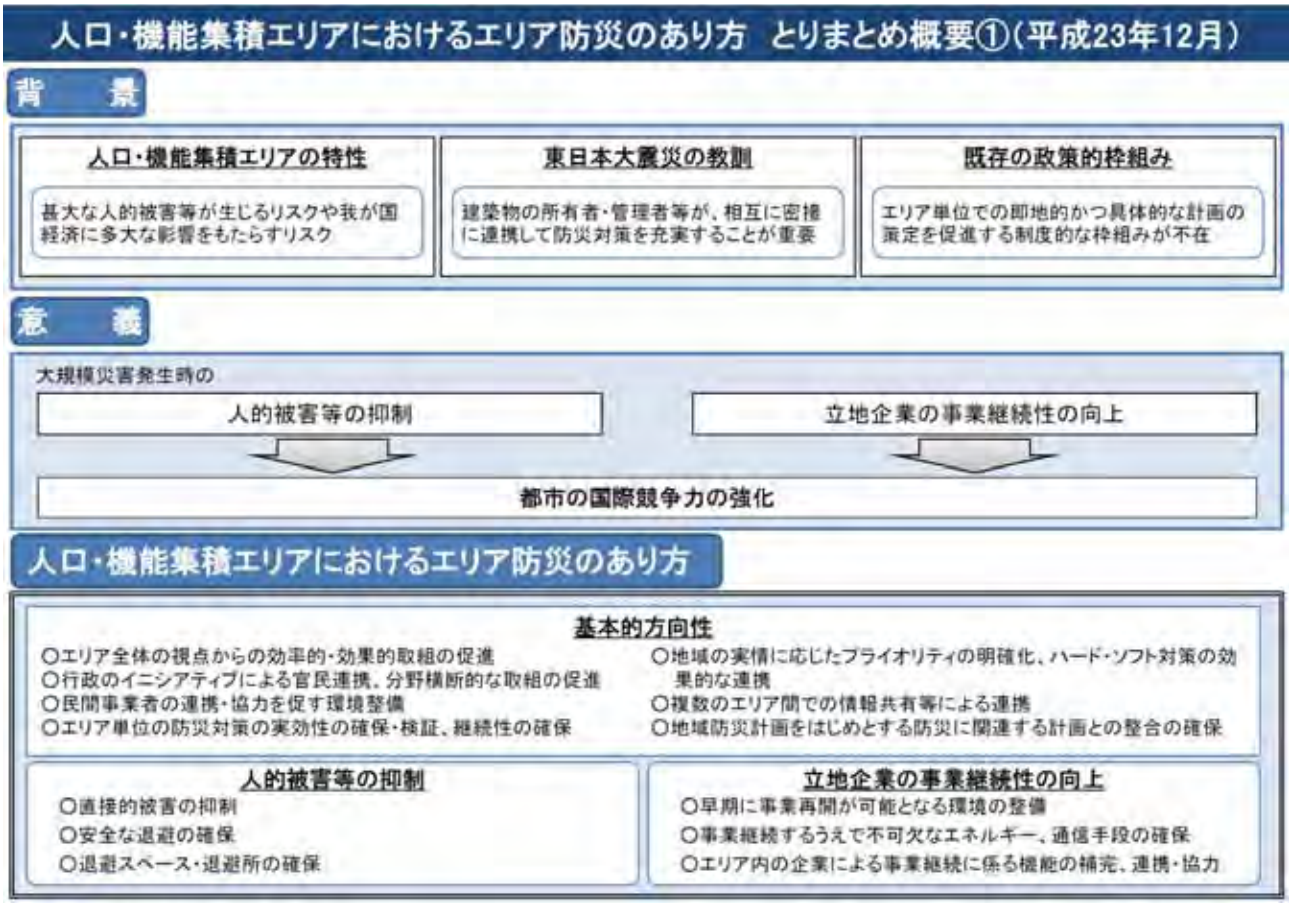
2.4.2　人口・機能集積エリアにおけるエリア防災[1),2)]

防災ＷＧでは、「人口・機能集積エリアにおけるエリア防災」のコンセプトを以下のように示している。

> 我が国の経済活動等の中心である大都市等の人口・機能が高度に集積したエリア（以下「人口・機能集積エリア」という。）においては、ハード・ソフト両面からの防災対策の強化を行うことの必要性が指摘され、これを踏まえ、H23 年 10 月 7 日に都市再生特別措置法に基づく都市再生基本方針の見直し（閣議決定）が行われ、本方針に「高層建築物、地下施設、交通関連施設等が集中する街区において、建築物等の単体の防災対策にとどまらず、街区全体を見据えた災害時の対応に関するハード・ソフト両面からの官民連携による総合的な計画の策定と当該計画に基づく取組を強化する必要がある。」との記述が盛り込まれた。そのコンセプトを表 2.4.2-1（人口機能集積エリアにおけるエリア防災のあり方）に示す。

※都市再生安全確保計画制度における都市再生緊急整備地域（大都市のターミナル駅周辺を中心に指定）は、ここでの「人口・機能集積エリア」を指す。

表 2.4.2-1　人口機能集積エリアにおけるエリア防災のあり方



出典：人口・機能集積エリアにおける防災のあり方とりまとめ概要（内閣府都市再生本部）

さらに、防災ＷＧでは、表中の「エリア防災のあり方」における各事項について、以下

のように概説している。

[背景]

1）人口集積エリアの特性

大都市のターミナル駅周辺をはじめとする「人口・機能集積エリア」は、高層建築物、鉄道施設、地下街等が水平的かつ垂直的に複雑に連結・近接する空間に、当該エリアに居住地や就業地を持たない多数の来街者も含め、多くの人口が集中するとともに、業務機能、商業機能等が集積し、我が国経済を牽引する都市の国際競争拠点となっている。

こうしたエリアは、地震等の大規模災害が発生した場合、

- 多数の死傷者の発生
- 特定の場所への退避者の集中による将棋倒し等のパニックの発生
- 大量の滞留者・帰宅困難者の発生

等の甚大な人的被害等が生じるリスクを抱えている。

さらに、こうした人的被害等に加えて、建築物や各種施設等（以下「建築物等」という。）の損壊、ライフライン関連施設の破損等の物的被害が発生することに伴い、立地企業等の事業の継続が困難となることを通じて、都市の国際競争拠点としての機能が大きく損なわれ、我が国経済に多大な影響をもたらすリスクを抱えている。

2）東日本大震災の教訓

先の東日本大震災においては、管理者の異なる様々な建築物等が集積する新宿駅周辺等のエリアにおいて、様々な混乱が発生したのに対して、ターミナル駅が近傍にない等エリアの条件は異なるが、単一の事業者が広域的なエリアを総合的に管理する六本木ヒルズでは、大きな混乱が見られなかったことが報告されている。

・この状況の違いの一因は、単一の建築物の単位を超えた、より広域的なエリアの視点で、総合的に防災対策が検討・実施されていたか否かということによるものと考えられる。

・この結果、六本木ヒルズは、都市の災害リスクに対する民間企業の意識が高まる中、災害リスクに対し高い対応力を有するエリアとの評価を受け、海外企業も含め、震災後、テナントからの引き合いが増加したことが報告されている。

・こうした東日本大震災の教訓を踏まえれば、管理者の異なる様々な建築物等が集積する人口・機能集積エリアにおいても、当該エリア内の建築物等の管理者・所有者が、単一の主体により総合的に管理されているのと同様に、相互に密接に連携して防災対策を充実させることにより、前述のリスクをできる限り抑制することが極めて重要である。

3）既存の政策的枠組み

・我が国の防災対策の枠組みにおいては、災害対策基本法に定められた防災基本計画に基づき、都道府県・市町村の行政区域ごとに地域防災計画が策定されているが、特定のエリアに関する即地的かつ具体的な防災対策については、基本的に記述されていない。

・一方、消防法に基づく消防計画においては、即地的かつ具体的な避難計画等が詳細に記述されているが、建築物単位で策定することが原則となっている。
・エリア単位での防災対策に係る連携を促すためには、これらの中間に位置する、エリア単位での即地的かつ具体的な防災に関する計画を策定する枠組みが必要となるが、現在こうした計画づくりを進める制度的な枠組みは存在していない。
・こうした状況の中で、一部のエリアにおいては、任意に関係事業者等が連携し、エリア単位での防災対策の計画づくりを進めている例もあるが、計画づくりを進める枠組みがないこと等を背景として、エリア単位での連携のポテンシャルが十分に発現されている状況ではないと考えられる。

［意義］

4）エリア防災の必要性

・こうした状況を踏まえると、大都市のターミナル駅周辺をはじめとする人口・機能集積エリアにおいて、エリア内の関係者が密接に連携してエリアとしての防災機能の強化を促進することが重要である。
・このため、人口・機能集積エリアにおいて、大規模災害発生後の無用なパニックを抑制し、迅速・円滑な応急活動を行うためにも、倒壊・火災等の直接的被害が発生していない建築物等の内部に就業者等を一定期間留め、退避者の発生を抑制することをエリア全体の基本的な考え方とすることが重要である。これにより、エリア内だけでなく、エリア外も含めた都市全体の混乱の抑制につながり、都市全体としてのメリットもある。
・この際、主要な建築物等の所有者等が連携・協力して、ハード・ソフト両面からのエリア単位での防災対策の充実に関する計画（以下「エリア防災計画」という。）を策定し、計画に基づく対策の推進や効果的な運用等を促す新たな制度的枠組みを整備することにより、大規模災害発生時における人的被害等の抑制や立地企業の事業継続性の向上を通じ、我が国経済を牽引する都市の国際競争力の強化を図ることが必要である。

［エリア防災のあり方］

5）エリア防災の基本的方向性

(1)エリア全体の視点からの効率的・効果的取組

人口・機能集積エリアにおいて大規模災害に対処するためには、個々の建築物の管理者・所有者単位での防災対策、各企業単位での事業継続に係る対策等の着実な推進に加えて、エリア内の関係者の連携・協力により、エリア全体の視点から、地域資源等の有効活用等により、防災安全性、事業継続性等の向上をできる限り効率的かつ効果的に進めることが重要である。

(2)官民連携及び行政のイニシアティブ

行政関係機関等と地域の民間事業者等との間の官民連携を積極的に進めるとともに、エリアの防災性等の確保が、関連する幅広い分野にまたがるものであること

を踏まえ、官民双方の様々な分野の関係者が、分野横断的に連携・協力して取り組むことが重要である。

また、こうしたエリア単位での連携・協力の構築には、関係者の問題意識等の共有を進め、利害関係が相反することもある民間事業者等の間の調整を円滑に進めることが重要であることから、行政関係者が一定のイニシアティブをとって取り組むことが重要である。

(3)民間事業者等の連携・協力を促す環境整備

エリア防災の充実にあたっては、当該エリアで活動する民間事業者等による連携・協力が不可欠であるが、防災面での連携・協力は、必ずしも収益に直結しないケースが多い中で、一定のコスト負担が必要となる面もあるため、民間事業者等の積極的な連携・協力を得るのは容易ではないケースも想定される。

一方で、ターミナル駅の周辺で民間事業者等を中心とした任意の協議会が、それぞれ防災対策に取り組む事例も見受けられる。

こうした実態を踏まえると、規制手法ではなく、エリア防災への協力に対するインセンティブを付与することで民間事業者等の取組や民間資金が円滑に供給される 環境の整備を促進するとともに、民間事業者等の意向を十分に勘案することなくエリアの課題の全てを拙速に解決しようとするのではなく、地域における合意形成の実態を踏まえて、必要に応じて、段階的かつ自律的に対策の充実を図る等の配慮が必要と考えられる。

(4)実効性確保のための事前の取組

エリア単位での防災対策の推進には、多数の関係者の関与が必要となることを踏まえれば、実際に大規模災害が発生した場合に、あらかじめ計画された関係者の連携・協力が混乱なく円滑に進められることを確保するため、行政関係機関も含め、各関係者の役割・費用分担及び運用系統を明確化するとともに、被災状況等に応じた的確な指揮等を可能にするためのエリア内での被災状況等の情報の集約・共有等の枠組みを整備することの重要性に特に配慮する必要がある。

また、大規模災害発生時に、前述の役割分担等のもと、必要となる対応が円滑に行われるよう、日頃より、エリア内で関係者間のコミュニケーションをとるように努めるほか、防災対策に携わる人材の育成、大規模災害を想定した訓練の実施、防災に関する意識の啓発等を積極的に進め、エリア単位の連携・協力の取組が一時的なものとならぬよう、継続的に取り組むことが重要である。

(5)実効性等の検証等の枠組み

各エリアにおける防災対策については、対策による効率性の向上や効果の確認につなげるため、訓練等を通じて、対策コストとその効果を検証することが重要である。

(6)地域の実情に応じた対応

各エリアで必要となる防災対策は、エリアの状況に応じて様々であると考えられることから、状況に応じた対策のプライオリティ（以下「優先順位」という）を明確化して取り組むことが重要である。

さらに、地域の防災安全性等を向上するためには、施設整備等のハード対策から退避等のルールづくり等のソフト対策まで、様々な手法があり、これらが相互に関連していることを踏まえ、地域の実情に応じて、ハード対策とソフト対策との効果的な連携を進めることが重要である。

(7)エリア間の連携

エリア単位の防災対策を推進するうえで、複数のエリア間で連携するとともに、エリア周辺やエリア外も含めた広域的な被害状況、交通機関の運行状況等の情報を把握・共有することが重要である。

エリア内での立地企業の事業継続性を向上するにあたり、就業者の通勤や物流等については広域的な影響を大きく受けることから、広域的な防災対策を勘案したうえで、エリア内で防災対策を講じることが重要である。

(8)他の計画との整合の確保

こうしたエリア単位の防災対策は、よりマクロ的・ミクロ的な防災対策の内容、あるいは、都市整備、交通、警備、医療等関連する行政分野における取組等との連携が不可欠であることを十分に踏まえ、地域防災計画をはじめ、消防計画その他の防災に関連する計画、都市計画等関連する行政分野に係る計画との整合に十分に配慮することが必要である。

6) エリア防災促進に対する措置

エリア防災計画の策定及び計画に基づくエリアの防災性能の向上については、計画策定等のプロセスにおいて民間事業者等が参画することが鍵を握ることとなる。

民間事業者の参画を促進するとともに、エリア防災計画に位置づけられた具体の取組を促進する観点から、国により、例えば以下のような支援措置を新たに講じることが必要であると考えられる。図 2.4.2-1 に概要を示す。

- 協議会によるエリア防災計画の作成に対する支援（助成、国の参画等）
- エリア防災計画に基づき実施される退避施設、備蓄倉庫、非常用発電施設、情報通信・提供施設、退避ルート、医療救護施設等の整備に対する支援
- エリア防災計画に基づき実施される人材育成、防災教育、退避訓練等に対する支援
- エリア防災計画に基づき整備される施設等に関する容積率の特例
- エリア防災計画に基づき防災広場等の整備を促進するための手続きの簡素化等
- エリア防災計画に基づく既存不適格の建築物の段階的改修等の実施を可能にするための手続きの簡素化等
- エリア防災計画の策定と併せて、計画の土地・建築物等の所有者が変わった場合においても退避ルート、退避スペース、備蓄等の整備・管理に関するルールが承継される仕組み（例：協定制度）等

図 2.4.2-1　都市安全確保促進事業（エリア防災促進事業）の創設 [3)]

出典：都市再生安全確保計画制度概要（内閣府都市再生本部）

2.4.3 都市再生安全確保計画 [3)、4)、5)、6)]

平成 23 年 12 月に防災ＷＧにより「人口・機能集積エリアにおけるエリア防災のあり方とりまとめ」がまとめられた。内閣府都市再生本部では、これを受け、大都市のターミナル駅周辺をはじめとする人口・機能集積エリアの多くが、「都市再生緊急整備地域」に指定されていることに着目し、「都市再生安全確保計画制度」を創設し、さらに「都市再生安全確保計画作成の手引き」（以下、「手引き」）を作成し、制度の浸透、推進を目指している。

1) 都市再生安全確保計画の立案・実施の効果

都市再生本部では、「都市再生安全確保計画」を作成し、その実現を目指して事業等に取り組むことは、地域に様々な効果をもたらすとしている。表 2.4.3-1 に効果の概要を示す。

表 2.4.3-1　都市再生安全確保計画による効果

都市再生安全確保計画の効果

地域の防災性能の向上

○地域の実状・特性に応じた取組、着手可能なエリア・対策からの取組は、地域の防災性能の着実な向上に寄与
○ハード・ソフト両面からの事業等による取組は、人的被害、地域の混乱等の抑制に寄与
○大規模災害時に地域が混乱なく対応するための事前の備えは、地域の円滑な応急対応の実現に寄与
○大規模災害時に非常に重要な役割を果たす「共助」の体制の構築が進み、防災に関する地域コミュニティの醸成に寄与

地域のブランド力・価値の向上と都市の国際競争力の強化

○従業員を含む滞在者等の安全性が向上し、立地企業の事業継続性向上に寄与
○地域の防災性能の高さは、地域のブランド力・価値の向上に資するものであり、都市の国際競争力の強化に寄与

出典：都市再生安全確保計画作成の手引き概要（内閣府都市再生本部）

2) 都市再生緊急整備地域の指定

都市再生本部では、エリア防災のターゲットを全国の主要都市から選定し、「都市再生緊急整備地域」「特定都市再生緊急整備地域」とした。以下のその指定基準、進め方、具体的な指定箇所について示す。

(1) 「都市再生緊急整備地域」の指定基準

都市再生特別措置法第２条第３項に基づき、都市計画・金融等の諸施策の集中的な実施が想定され、市街地の整備を緊急かつ重点的に推進する必要があると判断した地域であって、以下の具体的な指定基準に該当し、本方針第一及び第二の内容に沿った都市再生の推進が見込まれるものを「都市再生緊急整備地域」として指定する。

(2)「特定都市再生緊急整備地域」の指定基準

都市再生特別措置法第２条第５項に基づき、都市再生緊急整備地域のうち、当該都市の国際競争力強化につながる都市開発事業等の実施が見込まれ、かつ、地域の 16 地方公共団体の関与のもと国際競争力強化の拠点とする上で実現性、具体性等の点で十分な地域の国際競争力強化に向けた都市構想・戦略が、策定・公表されており、地方公共団体による当該地域における都市再生に関連する制度の適切な運用等国際競争の強化に向けた取組が的確に行われていると認められるもののうち、以下の具体的な指定基準に該当し、本方針第一及び第二の内容に沿った都市の国際競争力の強化に向けた都市再生が見込まれるものを「特定都市再生緊急整備地域」として指定する。

(3)都市再生緊急整備地域及び特定都市再生緊急整備地域の指定の進め方

都市再生緊急整備地域は、全国における都市再生の動きに対応しつつ、都市開発事業や同事業とともに推進される都市機能の高度化等のための取組等の熟度などに応じて、早期の効果発現が見込まれる地域について、当該都市開発事業と一体的に実施される産業機能の高度化等を通じ、都市全体への波及効果を有すると認められるものも含め、指定を行う。また、都市再生と併せて滞在者等の安全を確保するための対策を講じる必要性が高い地域について、必要に応じて、都市再生緊急整備地域の指定を行う。

特定都市再生緊急整備地域は、地域の国際競争力強化に向けた都市構想・戦略を踏まえた都市開発事業等の促進を図る地域であることを踏まえ、地域の指定や地域整備方針の内容と当該都市戦略・構想の内容との整合に配慮して指定を行う。その際、地域整備方針の内容には、都市の国際競争力の強化に向けた都市再生の方向性ができる限り具体的に示されることが重要である。

内閣府都市再生本部（内閣官房地域活性化統合事務局）でアップされている「都市再生緊急整備地域」「特定都市再生緊急整備地域」の一覧を表 2.4.3-2 に示す。

表 2.4.3-2　都市再生緊急整備地域指定状況 [6)]

都市再生特別措置法の適用状況

都市再生緊急整備地域及び特定都市再生緊急整備地域を定める政令

都市再生緊急整備地域	63地域　約7,783ha（H24.1.25時点）
特定都市再生緊急整備地域	11地域　約3,396ha（H24.1.25時点）
都市再生特別地区の決定状況	58地区（H24.6.11時点）
民間都市再生事業計画の認定状況	52計画（H25.1.9時点）

特定都市再生緊急整備地域が含まれる地域は、地域名の欄に【特定地域】を記載しています。

都市名		地域名	面積 ※[ ]は特定地域	区域図	地域整備方針	地域のプロフィール	○ 都市再生特別地区 ● 民間都市再生事業計画
北海道	札幌市	【特定地域】 札幌駅・大通駅周辺地域 ※3	144ha 【110ha】	□	□	□	○北3西4地区 ○北2西4地区
		札幌北四条東六丁目周辺地域	19ha	□	□	□	
宮城県	仙台市	仙台駅西・一番町地域	79ha	□	□	□	○一番町三丁目南地区 ○中央一丁目広瀬通地区
		仙台長町駅東地域	46ha	□	□	□	
埼玉県	さいたま市	さいたま新都心駅周辺地域	47ha	□	□	□	
	川口市	川口駅周辺地域	86ha	□	□	□	●サッポロビール埼玉工場跡地(リボンシティ)開発事業
千葉県	千葉市	千葉蘇我臨海地域 ※2	116ha	□	□	□	
		千葉駅周辺地域	28ha	□	□	□	
		千葉みなと駅西地域	21ha	□	□	□	
	柏市	柏駅周辺地域	20ha	□	□	□	
東京都		【特定地域】 東京都心・臨海地域 ※2 ※1 ※8	1,991ha 【1,991ha】	□	□	□	●(仮称)東京駅八重洲口開発事業 ○丸の内1-1地区 ●(仮称)大手町地区第一次再開発事業 ○大手町地区 ○丸の内2-1地区 ●三菱商事ビル・古河ビル・丸ノ内八重洲ビル建替計画(丸の内2-1地区) ○大手町一丁目8地区 ○●日本橋室町東地区 ○銀座四丁目6地区 ○京橋二丁目16地区 ○丸の内二丁目7地区 ○京橋二丁目3地区 ○●銀座四丁目12地区((仮称)銀座四丁目12地区建設事業) ○●京橋三丁目1地区((仮称)京橋3－1プロジェクト) ○丸の内一丁目1-12地区 ●南青山一丁目団地建替プロジェクト ●(仮称)東京ミッドタウンプロジェクト ●(仮称)赤坂五丁目TBS開発計画 ●虎ノ門・六本木地区第一種市街地再開発事業 ●臨海副都心有明南LM2・3区開発事業 ●晴海二丁目地区都市再生事業 ●勝どき6丁目地区市街地再開発事業 ●(仮称)フジテレビ臨海副都心スタジオ計画 ●豊洲二丁目4-1街区・6街区商業施設施設事業 ●有明南プロジェクト ●(仮称)晴海二丁目第2-4街区計画 ●(仮称)丸の内1－4計画 ○銀座六丁目10地区 ○日本橋二丁目地区 ●環状第二号線新橋・虎ノ門地区第二種市街地再開発事業　日街区建築物等整備事業 ●(仮称)豊洲3-2街区ビル計画 ○大手町一丁目1地区 ●(仮称)21・25森ビル建替計画 ●赤坂一丁目地区第一種市街地再開発事業
		秋葉原・神田地域	157ha	□	□	□	●(仮称)UDXビル計画(秋葉原3-1街区) ○淡路町二丁目西部地区 ○神田駿河台三丁目9地区 ○●神田駿河台四丁目6地区((仮称)神田駿河台4－6計画)

東京都		【特定地域】 品川駅・田町駅周辺地域	184ha 【184ha】	□	□	□	
		【特定地域】 新宿駅周辺地域 ※6	220ha 【220ha】	□	□	□	○西新宿一丁目7地区 ●新宿イーストサイドスクエア計画
		環状四号線新宿富久沿道地域 ※2	8ha	□	□	□	
		大崎駅周辺地域	81ha	□	□	□	○●大崎駅西口E東地区（（仮称）大崎西口開発計画） ○大崎駅西口A地区 ○北品川五丁目第1地区 ●（仮称）東五反田地区（B地区）開発計画
		【特定地域】 渋谷駅周辺地域 ※6	139ha 【139ha】	□	□	□	○渋谷二丁目21地区
神奈川県	横浜市	横浜山内ふ頭地域	7ha	□	□	□	○山内ふ頭周辺地区
		【特定地域】 横浜都心・臨海地域 ※7 ※8	252ha 【223ha】	□	□	□	●みなとみらい60街区W地区開発プロジェクト ●（仮称）MM21-28街区開発計画
		戸塚駅周辺地域	20ha	□	□	□	
		横浜上大岡駅西地域	7ha	□	□	□	
	川崎市	【特定地域】 川崎殿町・大師河原地域 ※6 ※8	364ha 【43ha】	□	□	□	●川崎生命科学・環境研究センター整備事業
		浜川崎駅周辺地域	104ha	□	□	□	
		川崎駅周辺地域 ※4	86ha	□	□	□	●（仮称）川崎駅西口堀川町地区開発事業 ●（仮称）ラゾーナ川崎C地区開発計画
	藤沢市	辻堂駅周辺地域	30ha	□	□	□	●湘南辻堂A・I街区プロジェクト
	相模原市	相模原橋本駅周辺地域	98ha	□	□	□	●日本金属工業相模原事業所跡地開発事業
	厚木市	本厚木駅周辺地域	20ha	□	□	□	
岐阜県	岐阜市	岐阜駅北・柳ヶ瀬通周辺地域	30ha	□	□	□	○日ノ出町2丁目地区
静岡県	静岡市	東静岡駅周辺地域	51ha	□	□	□	
	浜松市	浜松駅周辺地域	40ha	□	□	□	○浜松駅前旭・砂山地区
愛知県	名古屋市	名古屋千種・覚王山地域	24ha	□	□	□	●千種二丁目（仮称）地区共同開発事業
		【特定地域】 名古屋駅周辺・伏見・栄地域 ※1 ※6 ※8	365ha 【110ha】	□	□	□	○●名駅四丁目7番地区（（仮称）名駅四丁目7番地区共同ビル建設事業） ○名駅四丁目10番地区 ○名駅四丁目21番地区 ○ささしまライブ24地区 ○名駅一丁目1番地区 ○●名駅三丁目27番地区
		名古屋臨海地域 ※4 ※5	145ha	□	□	□	
京都府	京都市	京都駅南地域	12ha	□	□	□	●（仮称）京都駅南開発計画
		京都南部（油小路通沿道）地域	213ha	□	□	□	
	京都市・向日市	京都久世高田・向日寺戸地域	28ha	□	□	□	
	長岡京市	長岡京駅周辺地域	8ha	□	□	□	
大阪府	大阪市	【特定地域】 大阪駅周辺・中之島・御堂筋周辺地域 ※6 ※8	490ha 【82ha】	□	□	□	○心斎橋筋一丁目地区 ○淀屋橋地区 ○角田町地区 ○梅田二丁目地区 ○大阪駅地区 ○西本町一丁目地区 ○本町三丁目南地区 ○小松原町地区 ○大阪駅北地区 ○中之島四つ橋筋地区 ○大阪駅西地区 ●大阪駅西口・新北ビル開発・アクティ大阪増築事業 ●大阪駅北地区先行開発区域　A地区・B地区開発事業 ●梅田阪急ビル建替事業 ○今橋三丁目地区 ●中之島3丁目共同開発　第3期計画 ●大阪・中之島プロジェクト
		大阪ビジネスパーク駅西辺・天満橋駅周辺地域	31ha	□	□	□	
		難波・湊町地域 ※3	56ha	□	□	□	●なんばパークス2期事業 ●難波再開発地区C街区プロジェクト ○難波五丁目地区

大阪府	大阪市	阿倍野地域	21ha	□	□	□	○阿倍野筋一丁目地区
		【特定地域】 大阪コスモスクエア駅周辺地域 ※8	154ha 【53ha】	□	□	□	
	堺市	堺東駅南地域	70ha	□	□	□	
		堺東駅西地域	27ha	□	□	□	
		堺臨海地域	95ha	□	□	□	●(仮称)堺第2区臨海部開発事業
	豊中市	千里中央駅周辺地域	13ha	□	□	□	●千里中央地区再整備事業
	高槻市	高槻駅周辺地域	34ha	□	□	□	○大学町地区
	守口市	守口大日地域	80ha	□	□	□	●三洋電機・大日地区開発計画
	寝屋川市	寝屋川萱島駅東地域	49ha	□	□	□	
		寝屋川市駅東地域	11ha	□	□	□	
兵庫県	神戸市	神戸ポートアイランド西地域	273ha	□	□	□	
		神戸三宮駅南地域	47ha	□	□	□	○●三宮駅前第1地区
	尼崎市	尼崎臨海西地域	24ha	□	□	□	
		西日本旅客鉄道尼崎駅北地域	23ha	□	□	□	
岡山県	岡山市	岡山駅東・表町地域	47ha	□	□	□	
広島県	広島市	広島駅周辺地域	73ha	□	□	□	○若草町第一地区、第二地区 ○広島駅南口Bブロック ○広島駅南口Cブロック
	福山市	福山駅南地域	11ha	□	□	□	
香川県	高松市	高松駅周辺・丸亀町地域 ※2	51ha	□	□	□	○高松丸亀町商店街A街区及び内町街区 ●高松丸亀町商店街民間都市再生事業 ○高松丸亀商店街G街区西及び東
福岡県	北九州市	小倉駅周辺地域	52ha	□	□	□	○小倉駅南口東地区
		北九州高崎駅南地域	58ha	□	□	□	
	福岡市	【特定地域】 福岡都心地域 ※7 ※8	455ha 【231ha】	□	□	□	●新天神地下街建設事業
		福岡香椎・臨海東地域 ※4	335ha	□	□	□	
沖縄県	那覇市	那覇旭橋駅東地域	11ha	□	□	□	

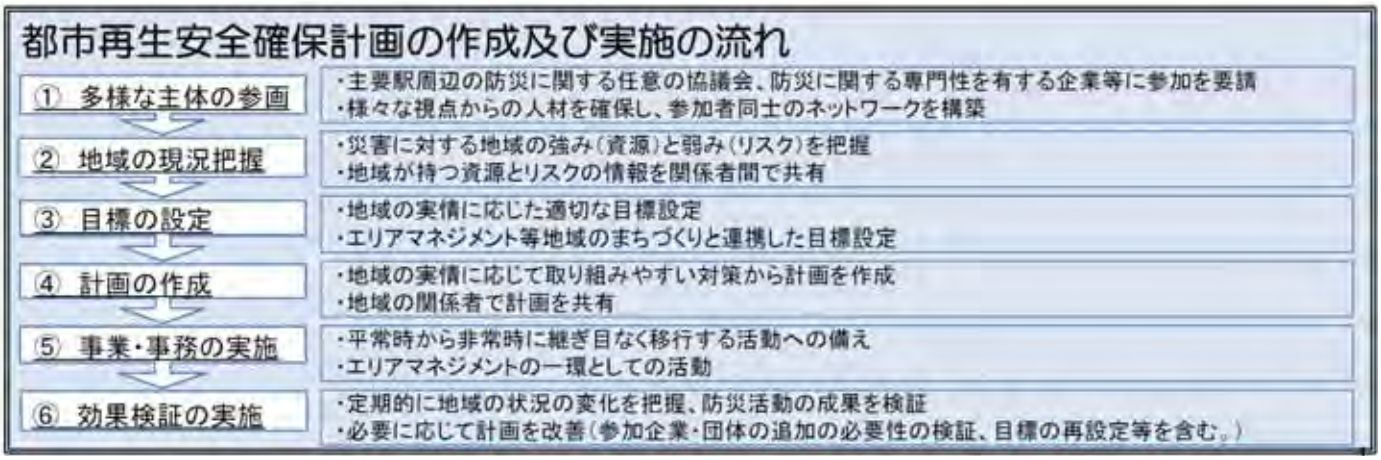
※1 H14.10.25の範囲拡大に伴い名称を変更(旧名:名古屋駅東地域)
※2 H15.7.18に範囲拡大　ただし、東京都心・臨海地域は、当時の東京臨海地域が対象
※3 H19.2.28に範囲拡大
※4 H23.11.18に範囲拡大
※5 H23.11.18の範囲拡大に伴い名称を変更(旧名:名古屋臨海高速鉄道周辺地域)
※6 H24.1.25に範囲拡大
※7 H24.1.25に範囲拡大及び地域統合
　東京都心・臨海地域(旧名:東京駅・有楽町駅周辺地域、環状二号線新橋・赤坂・六本木地域、東京臨海地域)
　横浜都心・臨海地域(旧名:横浜駅周辺地域、横浜みなとみらい地域)
　福岡都心地域(旧名:博多駅周辺地域、福岡天神・渡辺通地域)
※8 H24.1.25に特定都市再生緊急整備地域の指定

出典：都市再生緊急整備地域及び特定都市再生緊急整備地域を定める政令
（内閣官房 地域活性化統合事務局）

3） 都市再生安全確保計画の作成及び実施の流れ

以下、「手引き」に示される都市再生安全確保計画の作成並びに実施流れを示す。

表 2.4.3-3　都市再生安全確保計画の作成及び実施の流れ



出典：都市再生安全確保計画作成の手引き概要（内閣府都市再生本部）

さらに、「手引き」では、作成及び実施の流れとして、表中の各事項について、以下のように概説している。

①多様な主体の参画

都市再生緊急整備地域内で、都市再生安全確保計画の作成・実施に必要な多様な主体の参画を促す。この段階では、地方公共団体の役割が大きい。

・地域で防災の取組をしている任意の協議会や防災の取組に寄与する専門性を有する企業等に参加を要請
・多様な参加者の選定により多様な観点、人材を確保
・参加者同士のネットワークを構築

②地域の現状の把握

地域のリスク、地域資源を踏まえて、災害時に地域で発生する被害、事象について、検討を行い、地域の関係者で共有を図ることが重要である。その際、前提とする災害は、地域の実情を鑑み、地震だけでなく、必要に応じて水害等の想定を行うことが重要である。

③目標の設定

都市再生安全確保計画は、把握したリスク、資源を踏まえ、災害リスクに対応するための対策の優先順位（プライオリティ）を勘案した上で、地域の実情を踏まえた段階的な目標設定を行うことが重要である。さらに、計画に基づく事業等の実施やその効果の検証を進める中で、滞在者等の安全が最大限に確保される計画に向けた不断の見直しや運用の改善等に努めることが重要である。

④計画の作成

・関係者が共有した地域の現状、目標、目標実現のための対策、役割・費用負担の分担等を、都市再生安全確保計画にまとめ、共有することは、計画の成果を確認する場合や、多様な主体の参加を促す場合、地域の取組を説明する場合に役立つ。

・都市再生安全確保計画を作成する際に、都市再生緊急整備地域全域にわたる計画の作成が困難な場合には、関係者の防災意識が高く計画作成のコンセンサスが得られやすいエリア等計画の作成に取り組みやすいエリアから順次計画を作成することが重要である。

・都市再生安全確保計画には、ハード・ソフト両面からの幅広い対策が盛り込まれることが想定されるが、当初から全ての対策に取り組むことが困難な場合もあるため、都市再生緊急整備地域の持つ特性、資源、リスク、課題を大局的に把握したうえで、着手可能な対策から順次計画を作成することが重要である。

・都市再生安全確保計画に基づく対策に取り組む際には、地域の関係者が人材、物資、空間等の資源を持ち寄り、相互に資源を融通することや、共同で所有することにより、単独で同じ対策に取り組む場合と比べて、共通費用の削減等により費用が安価になることも考えられるため、関係者が緊密に連携して対策を講じることが重要である。

⑤事業・事務の実施

作成した計画に沿って、地域の防災性能の向上の取組を進める上では、退避経路、退避施設、備蓄倉庫等の整備・管理や耐震改修等のハード対策と情報共有・提供、避難訓練の実施、人材の確保、人材の育成、ルールの整備等のソフト対策を組み合わせて実施することが重要であり、計画に記載した事業等はその実施主体が、確実に実施することが必要である。

また、災害時に実施する事務については、平常時の活動と継ぎ目なく繋がるように、災害時に行う活動を意識した平常時の活動を組み立てることが望ましい。つまり、災害時の活動を平常時の活動の延長線上で行うような仕組みを考える必要があり、例えば、地域の防災活動をエリアマネジメント活動の一環として実施すること等が考えられる。

⑥効果検証の実施

都市再生安全確保計画では、ＰＤＣＡサイクルによる計画の進捗状況等の評価、前提条件の変化の確認等と、それに対応した計画の充実・改善が重要である。都市再生安全確保計画に記載されたハード・ソフト対策の検証・改善の仕組みについても、都市再生安全確保計画に記載し、関係者間で共有を図ることが重要である。

図 2.4.3-1　都市安全確保計画制度の概要

出典：都市再生安全確保計画作成の手引き（内閣府都市再生本部）

4） 都市再生安全確保計画の主な内容

以下、「手引き」に示される都市再生安全確保計画の主な内容を示す。

表 2.4.3-4　都市再生安全確保計画の主な内容

都市再生安全確保計画の内容

1．滞在者等の安全の確保に関する基本的な方針

① 都市再生安全確保計画の意義
- 当該地域の現況の整理
- 大規模地震時の被害想定
- 当該地域が抱える防災上の課題の整理

② 都市再生安全確保計画の目標
- 被害想定及び防災上の課題を踏まえた目標設定

③ 都市再生安全確保計画の作成・実施に関する体制
- 都市再生緊急整備協議会による都市再生安全確保計画の作成及び実施に関する体制について記載

④ 都市再生安全確保計画の変更
- 都市再生安全確保計画の更新・修正手続き（ＰＤＣＡサイクル）について記載

2．都市再生安全確保計画の目標を達成するための事業及び事務

① 都市再生安全確保施設の整備及び管理
- 退避経路、退避施設（一時滞在施設）、備蓄倉庫等の都市再生安全確保施設の整備及び管理について、実施主体、実施期間等を記載

② その他の滞在者等の安全の確保のために実施する事業
- 都市再生安全確保施設を有する建物の耐震改修等の滞在者等の安全の確保のための事業について、実施主体、実施期間等を記載

③ 滞在者等の安全の確保のために必要な事務
- 災害時に実施する事務の内容（退避誘導、情報収集・提供、備蓄物資の提供等）

④ その他滞在者等の安全の確保のために必要な事項
- 平常時に実施する訓練等に係る内容
- 人材育成、普及啓発等に係る内容

3．その他都市再生緊急整備地域における防災の確保に関する事項
- 必要に応じて立地企業の事業継続性の向上に係る対策等を記載

出典：都市再生安全確保計画作成の手引き　概要（内閣府都市再生本部）

さらに、「手引き」では、都市再生安全確保計画の主な内容として、表中の各事項について、以下のように概説している。

①滞在者等の安全確保計画の内容

滞在者等の安全の確保に関する基本的な方針（以下「基本的な方針」という。）には、都市再生緊急整備地域における滞在者等の安全の確保に関する目標、その前提となる都市再生緊急整備地域の現状と災害時の被害のシナリオ等の内容を記載する。

都市再生安全確保計画が実効性を保つためには、計画実施の効果が把握可能で、計画の見直しが随時可能なＰＤＣＡサイクルによる計画の検証・修正を適切に実施する必要がある。そのため、基本的な方針には、地域の実情や被害の検討等を踏まえ、都市再生緊急整備地域内の滞在者等の安全について、いつまでにどの程度確保し、整備する都市再生安全確保施設が安全の確保にどの程度寄与するのか等、都市再生安全確保計画の目標について記載する。また、都市再生安全確保計画に記載した滞在者等の安全の確保を図るために必要な事業等の実施により、どの程度目標が達成されたか、

将来の検証が可能となるよう、基本的な方針には都市再生緊急整備地域の実情や被害の検討内容等の現況把握について記載する。この際、目標の達成状況を把握しやすくする工夫が必要である。

都市再生緊急整備地域において、把握した現状、現状を踏まえた目標、目標を実現するための対策、対策の実施方法、効果の検証方法を関係者間で共有することが、都市再生安全確保計画作成を作成する上で重要である。

②都市再生安全確保計画の目標を達成するための事業及び事務

都市再生安全確保計画の作成や都市再生安全確保計画に基づく事業等の実施に当たって、都市安全確保計画の策定については「都市安全確保計画策定事業費補助金」を、ソフト事業の実施や設備の設置については「都市安全確保促進事業費補助金」を、公共施設等の整備については「社会資本整備総合交付金」を活用する等、国の支援制度を積極的に活用されたい。

③その他都市再生緊急整備地域における防災の確保に関する事項

都市再生安全確保計画に記載するものとして、経済的被害等を最小化し、我が国の経済・社会全体に与える負担を最小限とするための措置や、基本的な都市機能ができる限り安定的に継続して確保する措置に取り組むことも重要である。具体的には、「都市機能の確保」に係る取組が考えられる。これらの取組についても、都市再生安全確保計画の補足資料として記載することは差支えないので、積極的に検討することが望ましい。

表 2.4.3-5　都市安全確保計画策定事業費補助金制度

都市安全確保計画策定事業費補助金　【平成24年度1.5億円】

目　的

首都直下地震等の大規模災害の発生に備え、都市再生緊急整備地域において都市再生緊急整備協議会が作成する都市再生安全確保計画に必要な基礎データ収集等に要する費用に対する補助を行い、都市再生安全確保計画の作成や同計画に基づく事業等の実施を促進し、都市再生緊急整備地域における滞在者等の安全の確保を図ることを目的とする。

事業概要

【事業内容】
都市再生安全確保計画の作成に必要な地方公共団体等が実施する基礎データの収集・分析等の実施に要する経費に対して、補助を行う。

- 地域内の滞在人口の推計
- 地域内の建築物の耐震性能に係るデータの収集・分析
- ライフラインの防災性能に係るデータの収集・分析
- 地域内の退避場所に係る現況調査
- 地域内の退避施設に係る現況調査
- 退避者の退避行動シミュレーション
- 退避経路の安全性の検証
- 退避者の退避場所・退避施設への収容状況の分析
- その他都市再生安全確保計画の作成に必要なデータの収集・分析等

【事業主体】　地方公共団体、民間事業者等

【補 助 率】　1／2

【補助申請】　内閣府地域活性化推進室（内閣官房地域活性化統合事務局）　←1交付申請※　2交付決定、3補助金交付→　事業主体（地方公共団体、民間事業者等）

※ 交付申請は、事業主体から内閣府地域活性化推進室に直接申請。但し、民間事業者等が事業主体の場合は、当該主体が実施する基礎データの収集・分析等が、都市再生安全確保計画に資するものかを確認するため、地方公共団体を経由して申請。

出典：都市再生安全確保計画制度概要（内閣府都市再生本部）

参考）都市安全確保促進事業費補助金

１．目的

大規模な震災の発生した場合における都市再生緊急整備地域内の滞在者等の安全の確保と都市機能の継続を図るため、災害発生時の円滑な退避や物資の提供等のソフト・ハード両面の対策を総合的に支援し、もって大都市の安全・安心の確保と国際競争力の強化を図ることを目的とする。

２．事業概要

（１）事業内容　都市再生安全確保計画の作成や都市再生安全確保計画に基づくソフト・ハード両面の取組を支援するものとして実施される次の事業に対して補助を行う。

一　コア事業

イ　都市再生安全確保計画の作成

ロ　都市再生安全確保計画に係るコーディネート業務

ハ　都市再生安全確保計画に記載されたソフト事業

二　附帯事業

都市再生安全確保計画に記載された退避経路・施設、備蓄倉庫その他の施設の整備

（２）事業主体　地方公共団体、法律に基づき組織された協議会

（３）補助率　コア事業　１／２、附帯事業　１／３

（参考）社会資本整備総合交付金

１．目的

社会資本整備総合交付金は、地方公共団体等が行う社会資本の整備その他の取組を支援することにより、交通の安全の確保とその円滑化、経済基盤の強化、生活環境の保全、都市環境の改善及び国土の保全と開発並びに住生活の安定の確保及び向上を図ることを目的とする。

２．事業概要　社会資本整備総合交付金の交付対象事業のうち、都市再生安全確保計画に関連する事業は以下のものである。

（１）都市防災総合推進事業

・対象：地区公共施設（道路、公園、緑地、広場等）、防災まちづくり拠点施設の整備等

・事業主体：地方公共団体等

・国費率　：　１／３、１／２

（２）優良建築物等整備事業

・対象：計画に記載された避難空間を備えた優良な建築物の整備等

・事業主体：民間事業者等

・国費率：１／３

（３）住宅･建築物耐震改修事業

・対象：住宅、庁舎等に対する耐震診断、耐震改修

・国費率：補助率１／３、１／２等

（４）市街地再開発事業　国費率１／３　等

2.4.4　大手町・丸の内・有楽町地区まちづくりガイドラインにおける防災計画[7)]

東京駅を中心とした大手町・丸の内・有楽町地区（以下、大丸有地区）は、日本でも有数の大規模交通結節点であり、周辺には日本の中枢を担う企業群からなるビジネス街を形成している。ここでは、この地域で組織されている「大手町・丸の内・有楽町地区まちづくり懇談会、 構成：千代田区、 東京都都市整備局、東日本旅客鉄道株式会社、大手町・丸の内・有楽町地区再開発計画推進協議会（在籍する民間企業の集合体）（以下、大丸有懇談会）が、東日本大震災を踏まえ、このエリアの防災に対し、新たなステージに向けた取り組みを行っている。ここでは、平成 24 年 5 月に発表された、「大手町・丸の内・有楽町地区まちづくりガイドライン　部分改訂の考え方」（以下、ガイドライン）で示された防災の取り組みについて、以下に紹介する。

1）大手町・丸の内・有楽町地区の防災に対する取り組み

「大丸有ガイドライン」の基本理念として掲げている「進化するガイドライン」の考えに基づき、昨今のアジア諸都市の台頭による国際的な都市間競争の激化、2011 年 3 月 11 日発生の東日本大震災を契機とした災害対応力強化への社会的要求の高まりといった緊急度の高い課題を踏まえ、特に防災分野の部分改訂を行った。現在、行政をはじめとして防災に関連した様々な検討が行われているが、今回は、本地区の国際競争力や災害対応力強化に資する部分についての改訂の方向性を提示している。なお、今後も更に総合的な検討を行い、ガイドラインの全面的な改訂を行う予定。

図 2.4.4-1 に示す 120ha にわたる「大丸有地区」の地区特性に基づき、特色あるまちづくりを目指す上で、都市の骨格を構成するゾーン、軸、拠点と設定し、それぞれに対し指針、誘導の方向性を示してきた。特に、主要な交通結節点を内包し、求心性や交流性を創出するエリアを「拠点」と設定し、都市機能の配置にメリハリを持たせてきた。国際競争力強化、災害に強いまちづくりに対応するため、今後は本地区と周辺地域との連携が強く求められることから、これらの喫緊の課題に対応すべく、拠点の定義および拠点エリアの更新を行う。

図 2.4.4-1　大手町・丸の内・有楽町地区

出典：「大手町・丸の内・有楽町地区まちづくりガイドライン　部分改訂の考え方」

2）災害に強いまちづくり

(1) 防災対策に関する基本的考え方

本地区は、国内外の企業の本社機能が集積している日本経済の中枢機能を担っており、災害時にこれら機能が停止することは日本経済にとって大きな打撃となる。
首都直下型地震の発生が懸念されるなかで、本地区の防災対応力を強化し、災害時でも本地区の機能を継続していくことが重要である。このためには、地区全体として事業継続しうる基盤施設や体制を整備するとともに、発生した帰宅困難者に対して、的確に対応を図ること、またこれら高い防災対応力を国内外へ積極的に発信することにより、本地区の信頼性の向上を図り、わが国の国際競争力強化に貢献していく。

(2) 具体的な方策

①地区全体の事業継続

本地区の防災対策の検討にあたり、「中央防災会議」（H17.2）で公表されている被害想定や本地区地権者への防災アンケート調査等を参考として、阪神・淡路大震災と同程度の震度における被害を想定した。なお、H24 年 4 月に公表された「首都直下地震等による東京の被害想定」も概ね同様の想定となっている。これによると、本地区では、大地震が発生しても建物倒壊による被害はほとんど見込まれないが、建物内での転倒などによる負傷者の発生や、インフラへの影響が予想される。

・企業事業継続計画（ＢＣＰ）に基づく企業活動

立地する企業・団体は、各々作成する企業事業継続計画（ＢＣＰ）に基づき企業活動を継続していく。ライフラインについては、非常用発電等による自立型電源の強化や、電波の輻輳に影響されない通信手段の確保、備蓄物資の拡充（食料、飲料水）、雨水等を活用した上水の確保、防災用トイレ等の排水機能の確保などに努める。また、地震のほか台風やゲリラ豪雨による浸水被害についても、ビルごとに防潮板・防水扉等を設置するとともに、重要施設を上層階へ配置するなど多重的な対策を行う。

・地区事業継続計画（ＤＣＰ）を作成

以上のような取組みを、大丸有地区全体で実現する地区事業継続計画（ＤＣＰ）を作成し、これに基づき関係者が連携して防災性の高いインフラの整備や企業間連携の充実に向け公民にて検討する。

・事業継続基盤強化地区（ＢＣＤ）の構築

上記のＤＣＰに基づき、防災性の高いインフラやエリアマネジメント等が構築された地区を、事業継続を支える基盤の整った地区（ＢＣＤ）と位置づけ、その実現を目指す。大丸有ＢＣＤは、歩行者ネットワークなど質の高い都市基盤とともに、高水準の防災機能を有する「高水準一般ビル」と防災拠点機能（エリアマネジメント、情報発信、災害救護、災害活動等）を有する「防災拠点機能ビル」により構成され、防災性の高いインフラに支えられながら複数のビルと屋内外空間が一体となり、地区として事業継続を図るものである。

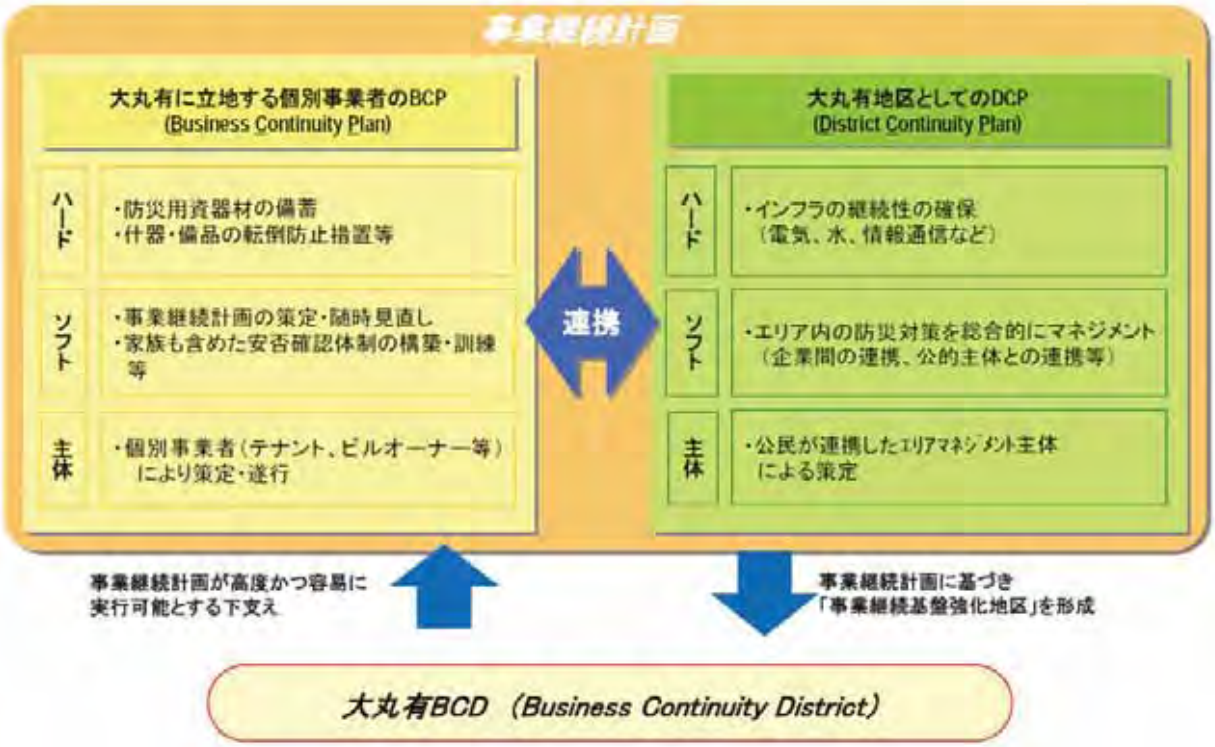


図 2.4.4-2　大手町・丸の内・有楽町地区の事業継続計画

出典：「大手町・丸の内・有楽町地区まちづくりガイドライン　部分改訂の考え方」

図 2.4.4-3 大丸有 BCD に立地するビルイメージ

出典：「大手町・丸の内・有楽町地区まちづくりガイドライン　部分改訂の考え方」

※図 2.4.-5、2.4-6 ともに「大丸有地区における災害に強いまちづくり検討委員会報告書」（大丸有協議会）をベースに作成されている。

②災害時の対応

・災害活動機能、災害救護機能の確保

就業者や来街者が負傷した場合に備え、地区内の医療機能と連携して、応急救護を行う場所、要員が滞在・待機する場所、適切な病院へ搬送する体制の整備など、災害救護機能を確保していく。また、地区内に整備する大規模な広場空間を、災害復旧活動等に活用し、災害活動機能を確保していく。

・帰宅困難者への対応

本地区では多くの帰宅困難者が発生することが予想され、混乱を避けるため地区に立地する企業・団体等で従業員の待機、備蓄の推進等の取り組みを行う。また、行政と連携し、地上、地下、屋内の空間を活用した一時滞留施設の確保に努める。帰宅困難者への対応については、下表により具体的な対策を実施していく。

表 2.4.4-1　具体的な帰宅困難者への対応

【帰宅困難者の区分】	【対応の方向性】
就業者、ビジネス等の目的施設利用者	原則として各施設管理者・事業者が中心となり対応
駅構内、車両内における公共交通利用者	各事業者が中心となり、行政等と連携して対応
施設外で移動中の来街者	地区として対応

出典：「大手町・丸の内・有楽町地区まちづくりガイドライン　部分改訂の考え方」

また合わせて地域協力会（一般社団法人東京駅周辺安全安心隣組）等と連携し発災時の情報提供や誘導等を行っていく。また、さらに、災害時には周辺地域より東京駅などの交通結節点周辺に向けて多数の帰宅困難者が流入することも想定されるため、特に情報提供機能の強化を行い、周辺地域とも連携しながら、適切な帰宅困難者の誘導を行うことにより被災時の混乱を最小限に止める。

③情報提供による信頼性の確保

・国内外メディアの連携による効果的な情報提供

本地区には、国内外メディア等が立地しているメリットを活かし、災害時のみならず平常時から連携を図り、効果的な情報提供を行う。

・防災対応力の高さを海外へ発信

平常時から本地区の防災対応力の高さを国内外に発信することにより信頼性の向上に寄与する。また、災害時においても、確実な機能維持を迅速かつ正確に国内外に発信することにより、風評被害の防止に努める。

(3)実現へ向けて

首都直下型地震の発生が予想される中で、公民が連携し、迅速に災害対策に向けた方策の検討が必要である。シンポジウムの開催やパンフレット等を通じて、平常時からの情報発信や普及啓発活動を積極的に実施していく。また、本地区の取組みが地区内外に波及する効果を期待し、防災拠点機能ビルの整備などをモデル事業として取組むことで、早急な対策を具現化する。

参考資料）

1)人口・機能集積エリアにおけるエリア防災のあり方とりまとめ　2011 年 12 月
内閣府都市再生本部　都市再生の推進に係る有識者ボード 防災ＷＧ
2) 人口・機能集積エリアにおけるエリア防災のあり方取りまとめ概要　2011 年 12 月
内閣府都市再生本部　都市再生の推進に係る有識者ボード 防災ＷＧ
3)都市再生安全確保計画制度概要　2012 年 7 月　内閣官房・国土交通省
4)都市再生安全確保計画作成の手引き　2012 年 7 月　内閣官房・国土交通省
5)都市再生安全確保計画作成の手引きの概要　2012 年 7 月　内閣官房・国土交通省
6)都市再生緊急整備地域・特定都市再生緊急整備地域の指定状況　2012.1.25 現在
内閣府都市再生本部（内閣官房地域活性化統合事務局）
7)大手町･丸の内･有楽町地区まちづくりガイドライン 2012 年 5 月部分改訂の考え方(案)
2012 年 5 月大手町・丸の内・有楽町地区まちづくり懇談会

2.5　地下空間の防災上の有効利用の実際と課題及びあるべき姿

ここでは地下空間の防災上の有効利用の実例として平成23年3月11日に発生した東日本大震災の際の八重洲地下街の状況を中心に紹介する。

また、その際に明らかとなった課題についてヒアリング調査を踏まえ考察し、さらにそこから地下施設のあるべき姿を探る。

地下街をはじめとする地下施設では災害発生時には速やかに退避することが基本となっている。

これは施設をいわゆるシェルターとして利用する前提で設置したものではなく、あくまでも通路や商店として地下空間を利用することを目的としているからである。

しかしながら地下施設の特性として、地上に比べて地震時の震動が少ないこと、風雨にさらされることがないこと、直射日光を直接受けることがなく温度がある程度一定であること等の特性が自然災害（特に地震）時の一時避難場所として有効であるため、これに利用することが地下施設の付加価値を高めることが期待できる。

八重洲地下街では、東日本大震災の際に施設構造物の被害はなく、利用者の安全は確保された。

さらに公共交通機関が不通となったことで、帰宅困難者が施設内に多数滞留したが、風雨を避けることができ、例えば公園などの一時避難場所よりもかなり好条件下で滞留者がすごすことが出来た。

それに加え、施設内の設備からの情報提供も利用者にとって大変有効であった。

これらのことを踏まえて項目毎に課題とそれに対するあるべき姿について検討する。

①　電源の確保

東日本大震災における八重洲地下街の例では停電が発生しなかったため問題とはならなかったが、地下空間の特性として、照明や空調が正常に作動していることが絶対条件であるため、停電になった場合でも自家発電設備等による電源の確保が必要である。

地下施設を避難場所として位置づける場合には非常用電源を長時間確保することが必要となるが、自家発電設備の設置費、燃料の備蓄等の負担が生じる。

②　支援物資の確保

通常は非常用食料や飲料水、毛布等は施設従事者用には各組織で用意されているが、避難場所として利用する場合には避難者に対する物資もある程度常備しておく必要があり、費用、保管場所等の問題がある。

③　誘導方法の整備

災害時に一般利用者を受け入れる際も、或いは避難させる場合もパニックを起こすことなく整然と誘導することが大切であり、そのためには避難設備及び防災組織を整備し、日常訓練等によりその能力を維持しておかなければならない。

④　情報伝達方法の整備

災害時には避難誘導を行う施設管理者が組織的に整然と業務を遂行することが大切であり、担当者が防災センターを中心に一元的に情報を共有することが重要である。

そのために、ヒアリングでも指摘があったように無線機などの常備や、情報を一元的に管理するシステムを整備しておくことが必要であるが、現状は必ずしも充分ではない場面もあることが想定され、施設毎に調査しておく必要がある。

また、利用者へは迅速かつ正確な情報提供が重要であり、そのための掲示板や場内放送設備等の充実が必要であるが、これについても施設毎の調査と対応が求められる。

⑤　浸水対策の充実

地下空間の特性として浸水災害に弱いことがあげられるが、人的被害を防止するためには少なくとも安全に避難できるだけの対策として、浸水防止対策や避難設備の充実が必要である。

さらに一時避難場所として地下施設を利用するならばより高度な浸水対策が必要である。

高度な浸水対策の例として、東京地下鉄株式会社の対策を**図 2.5.1** に示す。

図 2.5-1　地下鉄の浸水対策例

出典：東京地下鉄株式会社ホームページ [1)]

⑥　火災対策の充実

浸水対策と同様に地下空間の閉鎖性を考慮すれば、火災発生時の避難の確実性の確保と、そもそも火災の発生を抑止するための防火設備の充実が不可欠である。

⑦　避難場所として利用する際の責任の所在の明確化

災害発生時は基本的には、利用者を外部に避難誘導することを前提としているが、避難場所として利用するとすれば滞在時に何か二次災害が発生した際に刑事上も民事上もどこに責任があるかを事前に明確にしておく必要があり、現状ではその取り決めがないため、問題が残る。

この点については法的根拠も含め整備しておく必要がある。

⑧　行政からの補助

避難場所としての安全性を担保するためには、施設の耐震性の確保が前提となるが、現状では店舗等で利用している箇所等では、耐震診断においても一時営業を休止した上で、調査及び施工を行う必要が出てくるが、当然営業補償を行うこととなり、行政の補助がなければ民間のみではなかなか対処できない。

浸水対策や情報提供設備の整備、或いは非常用物資の備蓄についても、行政の補助対象とすることが当然であると考える。

参考文献）

1)　東京地下鉄株式会社ホームページ
(http://www.tokyometro.jp/safety/prevention/safety_report/pdf/anzen2012_6.pdf)

第３章　調査のまとめと今後の課題

3.1　調査のまとめ

エンジニアリング協会の研究部会では、過去においても、災害発生に対する地下空間の安全についての各種研究が行われてきたが、この度は、未曽有の東日本大震災の直後であり、地下空間においても、それを取り巻く環境においても、様々な問題が顕在化しており、新たな取り組みが求められている。

今年度は、以上示した本報告の通り、東日本大震災の経験を踏まえた都市内地下空間の防災上の有効利用に関する提言を行うための基礎調査を行った。

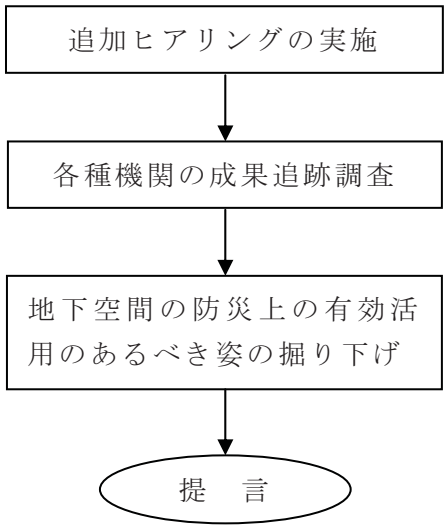
災害発生状況においては大規模地震の発生、近年の特徴である台風・大雨による浸水災害の増加、火災事故の発生等地下空間に及ぼす災害の傾向をつかみ、過去の調査でも言われていることではあるが、あらためて地下空間が地震には強く、内部火災・浸水に弱いことが再認識された。

また、災害時の地下施設の対応においては防災組織の整備及び維持が大変重要であり、錯綜しがちな管理形態の明確化と、そのための法整備や行政の役割についてもあらかじめ整理しておく必要性を感じた。

この点については内閣府都市再生本部の主導による「都市再生安全確保計画制度」として、法制化が進められ、エリア防災のあり方を含めた様々な検討が各種機関により行われており、今後の地下空間防災の進歩に繋がることと思われる。

3.2　今後の課題

今回の活動目的である地下空間の防災上の有効活用に関する提言を来年度に実施するにあたり、今年度の調査結果を反映させることはもちろんであるが、さらに調査の不足分を補い、理想とする姿を明確にするために、以下のプロセスを来年度の活動指針とする。



※首都圏以外も含め地下施設管理者に対して

※都市再生本部設置の防災 WG 等の成果追跡

※避難・受入両面からのソフト・ハードのあり方の検討（行政の位置付け含む）

第Ⅲ部　社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査

平成２４年度
社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する
調査専門部会（第三部会）委員名簿（順不同）

部 会 長	平野　孝行	西松建設㈱　土木事業本部　土木設計部 部長
副部会長	藤川　富夫	㈱ｱｻﾉ大成基礎ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ　技術研究所 所長
委　　員	岡本　俊哉	㈱ｱｻﾉ大成基礎ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ　ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ事業部 事業企画室　室長
委　　員	三好　　悟	㈱大林組　技術本部 技術研究所 環境技術研究部主任研究員
委　　員	内田　秀樹	川崎地質㈱　北関東支店　技術グループ
委　　員	吉川　猛	基礎地盤ｺﾝｻﾙﾀﾝﾂ㈱　保全・防災センター 物理探査部　係長
委　　員	中村　静也	ｻﾝｺｰｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ㈱　地盤調査・防災部 水文・水環境課 課長
委　　員	笠原　秀外	JX 日鉱日石探開㈱　開発事業部　主席技師長
委　　員	箱田　裕子	大成建設㈱　土木営業本部　ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ推進営業部
委　　員	稲葉　　薫	㈱竹中工務店　技術研究所 先端技術研究部 ｴｺｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ部門　主任研究員
委　　員	上田　正人	中央開発㈱　技術ｾﾝﾀｰ 地質部長
委　　員	柳　　博文	鉄建建設㈱　ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ本部　研究開発部 基礎・構造ｸﾞﾙｰﾌﾟﾘｰﾀﾞｰ
委　　員	柴田　　晋	東洋ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ㈱　国内営業統括本部　国内営業部 企画・新規ﾋﾞｼﾞﾈｽ営業ｸﾞﾙｰﾌﾟ　担当部長
委　　員	池田　孝夫	日揮㈱　産業・国内ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ本部　原子力ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ事業部 部長代行
事 務 局	秋山　充	(一財)ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ協会　地下開発利用研究ｾﾝﾀｰ 技術開発部 研究主幹
事 務 局	岡本　達也	(一財)ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ協会　地下開発利用研究ｾﾝﾀｰ 技術開発部 主任研究員

第Ⅲ部　社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査

目　次

第１章　調査経緯 ……Ⅲ－1
1.1 調査方針 ……Ⅲ－1
1.1.1 検討背景 ……Ⅲ－1
1.1.2 検討目的 ……Ⅲ－1
1.2 調査内容 ……Ⅲ－1
1.3 調査状況 ……Ⅲ－2
1.4 視察調査 ……Ⅲ－4
1.4.1 秦野市環境保全課、及び水道局 ……Ⅲ－4
1.4.2　その他 ……Ⅲ－7

第２章　調査成果 ……Ⅲ－9
2.1 防災・減災に向けた地下水利用のあり方 ……Ⅲ－9
2.2 行政分野における動向 ……Ⅲ－13
2.2.1 調査の着眼点 ……Ⅲ－13
2.2.2 国、自治体の施策と実情 ……Ⅲ－13
2.2.3 防災・減災に関する事例 ……Ⅲ－20
2.2.4 まとめと課題 ……Ⅲ－44
2.3 民間分野における動向 ……Ⅲ－48
2.3.1 調査の着眼点 ……Ⅲ－48
2.3.2 企業等の方針及び対策 ……Ⅲ－48
2.3.3 防災・減災に関する事例 ……Ⅲ－49
2.3.4 まとめと課題 ……Ⅲ－59

第３章　調査のまとめと今後の課題 ……Ⅲ－63
3.1 調査のまとめ ……Ⅲ－63
3.2 今後の課題 ……Ⅲ－63

（付表）地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題
（行政、民間）

第１章　調査経緯

1.1　調査方針

1.1.1　検討背景

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震、また近年の地球温暖化現象に伴う異常気象によって、わが国は行政、民間に関わらず災害に遭遇した際の対応を迫られ防災・減災に向けた社会インフラ整備の要求が高まってきている。

昭和 36 年に制定された国の災害対策基本法では国土並びに国民の生命、身体及び財産を災害から保護するために国や地方公共団体などに対して体制の整備と計画の作成などの措置をするよう促している。本専門部会はこれまで地下水や雨水などの水に関わる調査研究活動を続けて来ている。そこで、平成 24 年度および 25 年度にわたる活動を通して、自然災害から我々国民がこうむる被害を防止、あるいは軽減するために地下水や雨水などを利用することに関して現状とさらなる可能性について調査研究することにした。

1.1.2　検討目的

防災・減災を考える時の災害としては、地震、火災、高気温、豪雨などを想定する。また、非常時に利用できる水としては地下水を考えるが、ここで言う地下水には地中に流れている自然の地下水に加え人工的に地下に貯水された水も地下水として広義に捉えて対象とすることにした。災害とこれに対応した地下水の利用について行政分野の動向と現状、民間分野の動向と現状を調べ、その結果をもとに地下水の有効な利用可能性を検討して将来の新たな枠組みとなるスマートシティの構築に向けた提言を行うことをこの部会の目的とする。

1.2　調査内容

２年度にわたる防災・減災の地下水利用に関する調査として、本年度は大きく次の３項目に分けて実施することにした。

1）事例調査

・災害時向け地下水利用施設の実態と地下水利用実態
・災害時地下水利用ガイドライン等自治体における施策調査
・被災時に求められる地下水の機能
・地下水による災害事例とその対策

2）有効利用調査

①地下水利用と雨水利用について

・災害時における既存地下水利用の効率化・高度化
・災害時における新たな地下水・雨水利用の可能性
・平時と災害時の供用を念頭に置いた地下水利用

②再生可能エネルギーとしての利用

・地中熱・地下水熱の利用

3）ヒアリング・現地調査について

・平常時の地下水利用事例
・被災時地下水利用事例

・防災対策事例

調査初年度になる平成 24 年度は、災害時を想定した地下水利用の状況を、行政分野と民間分野について計画や実態を調査した。

1.3　調査状況

平成 24 年度は、平成 24 年 6 月 6 日の第 1 回専門部会を初めとして、計 7 回の部会活動を行った。本年度は初年度の調査であるため、調査研究のテーマと調査内容について議論して、災害に対して行政と民間の立場からそれぞれどのように地下水が利用されているかを、資料収集整理を中心に現状調査活動を進めた。

表 1.3-1 に地下水・再生水を活用した地下利用に関する調査専門部会（第三部会）活動記録を、また表 1.3-2 に 2 WG の編成表を示す。

表 1.3-1　社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査専門部会（第三部会）活動記録

回	開催日	議　　題
第 1 回	平成 24 年 6 月 6 日	・委員の自己紹介 ・部会長、副部会長の選出 ・H24 年度活動の進め方について討議
第 2 回	平成 24 年 7 月 12 日	・第 1 回議事録確認 ・調査検討方針について討議
第 3 回	平成 24 年 8 月　9 日	・第 2 回議事録確認 ・防災・減災の対象災害について議論 ・調査地域と分担の決定
第 4 回	平成 24 年 10 月 5 日	・第 3 回議事録確認 ・分担調査地域毎の結果報告 ・行政と民間の分野に分けた調査方向性の決定
第 5 回	平成 24 年 11 月 2 日	・第 4 回議事録確認 ・現地調査ヒアリング（秦野市）の事前準備 ・２WG（行政、民間）のメンバー決定
第 6 回	平成 24 年 12 月 11 日	・第 5 回議事録確認 ・現地調査ヒアリング結果のまとめ ・各 WG の調査状況の報告と意見交換
第 7 回	平成 25 年 1 月 18 日	・第 6 回議事録確認 ・各WGの報告書内容の調整 ・都内の防災井戸の実態調査
第 8 回	平成 25 年 2 月 18 日	・第 7 回議事録確認 ・報告書内容の確認と修正

なお本年度は調査の進捗と内容に応じて下記の現地視察調査／ヒアリングを実施した。

1）秦野市環境保全課、および水道局

・調査日：平成 24 年 11 月 19 日（月）

・地下水を“公水”と位置付けて、地下水保全条例を制定し先進的な地下水利用ネットワークを構築推進中である

2）文京区千駄木周辺防災協力井戸視察

・調査日：平成 25 年 1 月 18 日（金）

3）企業ヒアリング

・㈱アサノ大成基礎エンジニアリング 水資源事業部

表 1.3-2　地下水・再生水を活用した地下利用に関する調査専門部会（第三部会）ＷＧ編成表

（◎：リーダー、敬称略、順不同）

WG 名称	メンバー氏名（所　　属）
第 1 WG 行政分野に関する調査研究	◎　上田　正人（中央開発㈱） 岡本　俊哉（㈱ｱｻﾉ大成基礎ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ） 内田　秀樹（川崎地質㈱） 三好　悟　（㈱大林組） 中村　静也（ｻﾝｺｰｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ㈱） 柴田　晋　（東洋ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ㈱）
第 2 WG 民間分野に関する調査研究	◎　稲葉　薫　(㈱竹中工務店) 吉川　猛　（基礎地盤ｺﾝｻﾙﾀﾝﾂ㈱） 箱田　裕子（大成建設㈱） 柳　　博文（鉄建建設㈱） 池田　孝夫（日揮㈱） 笠原　秀外（JX 日鉱日石探開㈱）

1.4 視察調査

1.4.1 秦野市環境保全課、及び水道局

（1） 日時：平成 24 年 11 月 19 日(月)、10：00～15：30

（2） 場所：秦野市環境産業部 環境保全課、秦野市水道局 水道業務課

（3） 出席者：秦野市環境産業部 環境保全課 課長補佐 谷様

秦野市水道局 水道業務課 課長 福井様

第三専門部会：平野部会長、藤川副部会長、内田委員、吉川委員、箱田委員、稲葉委員、上田委員、笠原委員、秋山(GEC)、岡本(GEC)

（4） ヒアリング内容：

1) 環境保全課 課長補佐 谷様より地下水総合保全管理計画と実績について

2) 水道業務課 課長 福井様より地下水利用協力金制度の運用状況について

3) 概要：官民一体となって推進している「健全で持続可能な水循環の創造」、2 年間にわたる水道審議会の真摯な検討を踏まえた秦野市特有の地下水利用事業者に対する地下水利用協力金等についてヒアリングした。

4) 視察：午後は、水道局敷地内の「深層地下水浄化装置」、東田原の「かん養水田」、さらに明治 23 年に給水を開始した「曽屋配水場」を案内いただいた。その後、「弘法の清水」、「今泉名水桜公園」、「まいまいの泉」、「小藤川湧水」、「出雲大社相模分祀の千年の杜の水」と秦野市ゆかりの地下水スポットを訪ね、秦野市と地下水との歴史ある繋がりを確認した。

（5） 受領資料：

1） 秦野市地下水総合保全管理計画（概要版）

2） 秦野市地下水総合保全管理計画

3） はだのの水道

4） 地中熱をお考えの皆様へ

5） 深層地下水浄化事業概要

6） 地下水保全事業について

意見交換風景

水田涵養実施地

(6) 質疑応答(環境保全課)：

1) 概要説明（谷課長補佐）

① 平成元年に「弘法の清水」がテトラクロロエチレンに汚染されていることが発覚し、地下水の水質改善の専任担当部署として秦野市環境保全課に地下水汚染対策係を設立、大学、県、温泉地学研究所、保健所等の水質専門家による審議会を立ち上げ、平成 6 年に「地下水汚染の防止及び浄化に関する条例」を制定、地下水の浄化事業が開始された。

② 平成 12 年には地下水の質と量の保全を盛り込んだ「地下水保全条例」が制定され、平成 15 年には地下水の質と量の双方を一元管理する「地下水総合保全管理計画」を策定、その後、平成 16 年に「弘法の清水」に於いて名水復活が宣言された。

③ 実施施策についての検証と評価を経て平成 24 年 3 月に「地下水総合保全管理計画」を改定、「健全で持続可能な水循環の創造」を方針（キーワード）とし、3 つの目標（名水の保全と利活用、安定的な水収支、安全な地下水）を設定して地下水行政を展開している。

④ 秦野水盆の南側には多くの自然の湧水が見られる。又、生活に密着した水道水源として地下水を多く利用しており、浅井戸の数も届出数だけで 970 世帯、事業者の井戸を含めると千を超える井戸がある。秦野水盆は秦野市の水がめであり、地下水の質と量の保全に関わる目標は施策の基本的な考え方に従い直接的/間接的な施策に展開されている。

2) 質疑応答

① 住民の地下水に対する意識が高いと思われるが、小さい頃からの教育等は実施されているか　⇒小学 4 年生は上水道、5 年生は下水道等のカリキュラムに合わせて、幼小中で各々エコスクール、出前講座等を開催し、啓発事業を展開している。

② 曽屋水道の資料があるが、これは特殊な水道か　⇒横浜、函館（国の事業、鋼管製）に次いで明治 23 年に配水を開始した秦野市水道（曽屋村の事業、陶管製）の発祥、その後の水道拡張事業で使用されなくなっていた曽屋水道の地下水を平成 11 年に導水し、市役所沿いにせせらぎを作って親水事業として展開している。

③ 森林つくり事業等で地下水の涵養にどの程度の効果があったか　⇒森林整備の効果を数値化するのは難しいが、現在、新しいシミュレーションモデルを開発中である。現状は様々な事業の実績値と地下水水位の測定値を並列に提示している。

④ 秦野市は地下水盆により比較的独立した地下水行政が立てられると思われるが、下流地域との連携は図っているか　⇒河川は上流から下流まで連携して管理されているが、地下水はそうなっていない。基本的には秦野市地下水盆内での水循環と捉え、地下水取水量について配慮はしているが、連携を取る所までには至っていない

(7) 質疑応答(水道業務課)：

1) 概要説明（福井課長）

① 水道局は秦野市の地下水を利活用する公営企業である。秦野市の上水道は地下水源（75%）、県水(ダム等)が 20%、河川水 5%となっている。丹沢の降雨が葛葉川､水無川､室川の3水系で伏流して南地区から湧水となっている。

② 昭和 30 年代～40 年代にかけて都市化と人口増加が進んだ為、地下水の枯渇の問題が顕在化してきた。昭和 45 年から 5 年間で神奈川県温泉地学研究所に委託し秦野市地下水調査を実施した結果、秦野市では地下水盆としての地下水人工涵養と貯留の可能性があると結論された。

③ その昭和 49 年の答申を受けて以降、水道審議会、地下水利用者会議等の議論･審議を経て地下水利用事業者に対する地下水利用協力金の制度が昭和 50 年 4 月より発足、地下水の使用料としてではなく、地下水保全事業に対して事業者も財源協力するとの立場である。地下水利用協力金は地下水日量 20 m^3以上の利用者に対して当初 5 円/m^3、現在は 20 円/m^3となっている。

④ 地下水保全事業としては、昭和 50 年より農業用水を休耕田に導水する水田涵養事業を開始、昭和 51 年より冷却水として汲み上げた地下水を再度地下へ注水する地下水注入事業を開始、昭和 57 年より雨水浸透施設の設置事業、平成 14 年より雨水浸透枡設置補助金交付事業等々を実施、及び、水道局として森林づくり事業負担金を一部拠出している。

2) 質疑応答

① 秦野市の「地下水は公水」との思想は他の自治体に広がっているか　⇒協力金制度に係る問い合わせはあるが、導入するとの話は聞いていない。水循環基本法の制定等の動きと連携すると思われる。

② 地下水使用料はどのように把握しているか　⇒事業者個々にメータを設置している。設備費・運用費は協力金より支払っている。

③ 雨水浸透のケースで地下水が汚染されることは無いか　⇒雨水については年に 1 回水質検査を実施している。

④ 下水道は分流か合流か　⇒分流である、雨水は雨水のみ。

⑤ 新たな井戸を禁止しているが、地下水利活用の視点からは新規井戸も認める方向の考えはないのか　⇒水道局としては条例に沿って新規井戸の設置は禁止の方向である。地下水利活用は個別事業者の事情より公水としての視点が優先されるべきと考えている。

⑥ 地下水位が上昇傾向とのことだが、大規模に取水される前の安定水位はどの位か、水位が上り過ぎると弊害も出る　⇒平成 7 年、8 年頃の渇水期に弘法の清水の湧水が止まった時の基準井戸の水位が 117mだったので、これを下回らないように管理している。秦野盆地内には軟弱地盤は無いが、平塚方面には軟弱地盤があるので、地下水涵養について地域毎の対応が必要となる。

⑦ 水田涵養事業をすると雨災害時の流量調整機能が無くなるのでは、災害時対応への視点は　⇒山間部の水田のみが涵養の対象となっている。避難所に給水井戸を設置すること等の提案が上っている。

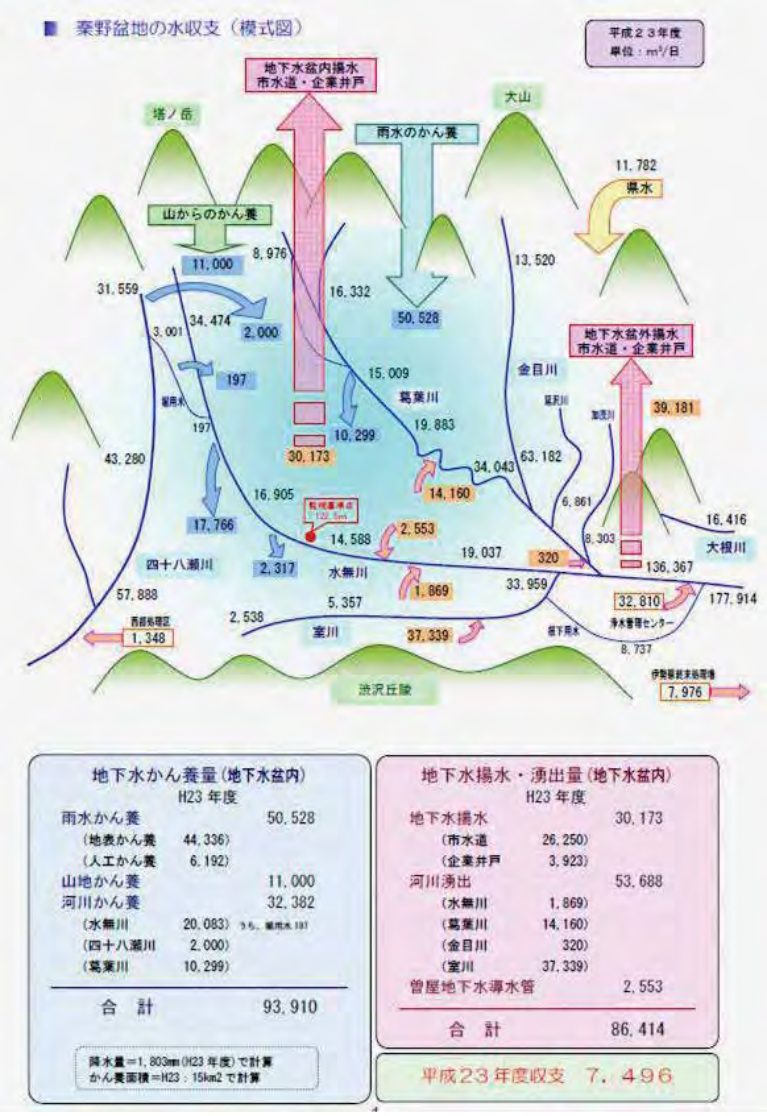


図　1.4.1-1 平成 23 年度秦野盆地の水収支（秦野市ＨＰ）

1.4.2　その他

文京区千駄木周辺防災協力井戸現地調査と企業ヒアリング

①日時：平成 22 年 1 月 18 日(金)、10：00～15：30

②参加者：平野部会長、藤川副部会長、稲葉委員、箱田委員、柴田委員、柳委員

③ヒアリング企業：㈱アサノ大成基礎エンジニアリング水資源事業部、佐藤様

④実施内容

・千駄木５丁目付近の民間防災協力井戸８ヶ所および谷中付近の井戸５ヶ所についてその実情を把握するために現地を踏査した。

・井戸掘削設置の方法について、計画から取水設備設置までの工程に関して説明を受け質疑応答を行った。

・井戸設置に関する規制と行政上の手続きおよび東日本大震災における井戸被害に関して説明を受けた。

第２章　調査成果

2.1　防災・減災に向けた地下水利用のあり方[1),2),3)]

2.1.1 近年の災害の現状

昭和 36 年（最終改正：平成 24 年）に制定された災害対策基本法は、「国土並びに国民の生命、身体及び財産を災害から保護するため、防災に関し、国、地方公共団体及びその他の公共機関を通じて必要な体制を確立し、責任の所在を明確にするとともに、防災計画の作成、災害予防、災害応急対策、災害復旧及び防災に関する財政金融措置その他必要な災害対策の基本を定めることにより、総合的かつ計画的な防災行政の整備及び推進を図り、もつて社会の秩序の維持と公共の福祉の確保に資する」ことを目的としている。

この法律では、暴風、竜巻、豪雨、豪雪、洪水、高潮、地震、津波、噴火その他の異常な自然現象や大規模な火事若しくは爆発などにより生ずる被害を対象として、これらの災害を未然に防止すると共に、災害が発生した場合における被害の拡大を防ぎ、災害の復旧を図ることを防災と定義している。

阪神淡路大震災の経験の後でさえ防災対策の計画・設計においては、想定した災害規模を前提として、この災害規模に対する被害最小化の考え方が採用されていたわけであるが、バブル期を経て社会・経済環境が大きく変化している中で発生した東日本大震災はこれまで想定してきた災害環境の大きな変化を認識させる出来事となった。

災害のメカニズムと災害に対する弱点が認識されるようになることで、想定する災害規模の妥当性に対する課題が浮き彫りとなり、災害規模を想定したソフト・ハードな対策だけで被害を抑止する「防災」だけではなく、防災計画上想定した災害規模を超えた事象に対しても、ハイテクとローテクの組合せ等によって、災害への予防・即応体制の確立と被害拡大の抑制、早期復旧を行う「減災」の考え方が叫ばれるようになっている。

本調査では、ここで挙げた「防災」、「減災」に向けた地下水（地下施設を利用して貯留・取水された地下水を含む）の利用方策を提案することを目的とする。

2.1.2 水の持つ災害ポテンシャル

近年、水に起因する様々な災害が発生している。

水が地表水の形で直接目に見える被害を与えている事例として、2011 年に発生した東日本大震災での大規模広域津波災害、同年紀伊半島特に和歌山、奈良を襲った長期間豪雨災害は記憶に新しいところであるが、この他にも異常気象によると思われる水害として、内水氾濫、高潮等があげられる。

一方、水として直接目には見えないものの災害要因となっている被害事例として、地下水の上昇や土の吸水飽和による強度低下からの地滑りや土石流がある。大都市圏で問題となっている地下構造物の不安定化、地震時の液状化現象による土砂噴出や構造物の沈下・側方流動、広域地盤沈下などもこの例である。

異常気象に起因するといわれている温暖（砂漠）化や水環境悪化からくる水流・水量不足も広義的には水に関わる災害といえよう。また、大都市圏での線状地下構造物による地下水流阻害や土壌汚染に起因する地下水汚染も健全な水循環を妨げるという意味で災害要因の一つとなっている。

2.1.3 水の持つ役割と利用実態

防災・減災を考える上で、平常時から水自身が持つ災害ポテンシャルを下げることで想定外力によって引き起こされる災害を防ぐことと、地震などの災害時や想定以上の外力によって引き起こされる災害時に水を利用することで被害ポテンシャルを最小限に抑えること、もしくは拡大させない役割を担えることも認識しなくてはいけない。

1)平常時における水利用の実態

内水氾濫などの災害に対しては、首都圏外郭放水路にみられるような地下空間施設の構築によって被害軽減を図る施策が実施されている。土石流などの地盤災害に関しても、地下水位低下が大きな効果を発揮している。しかしながらこのようにして集水された地下水は有効利用されることなく放流されていることがほとんどである。

一方、被害が都市部に集中する液状化や地下構造物の不安定化に関しては、地下水位低下が大きな効果を持つことが分かっているものの、広域地盤沈下や地下水の塩水化、過去に引き起こされた土壌汚染の拡散等、他の災害を引き起こす事例が頻発した事などから地下水位低下のために揚水利用される機会は少ない。

ヒートアイランド対策や低炭素社会に向けた省エネルギーのために地下施設に滲出する余剰地下水や雨水の地下貯留水の利用、健全な水循環維持のための浸透施設の設置などは水利用が着実に実施されている事例と言える。

2)災害時における水利用の実態

東日本大震災時に限らず、過去の幾多の災害時にみられる光景は生活水や飲料水を求める被災者の姿である。同震災時、津波に洗われ生活水に窮した被災者を救った自衛隊をはじめとする給水車の活躍が話題となる中、耐震性が高く地震動被害のなかった井戸（井戸水）の利用や古くからの自然湧水、トンネル湧水が利用されていた事実がある。

火災に対しては、初期消火に努め火災の延焼を食い止めることは大災害を未然に防ぐために重要であり、消火水としての水は必要不可欠である。消防法の規制もあり、江戸時代辻々に置かれていた手桶、防火水槽のように、消火栓設備や防火用水としてのビル地下貯留槽が設置されている。

農水産業・工業など、産業復活あるいは BCP の観点からの維持・継続にも清水の存在は欠かせない。これら利用に際しては、使われ方に応じて濁度・水質が改善されている。

このように、災害時の地下や地下水の有用性評価が見直されることにより、地下水利用の機会が増えてきている

2.1.4 地下水利用時の課題

従来から、災害を抑制し、被害を無くそうという試みは、過去の大災害を教訓としてその都度行われてきた法律や技術基準などの改正によって、一応の成果を上げてきた。

しかしながら、東日本大震災や、台風の大型化・梅雨前線の活発化等による豪雨災害などに見られるように、これまでの経験則から想定される外力規模を大きく上回るような災害となっており、現状の防災対策が必ずしも十分であるとは言い難くなってきている。

安全・安心な社会環境創造のためにハード・ソフト対策が求められており、そのため、

良きにつけ悪しきにつけ水が持つ役割には大きなものがある。

水には 2.1.2 に示したように地表水と地下水とがある。平常時の水利用にあたっては、大きく①地下水揚水による積極的水圧低下、②湧水機能補助（水抜きボーリングなど）による準積極的水圧低下、③地下構造物からの湧出による間接的水圧低下、④揚水・湧水・湧出水の散水・放流利用による気化熱、水流・水量の回復、⑤雨水・地下水の貯留等に整理することができるが、これを防災・減災の観点から改めて見直すことが重要である。さらに、災害時に地下水等の機能を効果的に発揮させるために、中央防災会議の提言 [3]にあるような公民の役割分担を明確にして、公助、共助、自助の速やかかつ円滑な活動が実施できるよう、官民が一体となって現在の法体系や地域コミュニティのあり方を見直すことも必要である。

本調査の対象である地下水を利用するに当たっては、汚染の有無の他、災害によって配水施設や流末施設の健全性（下水処理場、河川などの放流先）が確保されていることに留意する必要がある。また、健全な水循環が取り戻されれば、もともと恒温・自然浄化された地下水を直接利用できる湧水の完全復活が期待できることから、そのための施策を進める必要がある。そのためには、揚水施設の適正配置を含めた揚水に対する法的規制と官民共同による適正利用のための合意形成が求められる。内水氾濫対策のための神田川地下河川等の一時貯留水の利用等に対しては国民の理解の他、精度高い豪雨予測やそのための緊急排水システムの開発・構築などが必要になる。

旧（財）エンジニアリング振興協会地下開発利用研究センターは、内水氾濫対策、非常時の生活用水確保の一環としての地下貯留システムを提案しているが、本調査の緒となる調査研究 [4]である。この調査では、都市域におけるヒートアイランド現象や、局地的豪雨などによる自然災害等、現代の都市が抱える諸問題の解決が求められる現状を背景として、都市域で生活する住民の安全・安心を確保した豊かな生活環境を提供するとともに、低炭素社会の実現にも寄与することを目的として、地下空間および地下水・再生水・雨水を有効に利活用できる新しい水循環ネットワークについて検討が行われた。この検討では施設ネットワークや情報ネットワークによる防災力向上体制の確立を目指して、**図 2.1.4-1** に示す涵養源創出や余剰地下水の利水化、防災・利水を兼用する地下貯留施設とその連携管等からなる水循環ネットワークの構築を提案している。

本年度の調査では、行政・民間それぞれの立場で利用されている地下水の実態を整理し、利点・課題を整理することで、次年度の新たな提案に向けた方向性を探る。

2.1 節　引用参考文献

1）地下空間研究委員会：平成 24 年度全国大会研究討論会研-09 資料－地下空間の防災・減災と災害時避難－，土木学会，平成 24 年 9 月 5 日.

2）緊急時水循環機能障害リスク検討委員会：同委員会報告書，平成 19 年 3 月.

3）中央防災会議：大規模水害対策に関する専門調査会報告，平成 22 年 4 月.

4）旧（財）エンジニアリング振興協会地下開発利用研究センター：平成 22 年度地下水・再生水利活用の地下空間利用に関する調査報告書，平成 23 年 3 月.

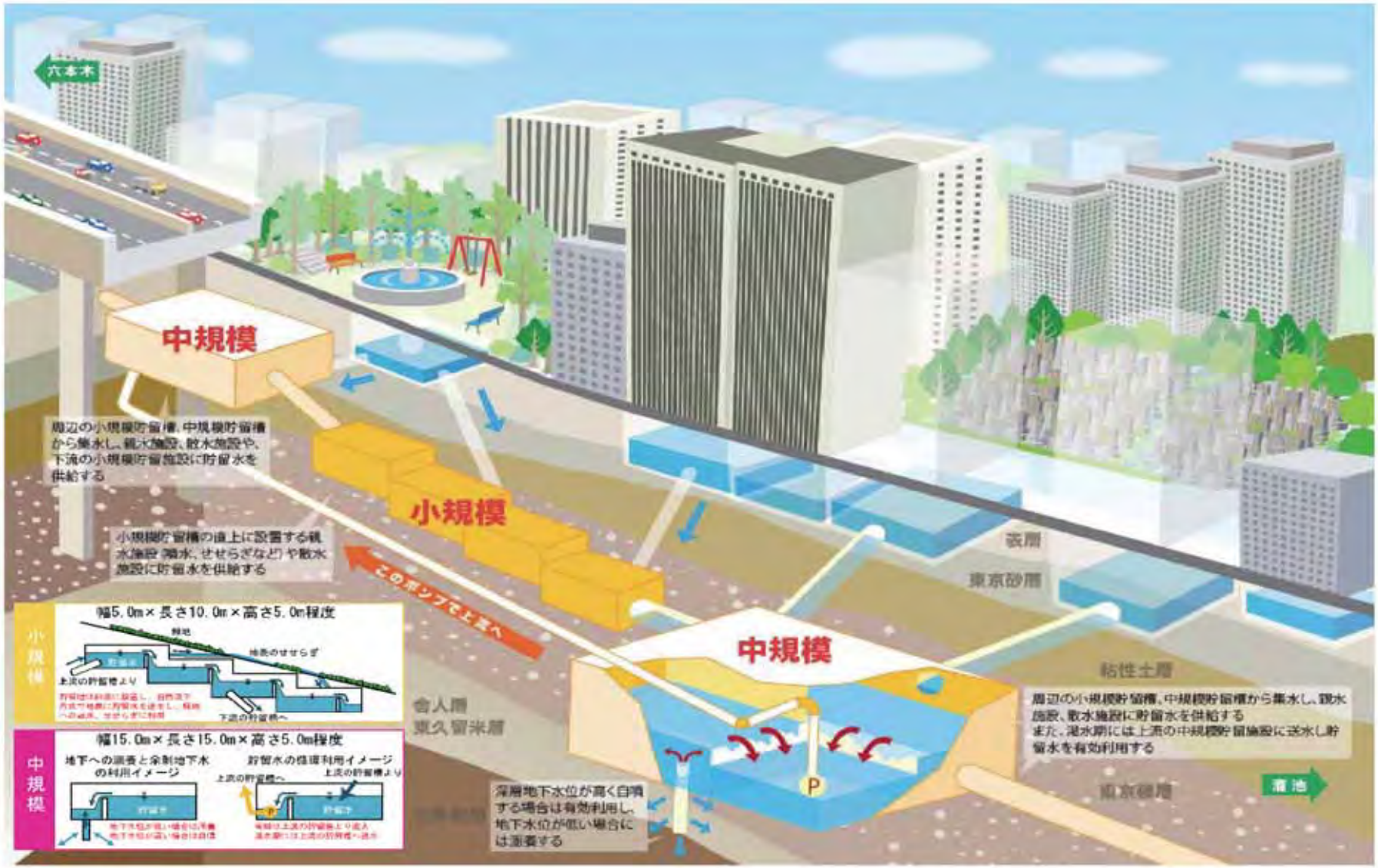


図 2.1.4-1　水循環ネットワークの概要

平成 22 年度地下水・再生水利活用の地下空間利用に関する調査報告書 4)

2.2 行政分野における動向

2.2.1 調査の着眼点

古来より、地下水は生活用水（飲料用、調理用、浴用等）、工業用水（飲食品製造業、原料用、洗浄用、冷却用等）、農業用水（農作物栽培用、温調等用）、養魚用水等、各種の用途に利用されているほか、都市蓄熱（ヒートポンプ、ヒートパイプ等）や、湧水公園等の環境用水といった多様な用途に利用されてきた [1)]。

1960年代から70年代にかけて、工業用水の過剰揚水による地盤沈下や塩水化などの地下水障害が顕著になり、いわゆる用水二法や自治体の条例・要綱で揚水が規制された。これらの規制の結果、近年は関東平野北部地域などの一部地域を除いて地盤沈下は沈静化しているが、臨海部では地下水の過剰採取による地下水の塩水化が生じている。

一方、地下水を防災あるいは災害時に利用するという視点では、静岡市、さいたま市などの自治体で策定された地域防災計画の給水計画として「防災井戸」に関する規定はあったが、それらの用途が飲料用や消防用水に限られていて、災害時の生活用水への利用という点では課題が残っていた。

平成７年(1995)1月に発生した阪神･淡路大震災で水道施設に甚大な被害を生じ、震災直後の消火用水､避難者の飲料用水､生活用水等のあらゆる場面で水が不足したことが契機となり、国や自治体でも防災や災害時に地下水を利用しようという動きが出始め、立法化や条例化が進み始めた現況がある。

このように､地下水が豊富な地域を中心に水循環の持続と環境整備の観点から湧水復活、地下水の有効利用、水量・水質保全などの動きが広がりを見せていて、国においても水循環基本法(仮称)の立法化の動きがあり[2)]､自治体でも地下水保全指針や条例の制定が相次いでいる。

本節では、これらの地下水利用に対する背景を踏まえ、国、自治体による最近の防災、災害時における減災のための地下水利用に対する施策の事例を挙げ、併せて防災、減災に向けた地域の取り組みの実情と課題について調査した結果を報告する。

2.2.2 国、自治体の施策と実情

1）国の施策

平成19(2007)年7月の新潟県中越沖地震では、断水が続くなか、阪神・淡路大震災を教訓に迅速な給水活動の一環として、通常は消雪用井戸として用いられる井戸の多くが地震災害時の生活用水の水源として利用されたことから、深刻な水不足には至らなかった。

この事例を踏まえて、地震災害時に利用できる井戸を整備することで地下水を有効に活用する手法について、平成21年(2009)に国土交通省より「震災時地下水利用指針(案)」[3)]が策定された。この指針では、震災時に身近な水源である地下水（井戸水）を有効に活用するための方策と事例が示されている。

一方、地下水の平常時利用として、地下水、湧水の飲用水・生活用水への利用あるいは地下水の恒温性、CO_2削減などの省エネ性に着目した地下水の熱利用の動きが拡がっている。

地下水利用については、いわゆる飲料水ビジネスや温泉水のほか、企業、サービス業、

公的機関等の専用水道としての利用が拡大している。特に、震災等の緊急時の用水確保の必要性から、大量の水を必要とする病院やホテルで導入が進んでいる。このような動きを受け、環境省は平成 22 年(2010)に「地下水管理の考え方」および「湧水保全・復活ガイドライン」を策定して地下水や湧水の利用と保全・管理方針を示している。

熱利用については、最近では、消雪パイプ、冷房・暖房システム、給湯システムや特に高い熱量を必要とする工場、病院、ショッピングモール、動物園、植物園、ビニールハウス、養魚場など大型施設での利用拡大が注目されている[4)]。このため、環境省では平成 24 年(2012)に「地中熱利用にあたってのガイドライン」を策定して、地中熱利用ヒートポンプのメリット、想定される地下水・地盤環境に影響を及ぼす可能性と技術の導入における留意点、熱利用効率の維持や地下水・地盤環境の保全に資するモニタリング方法などを示した[5)]。

日本での地中熱利用、特にヒートポンプの利用は、海外に比べかなり遅れていたが、平成 12 年(2000)年以降は補助金制度や環境意識の高まりから設置件数が増加しており、クローズドループ方式を中心に普及段階に入ったといえる（図 2.2.2-1)。

国土交通省では､公共施設や住宅のゼロエネルギー化を目指した取組みを強化しており、一部の庁舎では液状化対策を併用した地中熱利用システムを導入している。また、比較的緩い砂層が分布し、地下水位が高い場所で液状化対策工を行う際に、オーガーケーシングを用いて削孔し、図 2.2.2-2 に示すような熱交換器を地中に設置することにより、地中熱ヒートポンプシステムのイニシャルコストを低減できる。この工法は、山梨県内で考案され、液状化が予想される地盤分布域にあたる中央リニア新幹線の駅建設工事での利用が考えられている[3]。

また、ESCO 事業(Energy Service Company)は、1970 年代に米国で始まったビジネス形態で、1990 年代後半から我が国にも導入され、自治体でも採用の動きが広がっている。この事業は、省エネルギーに関する包括的なサービスで、ビルや工場などの建物の（省エネルギー診断・設計・施工・導入設備の保守・運転管理・事業資金調達など）を ESCO 事業者が提供し、それによって得られる省エネルギー効果を事業者が保証し、削減した光熱水費の中から ESCO サービス料と顧客の利益を生み出す事業で、従来の公共工事とは異なる形態となっている。

資源エネルギー庁では、省エネ ESCO フェアを開催して普及を図るとともに、エネルギー使用合理化事業者支援事業、住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業、地域省エネルギー普及促進対策事業などを実施している。

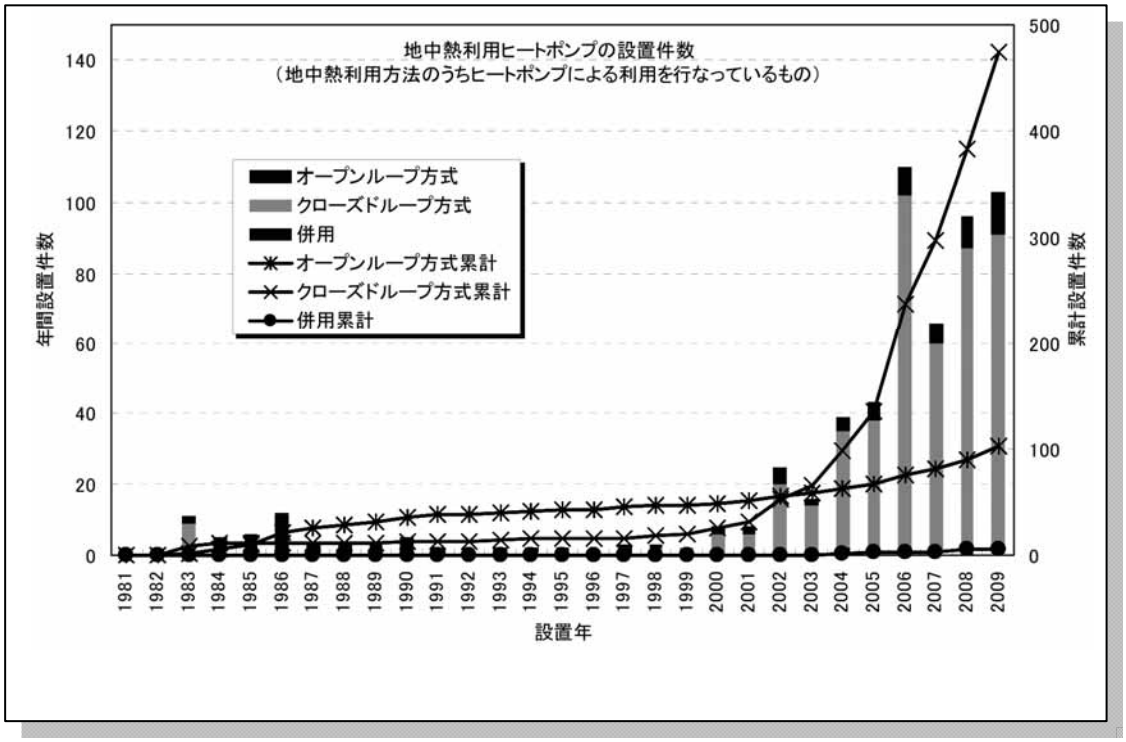


図 2.2.2-1　地中熱ヒートポンプ国内設置件数（環境省[5]より引用）

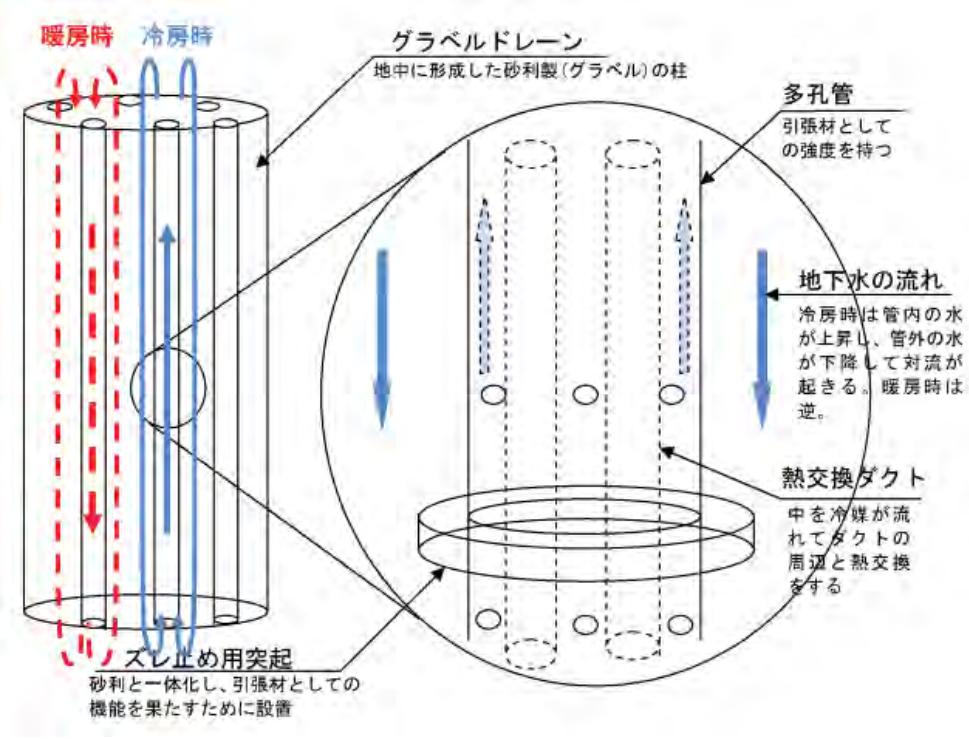


図 2.2.2-2　グラベルドレーン工法を用いた液状化対策と地中熱利用
（地中熱利用促進協会[6]より引用）

2) 自治体の施策と実情

自治体では、地震災害時の地下水利用を想定し、主として防災・災害井戸や近隣自治体との連携を意図した地域災害協定に関する制度の策定や取り組みが拡がりを見せている。

表2.2.2-1は、阪神・淡路大震災が発生した平成7年(1995)～平成8年(1996)当時における自治体の地下水利用に対する取り組み事例を示している[5][6]。現在では、多くの自治体が地域防災計画による災害用井戸の整備を進めており、たとえば文京区では88箇所、中野区では402箇所の防災協定井戸が指定されている。

表 2.2.2-1(1)　自治体の地震災害時における地下水利用に関する取り組み [5)6)]

行政機関	地震災害時における地下水利用に関する取り組み
東京都	・23区内で2769本の井戸が非常災害用の井戸に指定されている。(平成7年)
茨城県	・30市町村を対象に、耐震水槽の整備や井戸掘削事業、給水車の整備などを補助する制度がスタート。(東京新聞:平成8年1/17)
神戸市	・市民、事業所、工場等が所有する井戸のうち、災害時に自主的に一般開放していただける井戸を「災害時市民開放井戸」として登録する制度をスタート。(平成8年)
横浜市	・昨年、災害時に飲み水として利用できる井戸を市民から募集、9月下旬までに計5500件の申し込みを受け、その後、無料で水質検査を実施、基準に適合した3517ヶ所を「災害応急井戸」に指定、各区別の名簿とマップを作成した。 ・市内68ヶ所の灌漑用井戸の水質検査を行い、うち28の井戸を同様に指定した。(以上、東京新聞:平成8年2/14)
川崎市	・指定井戸制度(100件)を平成8年度から予定。
文京区	・公衆浴場、豆腐店所有の井戸などが、「防災協定井戸」として指定されている。
台東区	・避難所の水を確保するために、平成9年時点で区内の5校の学校用地に新規井戸の設置を行った。深井戸(飲料水)、浅井戸(生活用水)と使い分けている。
葛飾区	・深井戸4本あり。(The21　平成7年4月号)
世田谷区	・「災害時の井戸水提供の家」ということで、個人所有の井戸を区民から募り、平成7年3月末現在、1999軒の登録がある。指定されると金色の表示板を掲示して、年1回の水質検査と2年に1回の消毒液散布を行っている。昭和58年度から、指定井戸に手動ポンプを設置するか、修理する場合、申請により所要経費の1/2、5万円を限度に補助を行っている。ただし、日常の管理は自主的に行うようお願いしている。現在、防災マップに指定井戸を記載し、公表する予定である。(雨水協発行「ウォーターエコロジー」平成7年) ・平成7年8/26現在
練馬区	・「ミニ防災井戸」として、約580ヶ所を指定している。仙川上水周辺に湧水がかなりあり、その活用について、現在見直している。(雨水協発行「ウォーターエコロジー」平成7年) ・阪神・淡路大震災後、「ミニ防災井戸」について30件の問い合わせがあり、周辺の人も使いやすい20本の手押しポンプを修理した。(朝日新聞:平成7年8/26)
目黒区	・区内に多数の井戸があり、災害時に水源として使わせてもらえるよう、区と協定を結んでもらっている。飲料には適さないが、近所の人達で話し合って使い方を工夫して欲しいと考えている。(SAP平成7年7/5号)
中野区	・277本だった民間井戸の指定が、補正予算で50本増え、さらに20本の追加が期待される。(朝日新聞:平成7年8/26)
杉並区	・阪神・淡路大震災後、指定井戸の数が1038から54本増え、さらに50本の申請検査待ちである。同区では、ポンプとコンクリートの台の設置費として9万円を負担している。また、67ある区立の学校に被災者用の大型井戸を設置する計画も当初3年であった計画を2年に短縮して実施している。(朝日新聞:平成7年8/26)

表 2.2.2-1(2)　自治体の地震災害時における地下水利用に関する取り組み(続き)

三鷹市	・災害時の地下水利用という観点から、個人用の井戸の利用を考えている。条件としては、水道が止まった時に近所の方に分けてもらえること、現在使用していて、これからも使い続ける井戸であること、停電に備えて手動で汲み上げられること、飲料に適することが挙げられている。また、震災用給水所として、市で深さ20mぐらいの井戸と給水池をセットにして整備している。これは、井戸のポンプだけでは管が細くて揚水能力が小さいので、大量に水が使えないからである。水を貯めておいて、使って減った分は夜間、時間をかけて補充するしくみになっている。
国分寺市	・「井戸端会議」のできる市民の憩いの場、水と大地の健全化を考える場、災害時の飲料水を得る場として、広い目的をもって「むかしの井戸」が児童公園等の公共広場、計8ヶ所に設置された。(平成1・2年度)
日野市	・湧水が総延長約180kmの水路に流れており、防災用として位置づけている。(雨水協発行「ウォーターエコロジー」平成7年)
府中市	・東芝やサントリー、東京競馬場などと災害時に井戸水を提供してもらう協定を結んでいる。(朝日新聞:平成7年8/22)
多摩市	・市内4ヶ所の深井戸に貯水槽を設けている。(朝日新聞:平成7年2/2)
武蔵野市	・市民の要望もあり、水道が破壊された時に備え、市内8ヶ所に深井戸を残し、電気が止まった時、無人で給水を始める自家発電装置もつけている。(朝日新聞:平成7年2/5)
東久留米市	・防災計画の中で、43ヶ所の個人所有の井戸を飲料用井戸に指定している。また、市内の会社と工場に深井戸があり、供給可能量が多いので、市と協定を結んでいる。(雨水協発行「ウォーターエコロジー」平成7年)
千葉市	・防災計画を見直す一方、飲料水確保のため、市内小学校10ヶ所に井戸を設置。(東京新聞:平成8年1/17)
市川市	・民間病院の敷地内に用地の無償提供を受け、市が防災用井戸を設置。現在2ヶ所に設置している。深さ150m程度の耐震性井戸で、非常用発電機と浄水機を常備している。市が施設・設備の点検を年1回実施している。平常時は、敷地を提供している病院が日常水源として使用してよいことになっている。

自治体の防災井戸及び防災用貯水タンクの設置例を写真 2.2.2-1 及び図 2.2.2-3 に示す。これらの防災設備は、表 2.2.2-3 に示すように、地域防災計画の給水計画や災害時の応急井戸として規定されていて、地域防災で位置づけられた水量の確保が困難な場合や、図 2.2.2-3 に示すように、給水施設の配置の関係で容易に給水を受けられない地区がある場合は、補助水源として、防災井戸等の地下水をトイレ用水、洗濯用水に使うことを有効としている。ただし、新潟市のように防災井戸の登録が進みながら、用途が消火用に限られ、給水を許可していない例もある[7]。

また、井戸の設置に関して、地域によっては地盤沈下への懸念から地下水の利用に制約がある。災害時の非常時用水の量は、日常の水道水源や経済活動で利用される水量に比べ規模が小さく、期間も限定されるため、地盤沈下が生じる可能性は低いが、規制で新設が認められない場合もある。

写真 2.2.2-1　防災井戸の設置例（東京都荒川区[8]より引用）

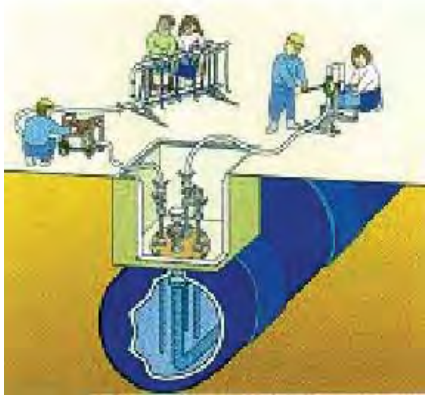


図 2.2.2-3　災害用貯水タンクの設置イメージ（さいたま市[9]より引用）

表 2.2.2-2　自治体の防災井戸の用途の例

（震災時の水の確保に関する研究会[7]より引用）

主な自治体	飲料水	炊事用水	トイレ用水	入浴用水	洗濯用水	消防用水	医療用水	根拠となる制度や要綱等
札幌市			○	○	○			札幌市災害応急時における協力井戸指定に関する要綱
仙台市			○	○	○			仙台市災害応急用井戸登録等取扱い要領
さいたま市			○	○	○	○		さいたま自主防災組織補助金交付要綱
千葉市	○	○	○	○	○	○		千葉市防災井戸の指定等の取扱いに関する要綱
川崎市	○	○	○	○	○			災害時における飲料水及び生活用水の供給源としての井戸及び受水槽の有効活用に関する要綱
新潟市						○		合弁建設計画及び震災対策事業
静岡市						○		消防水利の基準
磐田市						○		磐田市地域防災計画、消防水利の基準
名古屋市			○	○	○	○		災害応急用井戸要綱
京都市			○	○	○			京都市災害時協力井戸制度 京都市災害時協力井戸の登録等に関する要綱
神戸市			○	○	○			神戸市災害時市民開放井戸登録制度実施要綱

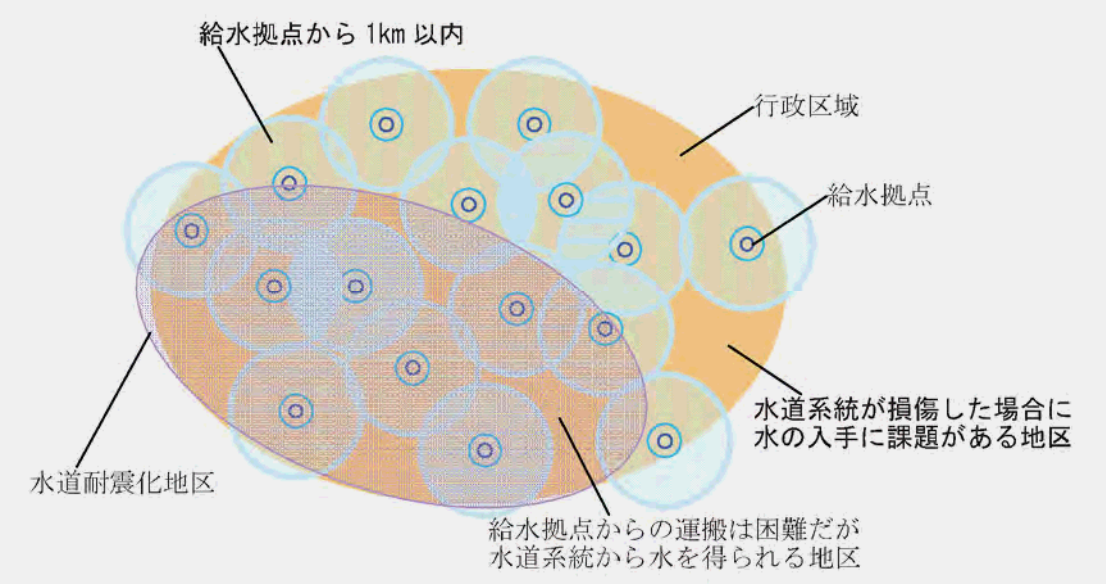


図 2.2.2-4　給水地点から水の運搬が困難な地区の想定イメージ

（地震発生から 3 日後、国土交通省[3]より引用）

2.2.3 防災・減災に関する事例

ここでは、防災・減災を目的とした自治体の取り組み事例を収集し、代表的な事例について、施策上の位置づけ、活用期間・用途・整備手法などの防災・減災への利用(計画)状況、課題を記載した。なお、収集した事例は付表として巻末にまとめて表示した。

以下に自治体の取り組みの代表事例として、愛知県名古屋市、茨城県、神奈川県、静岡県の例を記載する。

1) 愛知県名古屋市

(1) 施策上の位置づけ

愛知県は、1960 年代に著しい地盤沈下を生じた濃尾平野に位置しているため、国土交通省の地盤沈下防止対策要綱により、筑後・佐賀平野、関東平野北部と並んで表 2.2.3-1 に示す地下水採取規制が行われている。

また、地下水の防災利用に関しては、上水道や消防用水等の応急・復旧対策も含めた「地域防災計画」に応じて定められることが想定されるが、主に「発災直後の補助的水源」をイメージした整備が進められている場合が多い。

名古屋市においては、表 2.2.3-2 に示すように、発災後の数日～一週間程度の期間における活用をイメージして「災害応急用井戸」の整備(登録)が進められており、いわゆる「備蓄水」と「水道等の給水の復旧」との間を埋める位置づけとして扱われている。

表 2.2.3-1 地盤沈下対策要綱の概要

	濃尾平野		筑後・佐賀平野			関東平野北部	
名称	濃尾平野地盤沈下防止等対策要綱		筑後・佐賀平野地盤沈下防止等対策要綱			関東平野北部地盤沈下防止等対策要綱	
決定年月日	昭和60年4月26日		昭和60年4月26日			平成3年11月29日	
一部改正年月日	平成7年9月5日		平成7年9月5日			—	
評価検討年度	平成16年度・平成21年度		平成16年度・平成21年度			平成16年度・平成21年度	
地下水採取量【実績】(規制、保全地域) m3／年		規制地域		佐賀地区	白石地区		保全地域
	昭和57年度	4.1億	昭和57年度	7百万	12百万	昭和61年度	6.6億
	平成19年度	1.6億	平成19年度	3百万	4百万	平成19年度	5.1億
地下水採取目標量(規制、保全地域) m3／年	目標量(規制地域)	2.7億	目標量(規制地域)	6百万	3百万	目標量(保全地域)	4.8億
対象地域	岐阜県、愛知県及び三重県の一部地域		福岡県及び佐賀県の一部地域			茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県及び千葉県の一部地域	

平成22年3月30日に「地盤沈下防止等対策要綱に関する関係府省連絡会議」を開催し、地盤沈下の現状と今後の取り組みについて評価検討を行い、以下の点について確認した。

① 地下水の年間採取目標量については、地盤沈下を防止し、併せて地下水の保全を図るために達成又は遵守されるべき目標として継続すること。
② 渇水時の地盤沈下の進行に対応するため、地下水の管理方策について調査・研究を推進すること。
③ 今後、各地域において、深刻な地盤沈下の発生等の問題の兆候がみられた場合には速やかに必要な措置をとるものとすること。
④ 関係府省連絡会議は、概ね5 年毎に地盤沈下防止等対策等について評価検討を行うこと。

(国土交通省[11]より引用)

表 2.2.3-2　地域防災計画における給水計画と目標(名古屋市[12]より引用)

経過日数	～3日	～10日	～21日	～28日
目標応急給水量 (1日あたり)	3L	20L	100L	250L
用途	生命維持のための必要最低限の水量	調理、洗面等の最低生活に必要な水量	調理、洗面および最低の浴用、洗濯等に必要な水量	被災前給水量
給水方法	備蓄水を利用 医療施設や避難所への運搬給水 災害応急用井戸による生活用水の供給		応急給水施設や地下式給水栓での拠点給水	復旧した水道管での給水

(2)　防災・減災への利用(計画)状況

国土交通省の「震災時地下水利用指針(案)」における「補助水源」,「主に飲料水以外の生活用水」にあたる「トイレ用水」や「消防用水」,「洗濯用水」等、飲料水以外の用途を想定している場合が多い。また、平常時の管理における「水質指標」についても、pH や臭気，色度，濁度等、ごく基本的な基準項目に限定されている場合が多い。

ただし、一方では対象の防災井戸に「滅菌装置」等も併設整備している場合もあり、自治体によっては「応急的な飲料水の供給」も視野に入れた整備を進めている場合もある。

自治体における「防災井戸」の整備手法は、①新たに井戸を整備、②既存の民間井戸を活用に区分される。

このうち、①については、公共用地を活用した整備であるとともに、規模も大きくまた性能(水量や水質)もある程度高いものが想定されるが、整備費用もかさむことが想定されるため、図 2.2.2-3 のような想定イメージに基づいて整備候補地が選定され、局所的・地域限定の取組みになることも想定される。

一方、②については、①を含めた「地域防災計画」を補完するような位置づけとも考えられ、整備の進捗が対象の事業所や個人の協力に依存するものではあるが、相対的にきめ細かい防災対策が進められる一手法とも考えられる。

2) 茨城県及び各自治体

(1)　施策上の位置付け

(a)防災井戸

・茨城県では、「茨城県地域防災計画（地震災害対策計画編、平成 24 年 3 月)」では、災害時の地下水利用を次のように位置づけている。

・県が主体：医療救護活動として、病院に災害用井戸を整備

・市町村が主体：小中学校等の防災拠点に井戸を整備

(b)地下水利用・保全[13)]

①茨城県生活環境の保全等に関する条例（H17.10.1 施行）

・経過：S47.1.1 公害防止条例施行（届出制）　⇒　H17.10.1 生活環境の保全等に関する条例施行（届出制）

・規制地域：県内全域

・規制(届出)対象施設：全用途揚水機吐出口断面積が 19cm2 以上のもの（届出）

②茨城県安全な飲料水の確保に関する条例（S55.10.30）

神栖町の飲用井戸から有機ヒ素、牛久の飲用井戸からトリクロロエチレンが検出されたことに伴い、届出と水質検査の義務付けを強化した。

目的を比較すると、「管理責任の明確化」「管理範囲の拡大」「安全、県民の健康の確保優先」という点が明確になっている。

・経過：「茨城県給水施設条例」S55.10 施行　⇒　H16.3 改正　⇒　H16.10 施行

・規制対象：

（改正前）50 人以上の方に，水道水以外の水（主に井戸水）を供給する施設（小規模水道）について，保健所への届出や水質検査等が義務付け。

> (目的)
> 第 1 条　この条例は，法令に定めがあるもののほか，小規模水道，小簡易専用水道及び簡易専用水道(以下「給水施設」と総称する。)の布設及び管理の適正化に関し必要な事項を定めることにより，清浄な飲料水を確保し，もつて公衆衛生の向上に寄与することを目的とする。

（改正後）水道水以外の水を供給しているすべての賃貸住宅（アパート、マンション、1 戸建式賃貸住宅、貸家等）に拡大。

> (目的)
> 第 1 条　この条例は，法令に定めがあるもののほか，小規模水道，小簡易専用水道及び簡易専用水道(以下「小規模水道等」という。)並びに飲用井戸等の設置者の責務を明らかにするとともに，小規模水道等の布設及び管理の適正化並びに飲用井戸等の管理の適正化に関し必要な事項を定めることにより，安全な飲料水を確保し，もつて公衆衛生の向上に資するとともに，県民の健康で快適な生活環境の確保に寄与することを目的とする。

(c)揚水規制

茨城県は、特に西部の地域において恒常的に地盤沈下が発生した経緯があり、前出の表 2.2.3-1 に示した揚水規制を行っている。

①茨城県地下水の採取の適正化に関する条例（S52.4.1 施行）

・経過：S52.4.1 施行　⇒　S.52.6.1 揚水規制

・規制地域：指定地域（30 市町村）
・規制(届出)対象施設：全用途揚水機吐出口断面積が 50cm² を超えるもの。但し、農業用については 125cm² を超えるもの、採取量報告義務あり
・許可基準：地下水の採取により地下水の水位の異常な低下又は地下水への塩水若しくは汚水の混入等の障害の防止に支障が生じ、又は生じるおそれがあると認めるときは不許可

(2) 防災・減災への利用(計画)状況

(a)防災井戸に対する取組み

表 2.2.3-3 に茨城県内の自治体の防災井戸に関する取組みの概要を示す。特に、龍ケ崎市では、東日本大震災で上下水道が断水したことから災害時の給水を確保するため市内すべての公民館に井戸とポンプの設置を計画している。

表 2.2.3-3　茨城県内の自治体の防災井戸に関する取組み概要 12)

自治体名	防災井戸に関する取組み概要
高荻市	復興交付金により高台地域の学校へ飲料水確保用の井戸を整備（当面は小学校３校（高萩小、秋山小、松岡小）、中学校２校(秋山中、松岡中))
龍ヶ崎市	災害時の給水を確保するため市内すべての公民館に井戸を設置
水戸市	水戸市：協力井戸登録制度にて 400 件の募集を行っている
日立市	災害時の水確保の観点から、民間井戸の登録制度を実施する予定としている
牛久市	地域防災計画において防災井戸に対する取り組みを強化しているようである
ひたちなか市	市内に災害用井戸を設置予定（勝田地区小学校 14 校）
鹿嶋市	14 地区に防災井戸を設置済み、今後拡大予定

また、市公共施設井戸マップを作成しており、このマップでは市施設に設置の井戸のうち「飲料可能」「飲料不可（生活用）」および飲料水としても利用可能な耐震防火水槽（100m³）の場所を地図化している(図 2.2.3-1)。

図 2.2.3-1　竜ヶ崎市公共施設井戸 MAP(茨城県[14]より引用)

(b)湧水の利用

茨城県の代表的な湧水と概要は「巻末付表　茨城県の湧水一覧」に示すとおりで、飲用としての利用が主（遠方からの水汲みなど）となっている。

(c)地下水の利用

①いばらき水のマスタープラン（H14.3 制定⇒H19.3 改定）

・地球温暖化や異常気象など、近年においては水環境を取り巻く状況が変化してきたことを受け、茨城県では、涵養も含めた適正な水循環と利用を目的とした「いばらき水のマスタープラン」を策定している。施策の体系は図 2.2.3-2 のとおりである。

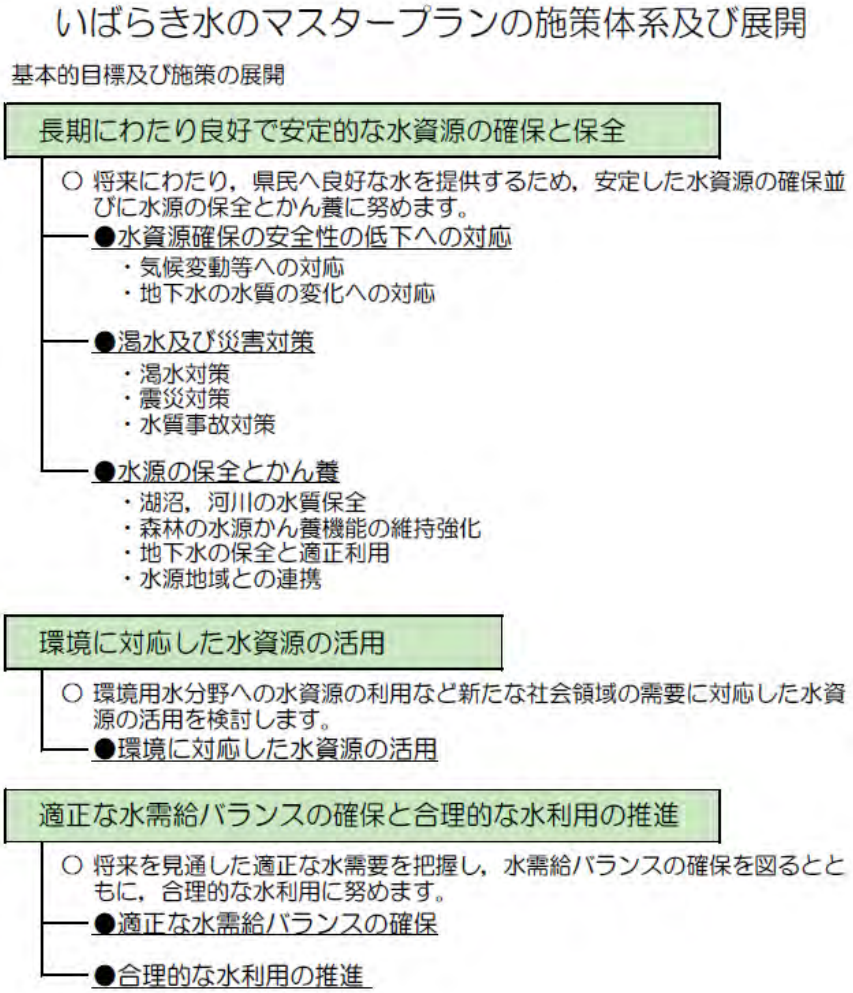


図 2.2.3-2　いばらき水のマスタープラン（茨城県[14]より引用）

地下水の利用に関して、表 2.2.3-4 に県西部を中心とする揚水規制地域、図 2.2.3-3 に地盤沈下対策地域を示す。

表 2.2.3-4　「茨城県地下水の採取の適正化に関する条例」における揚水規制地域[13]

鹿島	県南	県西
鹿嶋市、潮来市、神栖市、行方市、鉾田市	土浦市、石岡市、龍ケ崎市、取手市、牛久市、つくば市、守谷市、稲敷市、つくばみらい市、かすみがうら市、小美玉市（旧玉里村の区域のみ）、稲敷郡美浦村、阿見町、河内町、　北相馬郡　利根町	古河市、結城市、下妻市、常総市、筑西市、坂東市、桜川市（旧真壁町、旧大和村の区域のみ）、結城郡八千代町、猿島郡五霞町、境町

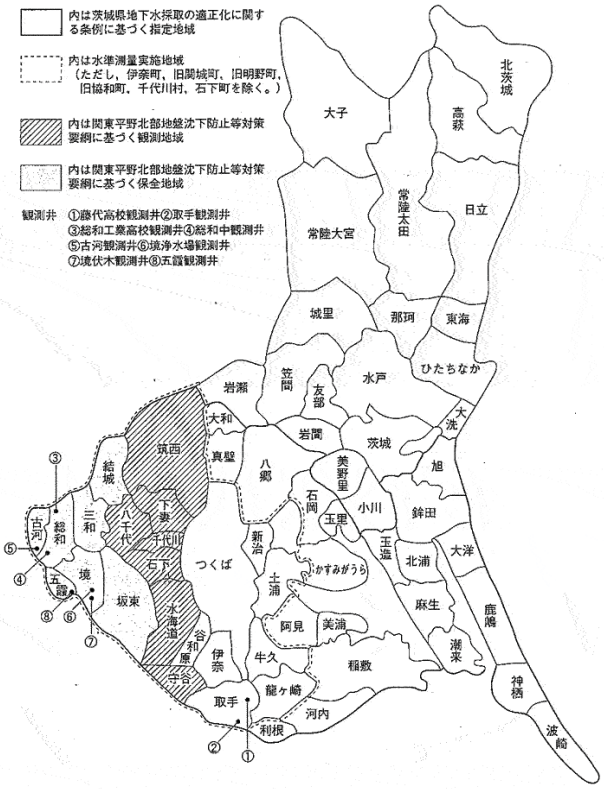


図 2—3—3　地盤沈下対策地域（17 年 3 月 31 日現在）

図 2.2.3-3　茨城県の地盤沈下対策地域（茨城県[13]より引用）

(d)雨水の利用

下水道や河川への雨水の流入を抑制や地下水および水道水の節水を目的として、一部の自治体では雨水利用に関する助成制度が設けられている（表 2.2.3-5)。

平成 24 年度は日立市および水戸市において実施されている。

表 2.2.3-5　雨水利用に対する助成制度(茨城県[13]より引用)

市町村名	補助割合	上限金額	容量制限	担当窓口
日立市	2/3	40,000 円	200ℓ以上	都市建設部　都市整備課
	1/2	30,000 円		
水戸市	1/2	30,000 円	100ℓ以上	環境保全係
守谷市	1/2	30,000 円		生活環境課生活環境グループ ※ H19 で終了

(3) 課題

・全国で、地下水の採取・保全に関する条例を制定しているのは、山形県、茨城県、富山県、静岡県、熊本県の 5 県であり、かつ地盤沈下などによる揚水規制の面もあり、茨城県は地下水の利用に関して若干慎重であるといえる。

・東日本大震災以降、防災井戸等、災害時の地下水利用を進めているものの、現状では計画段階または整備中の自治体が多く、非常時電源等の整備も含め推進することが今後の課題である。

3) 神奈川県及び各自治体

(1) 施策上の位置づけ

(a)地下水採取規制に関する条例等

①工業用水法

政令で定める地域について、工業用水の合理的な供給を確保するとともに、地下水の水源の保全を図り、もってその地域における工業の健全な発達と地盤の沈下の防止に資することを目的としている。

指定地域：神奈川県内の指定地域は以下のとおり

・川崎市のうち東京急行電鉄東横線以東の地域。ただし、公有水面を除く

・横浜市のうち、鶴見区（京浜急行電鉄本線以南の地域に限る）及び神奈川区（京浜急行電鉄本線以南の地域に限る)。ただし、公有水面を除く

地下水採取の許可：指定地域内の井戸により地下水を採取してこれを工業の用に供しようとする者は、市長の許可を受ける。

地下水採取量等の報告：許可井戸の使用者は、毎年、許可井戸の水位の状況、運転状況及び地下水採取量等を市長に報告する。

②神奈川県生活環境の保全等に関する条例

県条例では、地下水を採取したことにより地盤の沈下が生じている地域並びに地下水の状況から地盤の沈下が生ずるおそれがあると認める地域を地下水の採取を規制する地域として指定している(図 2.2.3-4)。

指定地域：平塚市、茅ヶ崎市、厚木市の一部、海老名市及び寒川町。

地下水採取の許可：指定地域内において揚水施設により地下水を採取しようとする事業者は、知事（又は市長）の許可を受ける(表 2.2.3-6)。

地下水採取量等の測定等：

・許可を受けた揚水施設により地下水を採取している事業者は、毎年、許可を受けた揚水施設の運転状況、地下水採取量及び地下水位等を測定、記録、保存し、測定結果を知事（又は市長）に報告する。

・県条例では、鎌倉市、藤沢市及び厚木市の一部（指定地域以外の地域）を指定地域の周辺の地域としており、これらの地域内において揚水施設により地下水を採取している事業者は、毎年、揚水施設の運転状況及び地下水採取量等を測定、記録、保存し、測定結果を知事（又は市長）に報告する。

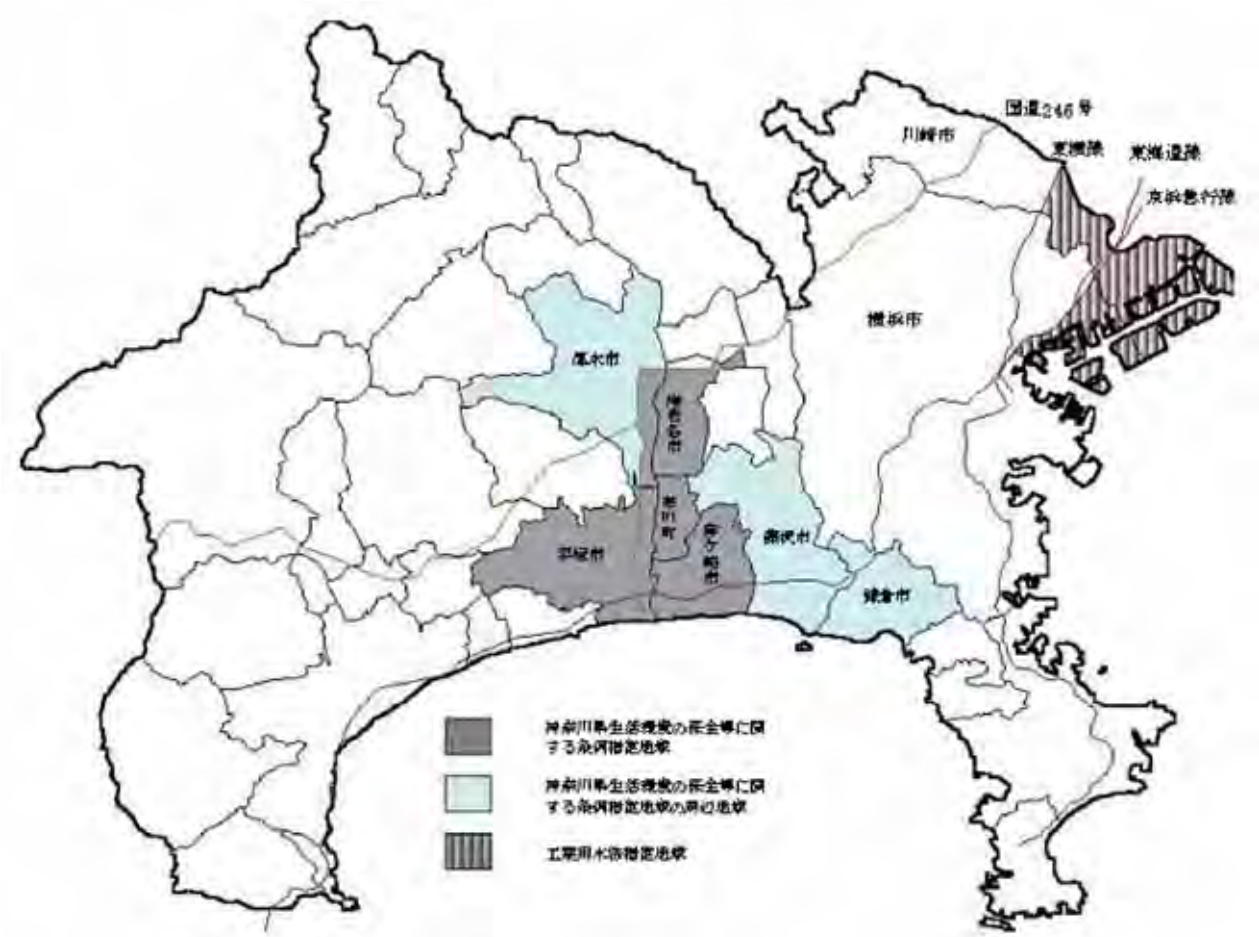


図 2.2.3-4　神奈川県生活環境の保全等に関する条例及び工業用水法に基づく指定地域

（神奈川県 [15] より引用）

表 2.2.3-6　神奈川県生活環境の保全等に関する条例の許可対象及び許可基準

（神奈川県[15]より引用）

<table>
<tr><td colspan="3">許　　可　　対　　象</td></tr>
<tr><td colspan="3">一事業所における揚水機の吐出口の断面積の合計（吐出口が２つ以上ある場合はその合計）が６ｃｍ²を超える揚水施設</td></tr>
<tr><td colspan="3">許　　可　　基　　準</td></tr>
<tr><td>吐出口の断面積の合計</td><td>ストレーナーの位置</td><td>原動機の定格出力（ｋＷ）</td></tr>
<tr><td>２２ｃｍ²以下</td><td>１００ｍ以深</td><td>２．２ｋＷ以下
〔ただし、当該揚水機を設置する井戸の全揚程（実揚程に管の損失水頭を加えたものをいう。）が50ｍ以深の場合は、3.7kW以下〕</td></tr>
</table>

③横浜市生活環境の保全等に関する条例

横浜市条例では、地下水採取による地盤沈下を防止するため、横浜市全域を指定地域として地下水採取の許可（又は届出）について規定している。

④川崎市公害防止等生活環境の保全等に関する条例

川崎市条例では、地盤沈下等を防止するため、川崎市全域を指定地域として地下水採取の許可（又は届出）について規定している。

⑤その他の条例等

小田原市、秦野市、海老名市、南足柄市、座間市、中井町、開成町、箱根町、湯河原町及び真鶴町では、地下水源の保全等を目的とした条例（要綱）を制定している（巻末付表参照）。

(b)地下水保全に関する施策等

①県の施策　「かながわ水源環境保全・再生施策大綱」

神奈川県では、水源環境を保全・再生し、県民の皆様の暮らしを支える良質な水を安定的に確保していくためには、長期にわたる継続的な取組が必要であるとの考えのもと、平成 17 年に「かながわ水源環境保全・再生施策大綱」を策定し、平成 19 年度以降の 20 年間における取組全体の基本方針を示すとともに、この施策大綱に基づき「かながわ水源環境保全・再生実行５か年計画」を策定し、12 の特別対策事業に取り組んでいる(表 2.2.3-7)。

そして、この特別対策事業の財源として個人県民税の超過課税（水源環境保全税）を導入して、事業を展開している（表 2.2.3-8)。

http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f41093/

表 2.2.3-7 かながわ水源環境保全・再生施策大綱

（神奈川県[15]より引用）

計画期間	平成 19（2007）～平成 38（2026）年度
目的	良質な水の安定的確保
理念	河川の県外上流域から下流まで、河川や地下水脈の全流域、さらには 水の利用関係で結ばれた都市地域を含めた地域全体（水の共同利用圏域）で 自然が持つ水循環機能の保全・再生を図る。
施策展開の視点	総合的な施策推進 県民の意志を基盤とした施策展開 順応的管理の考え方に基づく施策推進

計画期間	平成 19（2007）～平成 23（2011）年度
対象事業	水源環境の保全・再生への直接的な効果が見込まれるもので、 県内の水源保全地域を中心に実施する取り組み 水源環境保全・再生を進めるために必要な新たな仕組みを構築する取り組み
事業数と新規必要額	12 事業
	約 190 億円（5 年間の総額）
	約 38 億円（年度平均）

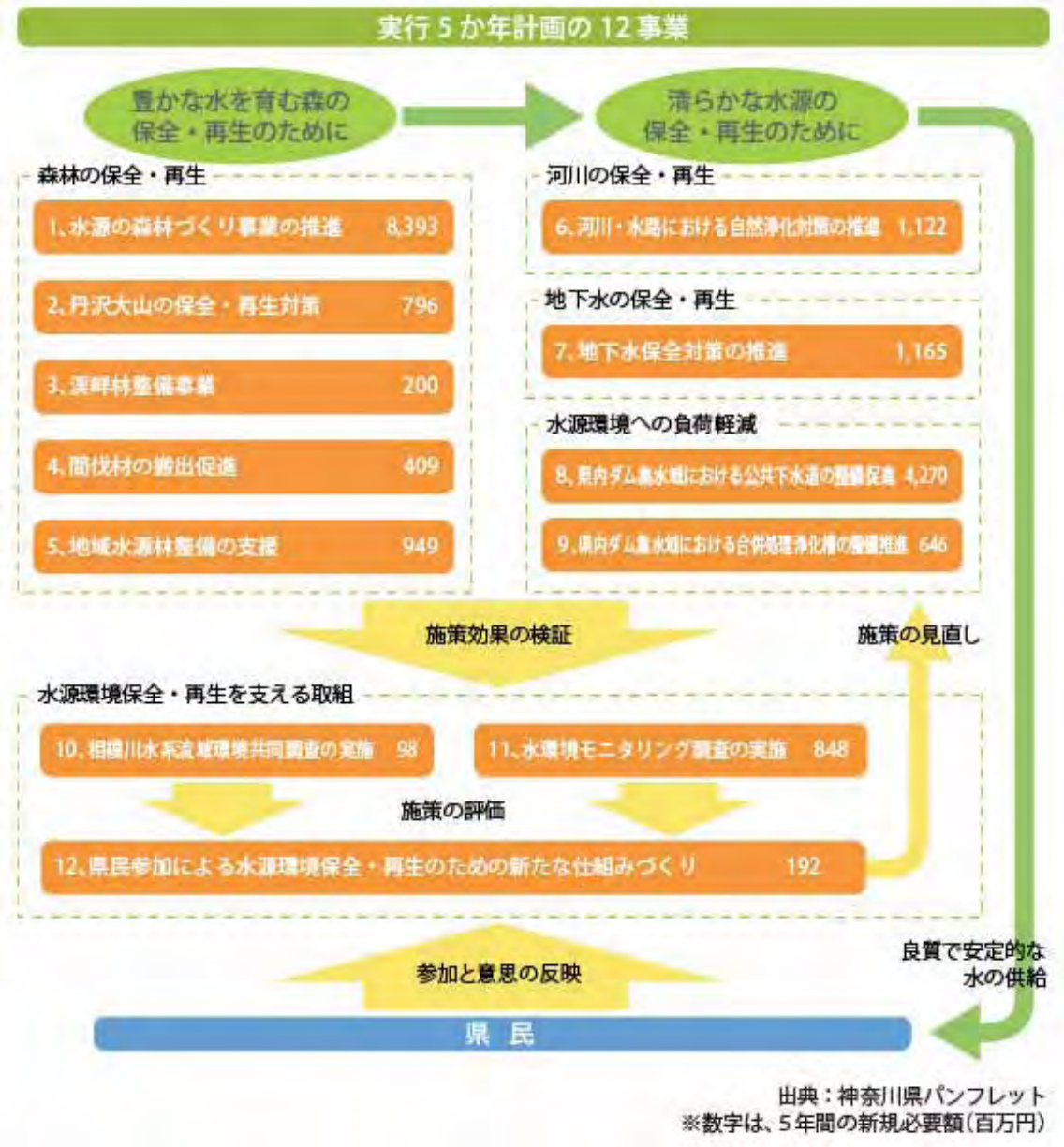


図 2.2.3-5　かながわ水源環境保全・再生実行５か年計画」で予定されている 12 の事業
（神奈川県[15]より引用）

②　各市町村の地下水保全等の施策

「かながわ水源環境保全・再生施策大綱」に基づき、県内各市町村で実施している地下水保全等の施策を表 2.2.3-9 に示す。

表 2.2.3-9　県内各市町村の地下水保全等の施策(1)

市町村	地域水源林整備の支援	河川・水路における自然浄化対策の推進	地下水保全対策の推進	県内ダム集水域における公共下水道の整備促進	県内ダム集水域における合併処理浄化槽の整備促進
小田原市	市町村有林整備 私有林整備（所有者の整備を支援） 私有林整備（所有者の同意を得て市が実施）	用排水路整備 河川整備			
相模原市	市有林整備 私有林整備（所有者の整備を支援） 私有林整備（所有者の同意を得て市が実施）	河川整備		公共下水道整備	個人設置型（高度処理型）合併処理浄化槽の設置に補助
三浦市			地下水保全計画策定 実証実験(クリーニングクロップ作付) 水質モニタリング		
秦野市	ボランティアの森林整備に補助金を交付 私有林整備（所有者の同意を得て市が実施）		有機塩素化学物質浄化 硝酸性窒素汚染浄化 地下水モニタリング 家庭用浸透マス設置に助成金 水田涵養		
厚木市	市有林整備 水原理井荒廃状況調査と整備計画策定	河川整備			
伊勢原市	市有林整備 私有林整備（所有者の整備を支援）	河川整備			
海老名市	ボランティアの森林整補を支援（用具貸出）				
座間市			水源涵養地取得 水質モニタリング 雨水浸透施設設置者に費用の補助 地下水賦存状況調査 地下水位モニタリング		
南足柄市	市有林整備 私有林整備（所有者の同意を得て市が実施） ボランティアの森林整補を支援（用具貸出）	河川整備 水路整備	地下水保全計画策定 地下水モニタリング実施計画策定 地下水モニタリング 地下水観測井戸の観測機器更新 透水性舗装整備		

表 2.2.3-9　県内各市町村の地下水保全等の施策(2)

市町村	地域水源林整備の支援	河川・水路における自然浄化対策の推進	地下水保全対策の推進	県内ダム集水域における公共下水道の整備促進	県内ダム集水域における合併処理浄化槽の整備促進
中井町	私有林整備（所有者から土地を賃借して町が実施）		地下水保全計画策定 地下水モニタリング実施計画策定 地下水モニタリング 湧水環境の浄化		
大井町	私有林整備	農業用水路整備	地下水保全計画策定 地下水モニタリング実施計画策定 地下水モニタリング 透水性舗装整備		
開成町		農業用水路整備 農業用水路整備（水辺植物による浄化） 河川水質浄化（ひも状接触材設置）	地下水保全計画策定 地下水モニタリング実施計画策定 地下水モニタリング 雨水浸透施設設置者に費用の補助		
箱根町	町有林整備 私有林整備（所有者の同意を得て町が実施） 財産区林整備（町が実施）		地下水保全計画策定		
真鶴町	町有林整備		地下水保全計画策定 地下水環境保全調査		
湯河原町	町有林整備 私有林整備（所有者の同意を得て町が実施）				
愛川町	私有林整備（所有者の同意を得て町が実施）				
清川村	村有林整備 私有林整備（所有者の同意を得て村が実施）				

(2) 防災・減災への利用(計画)状況

(a)防災井戸の計画

神奈川県では、県自体の防災井戸の指定は実施していないが、県教育委員会は高校に 7 か所、都市公園課は広域避難地と広域応援活動拠点にしている 8 公園を含む 13 公園に緯度を設置している。また、県内の市町村では災害対策用井戸として指定しているところもある。

【横浜市】

横浜市では、災害時に洗浄水などの生活用水として衛生的に活用するため、井戸水の水質や井戸の構造等について、一定の要件を満たす井戸を「災害応急用井戸」として指定しており、平成 24 年 3 月 31 日現在で 2,968 箇所の井戸が指定されている。

http://www.city.yokohama.lg.jp/kenko/hokenjo/genre/seikatsu/saigai.html

指定要件は以下の通りである。

・市内の井戸または湧水であり、所有者がいること
・要綱に定める水質基準（pH、臭気、色度、濁度）を満たし、井戸本体及び周囲の状況が清潔であること
・市内住民に周知できるよう井戸または湧水の所在地、所有者氏名等の必要事項を公表できること

【川崎市】

川崎市では「災害時における飲料水及び生活用水の供給減としての井戸及び受水槽の有効活用に関する要綱」に基づき、災害時に地域住民へ飲料水および生活居揚水を供給できる井戸を、災害用選定井戸として指定している。

災害用選定井戸は、平成 24 年現在で、飲料水 9 か所、生活用水 243 箇所となっている。

http://www.city.kawasaki.jp/kurashi/category/15-3-13-2-0-0-0-0-0-0.html

【逗子市】

逗子市では、大地震やその他の災害で水道施設が被害を受け、市民に対する給水が困難となった場合を考え、応急給水の水源を確保するために、災害対策用の井戸を指定している。平成 24 年 10 月現在で 34 箇所の災害対策用井戸が指定されており、所在地と所有者等が市のＨＰで公開されている。

http://www.city.zushi.kanagawa.jp/syokan/bousai/ido.html

災害対策用井戸の指定要件は以下の通りである。

・市内にあること
・現在井戸として使用しており、今後も引き続き井戸として使用するもの
・井戸水が原則として飲用できるもの
・屋外など付近住民が使用しやすい場所で取水できること
・所有者の同意があるもの

また、上記の要件に当てはまり、災害対策用井戸の指定を受けたい場合は、災害対策用井戸指定申請書を市に提出すると、 市で審査及び水質検査を行い、指定の可否を決定している。

【二宮町】

二宮町では、災害等で長期間水道が断水状態になった場合に飲料用を含む生活用水の確保と、日常生活における地域コミュニティーの憩いの場として「防災用井戸」

を指定し、万一に備えている。平成 18 年度より「防災用井戸」の指定及び、指定された井戸を利用できるように再生する場合の補助制度がスタートし、これまでに9件の「防災用井戸」が指定されており、町のＨＰで公開されている。

http://www.town.ninomiya.kanagawa.jp/kankyo/saigai/bousaiido.html

防災用井戸の指定要件は以下の通りである。

・町内にある井戸で、現在の使用の有無にかかわらず、井戸として活用できるもの
・できるかぎり災害時以外でも、日常の憩いの場として、地域住民が集まれるもの
・災害時に町民に対して、井戸水の提供ができるもの。

また、指定された井戸を利用できるように再生する場合は。費用の一部を町が補助している。

【藤沢市】

藤沢市では平成 23 年 4 月 1 日に「藤沢市防災井戸の指定に関する要綱」が制定された。この要綱は、災害により水道が長期の断水状態となった場合に備え、市内に存する井戸を防災井戸として指定することにより市民の生活用水の供給源を確保、維持することについて必要な事項を定めたものである。

http://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/content/000354139.pdf

また、「藤沢市地域防災計画　地震対策編」では、災害時のトイレなどに必要な生活用水確保のため、下記のように記載されている。

・小、中、特別支援学校全校に、掘り抜き井戸を設置
・今後建設又は改築する公共建築物の打ち、防災対策上重要な施設では、雨水利用システム又は井戸を設置
・市内に存する約 1,442 箇所の井戸（平成 19 年 3 月末現在）を防災井戸に指定して地域内での生活用水が確保できるよう井戸存続の政策を進める

【相模原市】

相模原市では、阪神・淡路大震災で水道施設の復旧に３カ月を要したことから、相模原市災害時協力井戸として事前に登録してもらい、災害時に地域住民の応急用の生活用水を確保することを目的としている。

災害時協力井戸の指定要件は以下の通りである。

・現在井戸として使用しており、今後も引き続き井戸として使用するもの
・災害時に無償で井戸水を提供できること
・水質基準（pH、臭気、色度、濁度）を満たしていること
・井戸水を汲み上げるポンプまたはつるべ等があること
・井戸枠があり安全なこと
・井戸の周囲に水を汚染するようなものがないこと
・地域住民に広く周知を行うため、井戸の所在地などを公表することに同意が得られること

平成 24 年 12 月 20 日現在で、登録井戸数は 21 箇所である。

【小田原市】

小田原市では、災害時の吸水対策の一環として「災害用指定井戸精度」事業を実施しており、市内を 150m 四方のメッシュに区切り、1 メッシュに 1 箇所の井戸を指定している。基本的な指定対象は、平成 8 年度に実施したアンケート調査で事業に協力すると回答した井戸で、水質試験の結果、一定の基準を満たしている場合に「災害用指定井戸」として看板を掲示しており、市内 841 箇所が登録済み（平成 23 年）となっている。

http://www.city.odawara.kanagawa.jp/faq/p06498.html

【大井町】

大井町では地震などの災害時において水道管が破断し、給水できない場合に利用する非常用指定井戸として、町内の井戸所有者と提携を結んでおり、「大井町協力指定井戸所在地」という看板が掲示されている。

ただし、非常用飲料水としては、原則として大井町及び地域が組織する自主防災組織長の指示がないと取水はできないことになっている。

平成 25 年 2 月 15 日現在で、登録井戸数は 69 箇所である。

http://www.town.oi.kanagawa.jp/kurashi/bosai/hijyo_ido.html

【秦野市】

秦野市は、1890 年に湧水を水源として函館、横浜に次いで全国 3 番目に近代水道事業を始め、1975 年からは地下水の涵養事業を始めるなど、水との関わりや水に対する意識が極めて高い。秦野盆地という地形により、約 3 億 m^3 に及ぶ閉じた地下水流域を有し、平成 13 年(2001)には 2,423 万 m^3/日を水道水として供給している。

また、丹沢山地に流れを発する金目川や葛葉川、四十八瀬川、水無川一帯に点在する 21 ケ所の湧水群があり、昭和 60 年(1985)「環境庁の日本名水百選」に選定されている。

平成元年(1989)に代表的な湧水である「弘法の清水」がテトラクロロエチレンに汚染されていることがわかったため、市はいち早く「秦野市地下水汚染の防止および浄化に関する条例」を施行し、官民一体となった協働作業を推し進め、市独自の「地下水の人工透析的手法による浄化装置」による水質改善を実施した。これは「1 日 1 m前後でゆっくりと移動する地下水の位置を確かめ、地中から抜き取った水を浄化した後、また同じ地下水流の下流に戻す」という方法で、水質保全を図っている。

一方で、平成 12 年(2000)には「秦野市環境保全条例」を制定して新規井戸の掘削原則禁止を規定している。この措置は最近拡大しつつある地中熱ヒートポンプ設備にも及び、新規の井戸掘削を禁止している [12)]。

市内に主な小学校に配置されている貯水槽は市の HP からダウンロード可能な防災マップ(図 2.2.3-6）に記載されているが、防災井戸の記載はない[12]。

図 2.2.3-6　秦野市防災マップ（秦野市[16]より引用）

(b)湧水

神奈川県の代表的な湧水と概要は巻末付表に示すとおりであるが、神奈川県内で約 100 カ所の湧水が紹介されていて、飲用としての利用が主（遠方からの水汲みなど）となっている。

4) 静岡県及び各自治体

静岡県は、主に東部地域で富士山からの伏流水や伊豆半島の溶岩からの湧出水を源水とする湧水が随所に湧出していて、豊富な地下水資源に恵まれている。また、東海沖地震を想定した貯水槽や防災井戸の設置が推進され、災害時はこれらを飲料用水及び生活用水として利用することが可能な状況である。

(1) 施策上の位置づけ

静岡県は、特定の区域内において地下水の採取の規制等の必要な措置を講ずることにより、地下水の採取に伴う障害の防止及び地下水の水源の保全を図ることを目的として、「静岡県地下水の採取に関する条例（昭和 53 年 1 月 31 日施行）」を定めている。これは静岡市内、富士市、富士宮市の一部で地下水揚水による地盤沈下が認められたことに

よる規制措置を講じたものである。

平成 24 年(2012)に地域防災計画を更新し、表 2.2.3-9～表 2.2.3-11 に示すように、平常時、地震防災応急対策時、災害応急対策時の給水活動について規定している。井戸、湧水の利用に関する記載は、平常時と災害応急対策時には記されているが、地震 防災応急対策時には記載が見当たらない。平常時には井戸の水質検査を実施すること、災害応急対策時には井戸や湧水を用いて飲料水を確保することが記されているが、実施主体は県民となっている。

表 2.2.3-9　平常時の給水活動(静岡県[17]より引用)

実施主体	内　　容
県	ア　あらかじめ定める「震災時給水対策要綱」作成指針に基づき市町を指導する。 イ　県民及び市町が実施する水の確保対策の指導を行う。
市町	ア　復旧資材の備蓄を行う イ　他の地方公共団体からの応援給水を含む応急給水計画を作成する。 ウ　給水タンク、トラック、ろ水機等応急給水資機材を整備するとともに貯水槽を設置する。 エ　工事業者等との協力体制を確立する。
県民	ア　家庭における貯水 (ｱ) 貯水すべき水量は、１人１日３リットルを基準とし、世帯人数の３日分を目標とする。 (ｲ) 貯水する水は、水道水等衛生的な水を用いる。 (ｳ) 貯水に用いる容器は、衛生的で、安全性が高く、地震動により水もれ、破損しないものとする。 イ　自主防災組織を中心とする飲料水の確保 (ｱ) 応急給水を円滑に実施するために、給水班の編成を準備しておく。 (ｲ) 災害発生時に利用予定の井戸、泉、河川、貯水槽の水は水質検査を実施して、市町の指導のもとに利用方法をあらかじめ検討しておく。 (ｳ) ろ水器、ポンプ、水槽、ポリタンク、次亜塩素酸ナトリウム、燃料等応急給水に必要とされる資機材等を整備する。

表 2.2.3-10　地震防災応急対策時の給水活動(静岡県[17]より引用)

県、市町及び県民は地震発生後における飲料水等を確保するため、次の事項を実施する。

実施主体	内　　容
県	ア　県民に対して備蓄している飲料水の点検・確認及び生活用水の貯水を呼びかける。 イ　市町が実施する飲料水対策を指導する。 ウ　広域的な応援体制を確立する。 エ　水道用水供給施設については、飲料水を確保するための必要な措置を講ずる。
市　　町	ア　住民に対して備蓄している飲料水の点検・確認及び生活用水の貯水を呼びかける。 イ　応急給水計画に基づき、他の地方公共団体からの応援給水を含む応急給水活動の準備を行う。 ウ　水道施設の安全点検を実施し、二次災害防止措置の準備を行う。 エ　応急復旧体制の準備をする。
県　　民	ア　備蓄している飲料水を点検・確認し、生活用水を可能な範囲で貯水する。 イ　自主防災組織の給水班を中心として、応急給水資機材を点検する。

表 2.2.3-11　災害応急対策時の給水活動((静岡県[17]より引用)

実施主体	内　　容
県	・知事は、市町から飲料水の調達について、あっせんの要請があったときは、相互応援協定に基づき、全国知事会に対して、飲料水の提供及びあっせんを要請するとともに、隣接市町、自衛隊又は国に対し協力を要請する。 ・知事は、市町から応急給水を実施するため必要な資機材等の調達について要請があったときは、市町間の調整を行い、必要なときは国に対し調整の要請を行う。 ・知事は、災害の程度及び給水活動の実施状況の把握に努めるとともに、その適切な実施を図るための指示、指導を行う。 ・「災害救助法」に基づく県の実施事項は、「共通対策の巻」による。
市　　町	・飲料水の確保が困難な地域に対し給水拠点を定め、給水車等により応急給水を行う。 ・市町長は、管内で飲料水の供給を実施することができないときは、次の事項を示して県に調達のあっせんを要請する。 ア　給水を必要とする人員 イ　給水を必要とする期間及び給水量 ウ　給水する場所 エ　必要な給水器具、薬品、水道用資材等の品目別数量 オ　給水車両のみ借上げの場合はその必要台数 ・自己努力によって飲料水を確保する住民に対し衛生上の注意を広報する。 ・地震発生後約８日を目途に仮設共用栓等を設置し最低の生活に必要な水を供給するよう努める。その場合の供給水量は１人１日20ﾘｯﾄﾙを目標とし、飲料水の供給期間については上水道施設の応急復旧ができるまでの期間とする。
県民及び自主防災組織	・地震発生後３日間は貯えた水等をもって、それぞれ飲料水を確保する。 ・地震発生後４日目から７日目位までは、自主防災組織による給水及び市町の応急給水により飲料水を確保する。 ・地域内の飲用に適する井戸、湧水等を活用し、飲料水の確保に努める。この場合は特に衛生上の注意を払う。 ・市町の実施する応急給水に協力し、飲料水の運搬配分を行う。

(2)防災・減災への利用(計画)状況

(a)防災データベースシステム

静岡県には、防災データベースシステムがあり、現在、避難所、救護所、ヘリポート、緊急輸送用道路といった情報がデータベース化されている。県危機管理部では、ここに個人所有の古井戸、飲料水と兼用の防火用貯水槽、市町や自主防災組織が管理する防火用井戸のうち飲料水として使用できるものの情報を追加登録することを計画している。

(b)防災井戸

静岡平野では 200 本以上の耐震防火井戸が整備されている。県内全体では、飲料水兼用の貯水槽が約 8000 基、防火用井戸は約 2500 基が整備されている。

(c)伏流水と湧水

安倍川の伏流水は、古くは駿府城の堀に水を送る「駿府用水」の水源として利用されるとともに城下町の防火用水などに使われてきた。現在は、農業用水、工業用水として利用されている。また、静岡市の上水道に使用されている地下水全体の 25%を占める。災害時利用に関しては特に計画等は見られないが、一部の施設は生活用水とし

て利用ができる可能性がある。

富士山麓から日量 500 万 m^3 余りの地下水が湧水となって湧出している。柿田川湧水に代表されるように、水質が良く美味しい水が多いため、古くから多くの地点で日常的に飲料水として利用されているほか、近隣の生活用水として利用されている。巻末付表には安倍川の伏流水や湧水について、保全状況と防災利用への課題を記載した。

(3) 課題

・静岡県危機管理部によると、防災データベースシステムの整備にあたって、県内には富士山の湧水や安倍川の伏流水など豊かな水資源があり、「自然の恵みを利用しないのはもったいないと考えた」とされているが、まさにそのとおりである。静岡県には飲料水兼用の貯水槽及び防火用井戸が整備されているが、個人が管理する井戸は「把握が出来ていない」という状態である[18]。データベース化によって、こうした眠っている井戸を有効活用することが課題である。普段は眠っている井戸を災害時に使えるようにすることは、新たな災害用の貯水タンクを新設するよりも予算がかからないというメリットもある。

・防災井戸については、個人用井戸のデータ整備が進んでおらず、上述のように県の危機管理部で飲料用貯水槽などとともに防災データシステムに組み入れることが課題であり、現在検討が行われている。

・湧水については、湧水地点が崖の淵にあったり、足場が悪い箇所にある場合があり、災害時の急場利用には問題がある個所がある。また、水質に関して、日常の保守管理がなされていない箇所があり、飲料用としては適さない地点もある。富士山周辺や伊豆半島の一部の湧水地点マップや写真はネット上で見られるが、防災の観点から水量、水質などが整理されたマップ、データベースは見当たらない。

5) 自治体と民間の防災協定

自治体側の「災害への備えは行政にとって非常に大きなテーマ」と企業（民間）側の「企業理念」及び「地下水利用に対する地域貢献」がマッチングした連携の事例を示す。

(1) 旭化成グループと自治体との「災害時における飲料水等の供給に関する協定」

旭化成株式会社グループは事業所等がある複数の自治体との間で、「災害時における飲料水等の供給に関する協定」を締結し、地震等大規模災害発生時に飲料水を近隣住民へ供給することができる応急給水拠点「旭化成 LIFESPOT 設備」を整備している(図 2.2.3-7)。

また、自治体及び周辺自治会との共同防災訓練を通して、本設備の周知を図っている。

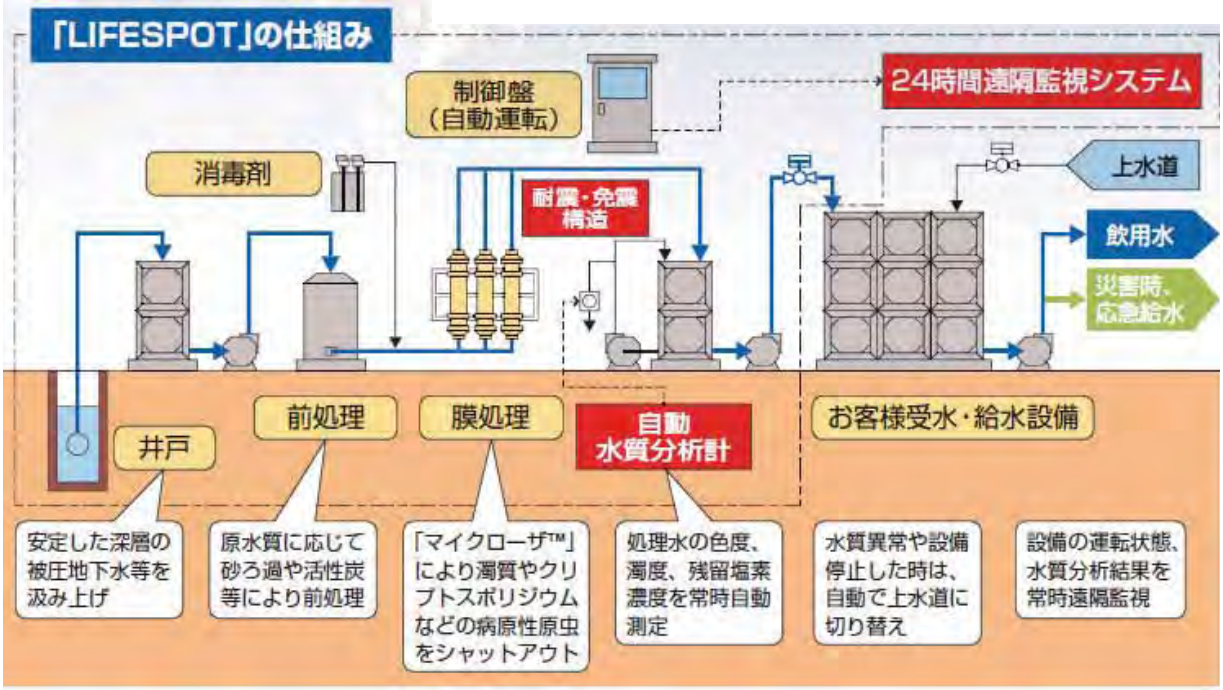


図 2.2.3-7　飲料水常時供給設備の例（旭化成 LIFESPOT）（旭化成（株）[19] より引用）

*：旭化成 LIFESPOT は、旭化成ケミカルズ株式会社が設計、施工、運転、管理まで行う飲料水供給システムである。地下水や河川水を、旭化成の「マイクローザ」等で飲料水用に高度浄化する。地震でも壊れにくい設計を施した設備で、水道法に定められている色度、濁度、残留塩素を自動分析し、24 時間データを遠隔監視することで安心・安全な飲料水を常時供給可能とする設備である [19]。

(2) 滋賀県守山市（2008 年 7 月～）[20]

旭化成㈱守山支社は、敷地内の井戸水を飲料水に浄化する設備「ライフスポット」を導入し、常時は支社内の日常の飲料水・生活用水を供給しているが、大規模地震等によって上水道が途絶した場合にも飲料水・生活用水を確保することができるようになり、災害時には守山市民の飲料水・生活用水としても役立てる(写真 2.2.3-1、写真 2.2.3-2)。

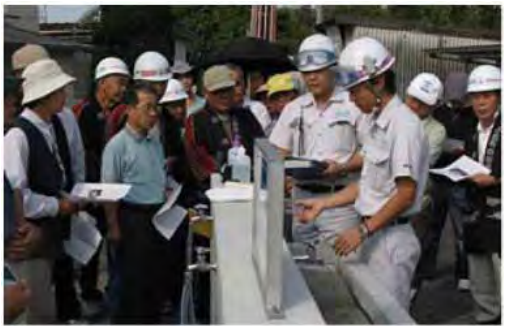


写真 2.2.3-1 飲料水供給システム　　写真 2.2.3-2 急給水栓での水質の適正確認
（旭化成ケミカルズ（株）[20] より引用）

(3)三重県鈴鹿市（2009 年 4 月～）[21)]

鈴鹿事業場内に、地震等大規模災害発生時に飲料水等を近隣住民の方々へ供給することができる応急給水拠点「旭化成 LIFESPOT 設備」を設置している。

普段は事業場内従業員のための飲料水供給設備として使用しているが、災害発生時には、ライフラインとしての飲料水を確保することで、工場の稼動継続が可能となるだけでなく、地域住民、工場、病院、民間施設等への飲料水等の供給拠点として役立てる。

地震等大規模災害発生時に、鈴鹿市からの要請により、鈴鹿事業場に設置した旭化成 LIFESPOT 設備から近隣住民に飲料水等の応急供給をする(写真 2.2.3-3、写真 2.2.3-4)。

【設備の概要】

給水能力 ： 約 600t/日

写真 2.2.3-3　飲料水給水設備

写真 2.2.3-4　応急給水ステーション

（旭化成ケミカルズ（株）[21)]より引用）

(4)宮崎県延岡市（2010 年 6 月～）[18]

旭化成 LIFESPOT は、日常的には飲料水やプロセス水の供給設備として旭化成グループの事業場内へ配水しているが、災害発生時には、ライフラインとしての飲料水を確保することで、地域住民への飲料水供給拠点として役立てる。

地震等大規模災害発生時に、延岡市からの要請により、延岡地区工場 3 拠点（岡富地区、恒富地区、愛宕地区）に設置した旭化成 LIFESPOT から近隣住民に飲料水等を応急供給することになっている(図 2.2.3-8、写真 2.2.3-5)。

【3 拠点設備の応急給水量】

・岡富地区：　応急給水量 360m^3/日

・恒富地区：　応急給水量 150m^3/日

・愛宕地区：　応急給水量 460m^3/日

応急給水量は合計 970m^3。災害時に最低限必要な水は、1 人当たり 1 日 3～10 リットルといわれ、1 人 10 リットルとすれば約 10 万人分は確保されることになる。1 人 7 リットルだと、延岡市の全人口 13 万人分すべての量をまかなうことができる。

図 2.2.3-8　応急給水ステーションの
3 拠点に設置した看板（旭化成ケミカルズ（株）[22]より引用）

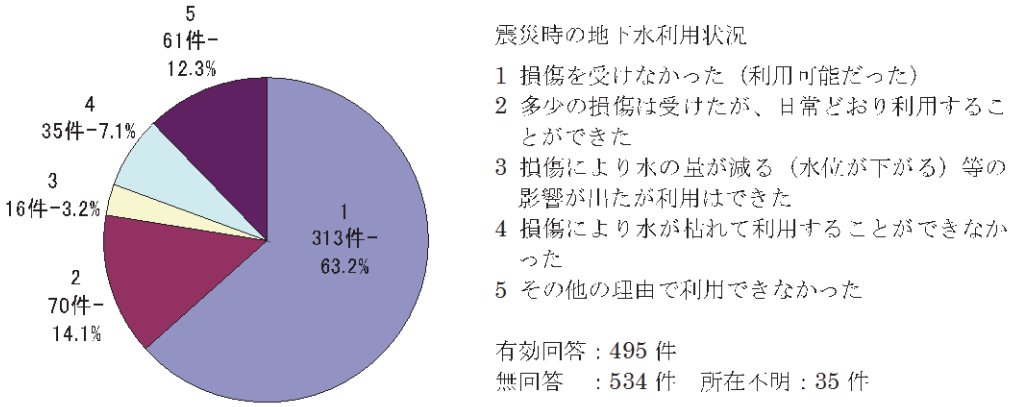
写真 2.2.3-5　浄水装置や水質自動分析装置を内蔵したコンテナユニット
（旭化成ケミカルズ（株）[22]より引用）

2.2.4　まとめと課題

東日本大震災の復興計画では、阪神淡路大震災や中越沖地震の際に指摘された「危機管理」と「ライフラインの重要性」が再認識され、地下水の防災としての利用計画が重要視された。さらに、原子力発電所の事故により水の放射能汚染という新たな問題が生じ、地表部の汚染の影響が少ない深井戸や多重水源の確保が改めて提起された。

ここでは、前項で紹介した自治体における地下水の防災・減災への利用事例と課題及び巻末付表の地下水・湧水利用状況などをもとに、現状における国・自治体の施策と自治体の防災・減災に対する備えの実情及び課題を整理する。

図 2.2.4-1 に中越地震の際の井戸の利用状況を示す。この図から設置されていた井戸のほぼ 80%は地震による大きな損傷を受けずに使用可能であったことがわかる。この事例は冬期の融雪用に井戸が使用され、平常時からいつでも井戸が使用できる状態にあったという地域性はあるものの、防災井戸が非常時に有用であることを示している。



中越沖地震における井戸の利用状況（平成 20 年 3 月時点のアンケートによる）

図 2.2.4-1　中越地震における井戸の利用状況（国土交通省 [3] より引用）

一方、阪神淡路大震災では 30 万人以上の人々が学校などに集まり避難生活を送ったが、神戸市内の避難所は 3563 カ所、その内仮設トイレが設置されたのはたった 1033 カ所に過ぎず、避難所のトイレ数が避難民の数に比べて圧倒的に少ない、地震の影響で水道が断水し避難所の水洗トイレが使用できないという問題があった。大都会での生活用水の確保には、防災井戸に関する施策、実際の給水設備の配備が急務である。

井戸の配置に関しては、図 2.2.3 に示したように、被災想定や地域防災計画で位置づけられた応急給水槽・給水所等の水量・配置等の情報をもとに、震災時の水の需給バランスを考慮して、必要性の高い地区を選ぶことが重要である。例えば、災害発生後、被害拡大、避難生活、さらに復旧へと状況が変わるにつれ、必要な水量や市民の水の運搬距離も異なる。水の入手に課題のある地区を検討・選出し、防災井戸を設置しておくことが必要である。この意味では、市内のほぼすべての小学校に防災井戸を設置している東京都調布市の取り組み事例は評価されよう [23]。

地下水の平常時利用・保全と防災・減災への利用を考える際に、多くの自治体では平常時利用と応急利用の所管が異なり、いわゆる縦割りになっているという問題がある。たとえば、湧水や地下水保全管理は環境部課、防災井戸の管理は防災部課となっていて、平常時の地下水利用、水質管理と災害・応急時利用のスムーズな連携という点ではまだ課題が残っている。

地中熱に関しては、神奈川県[24]やさいたま市[25]で補助金制度が設けられている一方、記述のように秦野市では地中熱設備の設置が禁止されている自治体もある。地中熱ヒートポンプは、環境と省エネの観点から今後全国的にも普及が見込まれ、たとえば震災後の仮設住宅に導入することで復興を支援し、減災に利用することができると考えられる。

また、自治体の活動だけでなく、住民が組織した自主防災組織で防災井戸を設置している例もある。兵庫県加古川市では写真 2.2.4-1 に示すように行政として防災センターに防災井戸を設置しているが[26]、これとは別にマンション住民の自主防災組織で防災井戸を設置している(写真 2.2.4-2)[27]。この組織では防災井戸の必要性の周知活動や災害を想定した訓練などの活動を「命をつなぐ防災井戸」として全国に発信し、啓発にも力を入れているとのことであり、自治体の施策と相互の補完関係を構築することが望まれる。

写真 2.2.4-1　防火水槽と防災井戸
(加古川市防災センター、加古川市[26]より引用)

写真 2.2.4-2　マンション設置防災井戸
(　　加古川市[27]より引用)

2.2 節　引用参考文献

1) 国土交通省. 健全な地下水の保全・利用に向けて－「今後の地下水利用のあり方に関する懇談会」報告－. 2008.

2) 最近における地下水に関する国内外の動向. 田中正. 第 4 号, 出版地不明 :(社)日本治水治山協会, 2012 年, 水利科学, 第 第 56 巻 巻, ページ: 1-26.

3) 国土交通省　土地・水資源局水資源部. 震災時地下水利用指針（案）. 2009.

4) 国土交通省. 国土交通白書. 2012.

5) 環境省　水・大気保全局. 地中熱利用にあたってのガイドライン. 2012.

6) （社）雨水貯留浸透技術協会. 「平成 7 年度 震災時の水確保方策検討業務」報告書. 出版地不明 : 大阪市建設局土木部河川課, 1996.

7) 震災時の水の確保に関する研究会. 大都市における大規模震災時の「水」の確保について(案). 1999.

8)荒川区尾久小学校. ぼうさい井戸,
http://www.aen.arakawa.tokyo.jp/OGU-E/information/summary/.

9). 業務部　水道総務課　広報・防災係. 災害時の応急給水場所はこちらです. さいたま市水道局.

10) 竹本和弘. 名古屋市における災害時の生活用水としての地下水の活用について. 国土交通省, 2009.

11) 神奈川県生活環境センター, 神奈川県内の地下水採取規制について,
www.k-erc.pref.kanagawa.jp/now/chikasui/pamph/02.pdf,2013

12) 秦野市環境産業部環境保全課. 地中熱利用をお考えの皆様へ(リーフレット).

13) 茨城県. 地下水に採取の適正化に関する条例. 1977.

14) 茨城県,いばらき水のマスタープラン,

15) 神奈川県環境農政局 水・緑部 水源環境保全課, かながわの水源環境の保全・再生をめざして,2013

16) 秦野市. 秦野市地区別防災マップについて. (オンライン) 2012 年 1 月 20 日.
http://www.city.hadano.kanagawa.jp/bosai/anzen-anshin/bosai/b-map.html.

17) 静岡県. 地域防災計画. (オンライン) 2012 年 4 月.

18) livedoor. 災害時の飲料水確保に　静岡県が地域に眠っている井戸をデータベース化. livedoor　News.2010 年 8 月 18 日.
http://news.livedoor.com/article/detail/4961980/.

19) 旭化成株式会社. グループ事業のご報告（第 120 期上半期決算）. (オンライン)

20) 旭化成ケミカルズ株式会社. 「守山支社で、守山市・近隣自治会とともに、災害時の応急給水訓練を実施」. CSR ニュース. 2009 年 9 月 27 日.

21)「鈴鹿市との災害時飲料水等供給の協定締結について～地震等大規模災害発生時に活用する応急給水拠点設備が竣工～」. プレスリリース. 2009 年 4 月 22 日.

22)「延岡市との災害時における飲料水等の供給に関する協定締結について～地震等大規模災害発生時に活用する応急給水拠点設備竣工～」. プレスリリース. 2010 年 6 月 10 日.

23) 調布・生活者ネットワーク. 地震に備えて・・防災井戸のすすめ. 2007 年 7 月 23 日. http://chofu.seikatsusha.net/back/item/all/1185144346.html.
24) 神奈川県 環境農政局 新エネルギー・温暖化対策部. エネルギー・温暖化対策に関する支援制度. 2012 年 7 月 9 日. http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f420293/.
25) さいたま市環境局 環境共生部. さいたま市「スマートホーム推進・創って減らす」機器設置補助金について.
http://www.city.saitama.jp/www/contents/1331898529839/index.html.
26)加古川市. 防災センター施設紹介. 2000 年 5 月.
http://www.city.kakogawa.lg.jp/18,1043,220,874.html.
27) 加古川市グリーンシティ自主防災組織. 水の環から人の輪へ、命をつなぐ防災井戸.
http://www.greencity.sakura.ne.jp/greencity_bousaikai/idohori_daisakusen/bousai_ido_1.htm.

2.3民間分野における動向

2.3.1 調査の着眼点

前節で取り上げたように、防災・減災に向けた地下水利用についてはその公共性から行政が主体的にインフラ整備を行っている事例は多い。しかしながら、行政の施策では行き届かなかったり、種々の問題により行政ではできない整備事例などもあると考え、ここでは民間による防災・減災に向けた地下水利用の事例を収集した。

民間による地下水利用は生活用水のための井戸利用など古くからあるが、高度経済成長期には企業による井戸掘削・地下水利用も進んだ。これは工業用水としての地下水利用によるコスト削減などが主な目的であったが、東京、名古屋、大阪などの大都市圏では地下水の過剰採取による地下水位低下が生じ、それに伴う地盤沈下が深刻な問題となり、現在では条例等による揚水規制が行われていることが多い。揚水規制により地下水位は回復傾向にあり地盤沈下も沈静化している。近年では、民間企業においても節水の努力による地下水利用低減の効果もあり、特に大都市圏では積極的に工業用水として地下水を揚水することはあまりなくなっているが、漏水・浸出水あるいは少量の揚水により得られる地下水を環境保全（河川浄化、緑化、ビオトープ、修景用水など）の用途に使用したり、トイレ用水などの中水として利用する事例が増えている[1)2)3)]。また、土壌・地下水汚染への対策にも行政・民間ともに力を入れてきており、地下水に対する関心は依然として高いと言える。

一方で、いわゆる「水ビジネス」が世界的に注目され始めており、日本でも高い技術力を背景に自治体が出資して会社を設立して水ビジネスに参入する事例[4)]などもある。世界の水ビジネス市場は 110 兆円とも言われており[5)]、今後こうした動きが活発化する可能性は高い。また、産官学の連携組織である水の安全保障戦略機構が設立され、国政のリーダーシップによって国内外の水問題解決による持続可能な未来の実現を目指す行動（チーム水・日本[6)]）が支援されているなど、行政や民間の枠を超えた取り組みも始まっている。また、わが国において「水ビジネス」といった場合、その多くは浄水の供給、排水処理などの水処理設備の輸出といった側面が強いが、前述のチーム水日本などにおいては、持続可能社会の実現のための安全・安心な水管理・水供給の観点から、地下水を含めた流域全体を視野に入れた新技術の積極的な活用による効率的かつ高機能な水循環社会の構築を目指しており、流域管理技術の一つとしての地下水保全および有効利用に関する技術開発の必要性が指摘されている[7)]。

こうした動きを踏まえ、本節では、「防災・減災のための地下水利用」の視点から民間の事例を収集し、地震や異常気象などで引き起こされる災害を減らすための地下水利用についての現状や課題を整理し、防災・減災を軸とした社会の持続可能性に対する検討を行うことで、今後取り組みが増えるであろう、民間あるいは民間と行政が一体となった地下水利用の方向性について言及する。

2.3.2 企業等の方針及び対策

民間企業における地下水利用については、先に述べたように従来は工業用水用水源としての利用が主であったが、近年は中水としての利用、環境修復用水としての利用が増加し

ている。その他、企業活動の持続性確保のための緊急時利用のための井戸や、地域社会への貢献の観点から防災用の井戸を企業が自主的に設置するケースも増えている。また、震災時においても井戸自体はほぼ無傷であったケースが多く、震災後の生活用水等の確保に非常に役立った経験を踏まえ井戸（地下水利用）が見直されてきており、あまり使われなくなっていた小規模コミュニティー内の井戸について改めて整備されるなど、井戸の掘削・整備に関する業務は近年増加傾向にある。

民間企業においては、地域貢献の他にも利潤追求の手段として積極的に地下水利用をしたい意向は持っているが、環境 CSR の観点から地下水利用（揚水）による環境影響については極力抑える必要があることと、自治体等による揚水規制の制約により充分な地下水利用ができないケースも多い。さらに、揚水後の水の排水については環境規準を満たす必要があるため、地域の特性に応じて水質処理等の対応が必要になる場合もあり、その場合はコストアップに繋がるため企業として積極的な地下水利用が困難になることもある。

一方、揚水規制等の諸条件を満たす範囲に置いては、近年は ESCO 方式による自家水道システムを導入する企業が増えており、大学、病院、福祉施設などでの展開が増えてきている。この自家水道システムは、災害時の水源確保、水道料金の大幅な節減を実現できるもので、金融機関あるいはリース会社が井戸掘削事業者との融資契約を結び、井戸掘削事業者と顧客（企業）とが設備提供・技術提供サービス契約（給水契約）を結ぶ ESCO 方式を利用することで、顧客（企業）が初期投資ゼロで開始できるメリットがある。

民間企業が主体的に井戸を設置して地下水を利用する上ではこのように種々の課題があるが、次節に民間における防災・減災に関する地下水利用事例を挙げ、地下水の活用についての方策について探ることとする。

2.3.3 防災・減災に関する事例

防災・減災を目的とした民間の取り組み事例を収集した。そのうち代表的な事例について、目的、状況、課題を記述する。なお、収集した事例の一覧は巻末に記載する。

1)愛知教育大学の事例

(1)導入の背景

同大は大震災時に地域の避難所として指定されており、水道水の供給が停止した場合に備えて、水の確保が急務となっていた。

(2)利用状況

地下水を浄化して学内の飲料用水として利用するシステムの運用している。深さ約 100m の井戸を掘って水をくみ出し、鉄やマンガン、雑菌などを濾過する装置に通してから、受水槽に送水する仕組みとなっており、飲料水としては、地下水と水道水を 9 対 1 の割合で混ぜて使用している。最大給水量は 1 日 576t で、同大の 1 日の平均使用量約 280t の 2 倍を賄っている。

工事費用は水道代として業者に 10 年かけて支払う予定で、従来の公共水道料金は 1 t あたり 175 円だったが、業者に支払う水道代は同 68 円。年間約 2000 万円の水道代が約 1200 万円に削減、800 万円を節約できる。

(3)課題、問題点

災害時に稼動するための非常用の外部電源の確保が課題となっている。

写真 2.3.3-1　愛知教育大学における給水設備
（CBC ラジオグリーンマップブログ[8] より引用）

2)都内森ビルの「非常用災害井戸」[9]

(1) 導入の背景

森ビルが管理する都内 14 個所（他施工中 3 個所）の施設に災害用井戸を自主設置しており、行政（区）とは「民間災害用井戸」指定の協定を締結している。災害発生時には、設置施設ならびに一般住民の生活用水および消火用水の確保を図っている。

(2)利用状況

災害時の雑用水（トイレ洗浄水等)、非常用発電機の冷却水、空調冷却塔の補給水、および近隣用雑用水、防火用水などの確保のため、1 施設敷毎に 1 本設置している。

井戸の仕様は、深度 100m 前後、口径 200mmφ以上、AC/GC 電源。災害発生後の 1 日の雑用水使用量は、20m^3/5000 坪 を基本に想定している。

なお、東京都は「東京都環境確保条例」により地下水の揚水施設の構造および揚水量に制限を設けているが、以下の項目については、この規定には適用しないとしている。

①工業用水法による許可を受けた揚水施設
②温泉法による許可を受けた揚水施設
③水道法に基づき水道事業経営の許可を受けた揚水施設
④非常災害用等公益上必要と知事が認める揚水施設

本施設は、④項に該当する。

各施設の井戸の仕様、および供給能力は以下のとおりである。

表 2.3.3-1　森ビルの非常用災害井戸の仕様・能力

	施設名	所在地	井戸深度	井戸口径	揚水量※1)	提供水量※2)
既存井	アークヒルズ	港区赤坂	152m	200φ	1300m³/日	148m³/日
	虎ノ門 37 森ビル	港区虎ノ門	90m	250φ	860m³/日	120m³/日
	森ビル芝公園住宅	港区芝公園	40m	100φ	30m³/日	10m³/日
	森ビル六本木住宅	港区六本木	40m	100φ	30m³/日	10m³/日
	アークフォレストテラス	港区六本木	150m	150φ	144m³/日	72m³/日
	後楽園ビル	文京区後楽	90m	250φ	500m³/日	148m³/日
	赤坂溜池タワー	港区赤坂	110m	250φ	432m³/日	150m³/日
	愛宕グリーンヒルズ	港区愛宕	150m	350φ	680m³/日	100m³/日
	元麻布ヒルズ	港区元麻布	150m	350φ	300m³/日	70m³/日
	六本木ヒルズ森タワー	港区六本木	80m	350φ	700m³/日	120m³/日
	六本木ヒルズレジデンス	港区六本木	120m	250φ	500m³/日	70m³/日
	オランダヒルズ	港区虎ノ門	100m	250φ	720m³/日	300m³/日
	表参道ヒルズ	渋谷区神宮前	85m	250φ	432m³/日	100m³/日
	平河町森タワー	千代田区平河町	100m	300φ	500m³/日	100m³/日
施工中	虎ノ門六本木再開発計画	港区虎ノ門	100m	300φ	(750m³/日)	(300m³/日)
	2125 森ビル建替計画	港区六本木	100m	300φ	(750m³/日)	(300m³/日)
	環状二号線計画	港区虎ノ門	100m	300φ	(750m³/日)	(300m³/日)

※1) 14 ヶ所の総揚水量 7,000m³/日 → 東京都全体の地下水揚水量 488,170m³/日の 1.4%分に相当

1 ヶ所平均の揚水量：500m³/日

※2) 1 ヶ所平均の提供水量：100m³/日

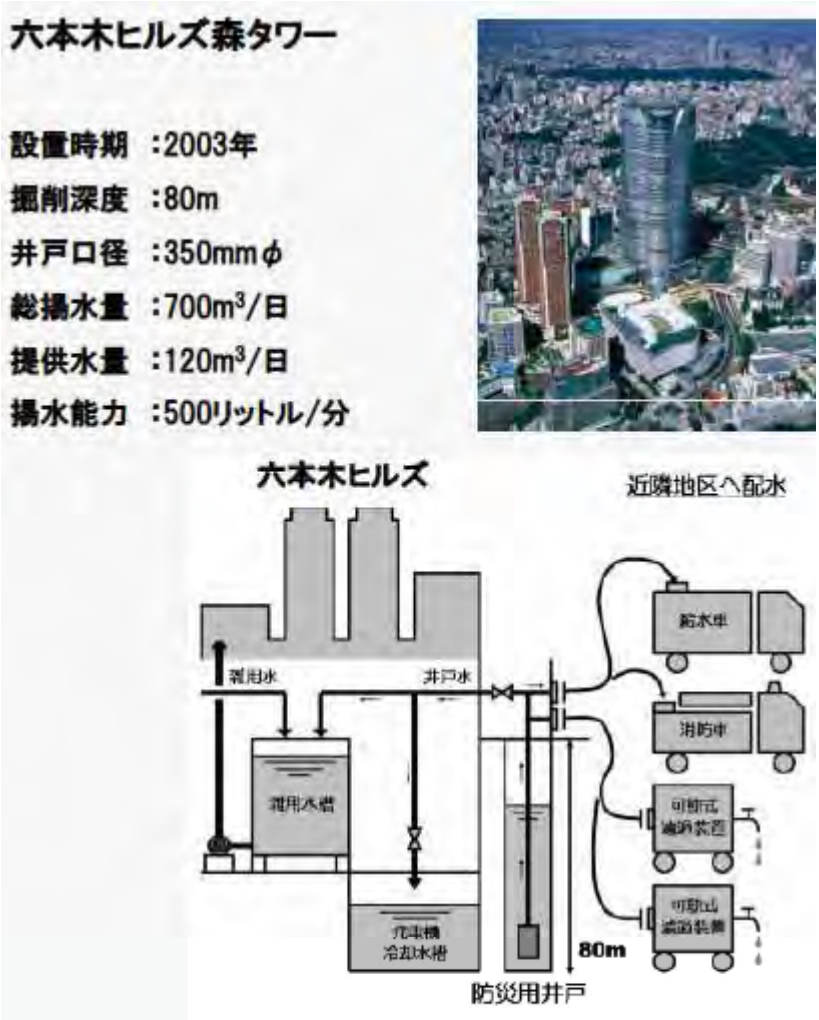


図 2.3.3-1 六本木ヒルズの非常用災害井戸設置例（森ビル資料[9]より引用）

(3)課題、問題点

「非常災害用井戸」の常時利用として、揚水規制の主目的である地盤沈下の防止をはかりながら、地下水の持つ熱エネルギーを有効利用するために、「地下水位を観測しながら揚水量を制御して常時使用する」ことを提案している（図 2.3.3-2）。なお、東京都の条例による平常時の揚水規制量は平均 10m³/日以下である。

常時利用の主な目的は、以下の 2 点である。

①平常時においても地下水の利用を最大限可能にする。

②用途としては、空調冷却水への熱利用、雑用水など。

平成 19 年に六本木ヒルズにおいて、40 日間に亘り 24 時間連続揚水試験を行い、地下水位の変動を計測している。地域毎に規制の強弱を設けることにより、地下水位が比較的安定している地域や地盤沈下のおそれが少ない地域での揚水規制の緩和を期待し、地下水を最大限に有効利用しようとしている。

地域特性に応じたきめ細かな規制によりその利用の可能性が高まることが考えられるが、現状の規制量は一律であり、地域特性を把握することにコストと時間がかかることなどが課題であると言える。

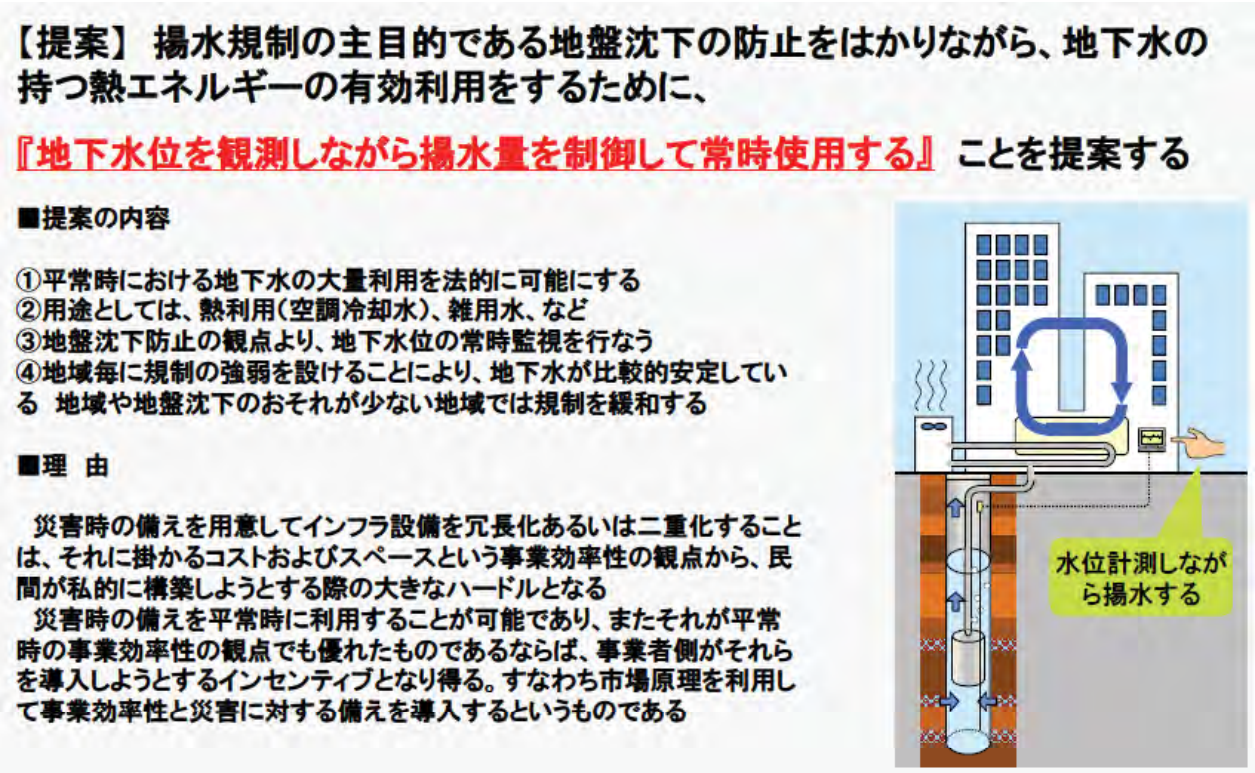


図 2.3.3-2　森ビル非常用災害井戸の地下水平常時利用の提案（森ビル資料[9]より引用）

3)麻生総合病院・麻生リハビリ総合病院（川崎市麻生区）

(1) 導入の背景

通常時の病院への水供給、災害時の水供給による病院機能維持、及び近隣住民への飲料水供給を目的として導入された。

(2)利用状況

2012 年 5 月に麻生総合病院・麻生リハビリ総合病院の両病院は、地下水を利用した給水プラントを 1 基ずつ設置し、稼働を開始した。飲料水をはじめ、手術用、透析用、生活用水等、両院が 1 日に使う水 200 m^3 のうち、半量をまかなう。1 基で 3,000 万円、能力としては 4 m^3/時の水を精製し、50 m^3 貯水できる。

地表の影響を受けない地下 150 メートルの帯水層から水をくみ上げ、ろ過器で水道水と同じ純度にしている。さらに、膜ろ過器で細菌やウイルスを除去したあと、実際に使用する。また、関東の水道水から放射性物質が検出されたことから、同プラントの水質の調査も念入りに繰り返したが、放射性ヨウ素・放射性セシウムは、検出されなかった。システム概要を図 2.3.3-3、写真 2.3.3-2 に示す。

通常時には水道水と併用するが、災害時の病院機能維持、周辺住民への飲料水供給を想定し、プラントは震度 7 の地震にも耐えられるように設計され、停電時はプラント内に設置された自家発電装置で稼動可能である。災害時にはプラントのみで 1 日約 90 m^3 を給水でき、通常の使用量（80～90 m^3）を賄える。

また、災害時に病院で使用する水を節約することで、近隣住民に飲料水を提供できるよう「災害時飲料水供給施設」の認可を受けた。市の要綱（災害時における飲料水及び生活用水の供給源としての井戸及び受水層有効活用に関する要綱）に基づき、災害用協力井戸として２基合わせて８m^3/時、74 m^3/日を地域に供給でき、試算では、25000 人に提供できる。地域の水供給源となる病院の給水プラントの認可は、市内初である。

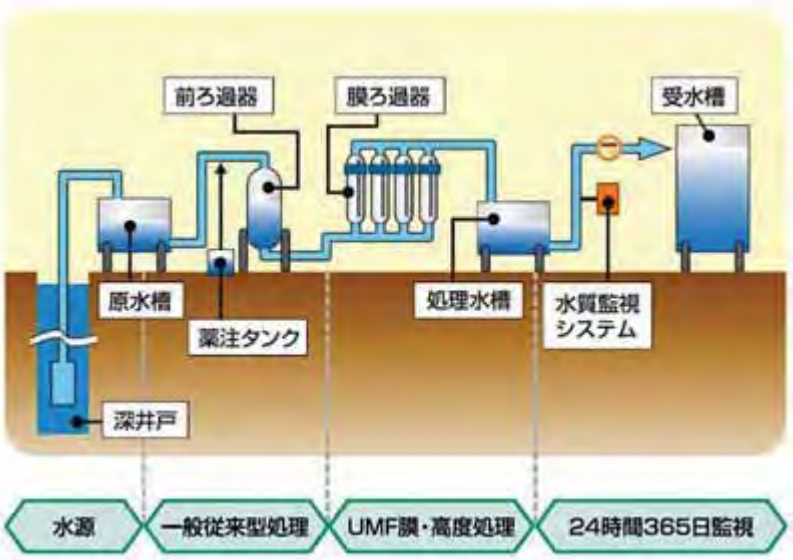


図 2.3.3-3　地下水ろ過システムのシステムフロー（Japan Quality Review[10] より引用）

(3)課題、問題点

川崎市は地盤沈下防止のため条例で地下水の採取を１日 50 m^3 に制限している。ただし、「災害時飲料水供給施設」の認可を受けているので、緊急時の採取は無制限となる。

写真 2.3.3-2　麻生総合病院の給水プラント（神奈川新聞[11] より引用）

4)国際武道大学（千葉県勝浦市）

(1) 導入の背景

同大は地域の避難所として指定されており、大規模災害時に水道水の供給が停止した場合の、避難者に対する飲料水の確保が課題となっていた。そこで、2008 年 6 月に地下水膜ろ過システムを導入し、約 30000 人分の給水体制を整えた。これを機に、2008 年 8 月に勝浦市と飲料水供給の災害協定を締結している[12)]。また、2012 年 7 月には勝浦警察署、勝浦海上保安署、勝浦消防署の 3 署が庁舎機能を失った場合に庁舎機能を移転させる協定も締結している[13)]。平時は、施設の飲料水として利用している。

(2)地下水(井戸用水)、湧水、雨水利用状況[14)]

深さ 180m の井戸を掘って地下水をくみ出し、浄化して学内の飲料用水として利用するシステムを運用している。取水量は 1 日 90m^3 で、水道法で定められた 50 項目の検査基準数値をクリアするため、24 時間 365 日遠隔監視体制、月 1 回定期点検実施体制をとっている。

(3)課題、問題点

特になし

写真 2.3.3-3　高度膜ろ過システムを利用した浄水設備
（国際武道大学ホームページ[14)] より引用）

5)独立行政法人国立病院 水戸医療センター（茨城県東茨城郡茨城町）

(1) 導入の背景

経費削減の視点から導入された。しかし、東日本大震災を契機に、防災という観点からライフライン（電気・水）の 2 系統化（2WAY 化）の重要性が認識され、緊急時でも患者を受け入れるための病院機能の維持を目的として使われている。

写真 2.3.3-4 水戸医療センター玄関

（撮影 箱田裕子）

(2)利用状況

病院敷地の一部を(株)ウェルシィへ貸し、2011 年 1 月より浄化した地下水を病院が購入している。病院は、公共事業の水道水も購入し、2WAY 化（水道水＋地下水）を図っている。地下水システムは常時使用し、院内での日常使用量 273m^3/日（雑用水除く）の 90%を賄っている。経費削減は、年間 1,000 万円程度、病院内貯水量は 200 m^3 である。

東日本大震災直後は、建物が壊れた水戸市内の病院や、津波の被害を受けて水の確保ができなくなった福島県の病院などからも入院患者を受け入れた。この地域では、14 日間断水が続いたが、院内での飲料水には困ることはなかった。人工透析が実施できる病院として情報発信を行いつつ、ベッドとなる廊下ソファーや付属の看護学校のベッドを活用し、行政からの要請に対しても断ることなく対応した。

(3)課題、問題点

住民にとって、病院は重要なライフラインの一つである。東日本大震災当時、地下水システムがなかったら、その時入院していた 400 名の患者を、避難入院させなくてはならなかった。今後は、多くの医療機関にライフラインの 2WAY 化の重要性を推奨していくことが大切である。

写真 2.3.3-5 水戸医療センター災害対策の水ライフライン設備（撮影 箱田裕子）

6)阪神淡路大震災における井戸の活用事例[15)]

(1) 背景

芦屋市、神戸市においては古くから多くの井戸があったが、空襲の被害、上水道の普及、開発による井戸撤去、工業化に伴う地下水汚染などの理由により徐々に使われなくなっていった。しかし、使用されていた商業用の井戸や、「井戸をつぶすのは縁起が悪い」「まだ使えるので残しておこう」といった理由で残されていた個人所有の井戸が震災時の水の供給元として大いに役立った。こうしたことを受けて井戸が見直され、神戸市では平成 8～10 年に災害用井戸の登録制度が実施されている。

(2)地下水(井戸用水)、湧水、雨水利用状況

芦屋市精道地区、神戸市長田区神楽地区、同長田区二葉地区、同須磨区西須磨地区における 266 ヶ所の井戸の震災前後の利用状況を表 2.3.3-2 に示す。震災後も利用された井戸 92 ヶ所のうち、元々使用されていたものは 73 ヶ所であり、以前は使用されていなかった井戸も 6 ヶ所使われている。これは水道の普及で井戸を利用しなくなったものの、埋めずに残していたことが結果的に役立ったものといえる。逆に震災以前に使われていたが震災後は利用できなかった井戸が 28 ヶ所あり、この理由は家屋の倒壊、設備故障による。また、地震で水脈が変化したことによると思われる井戸枯れが発生したケース、反対に湧出したケース、水量が変わったケース、水質が悪化したケースなどがあった。

震災前後の利用用途を**図 2.3.3-4** に示す。震災後の利用用途では、トイレ用のほか、炊事、洗い物、洗濯などの生活用水に広く使われたが、飲料用にはペットボトルなどの救援物資が使われたことと、水質による影響から、全体の 40%程度の利用に限られている。風呂への利用は殆どなく、これは風呂は大量の水を必要とするがその余裕がなかったことなどが要因である。同様に植木への利用も少ない。防火用水として活用された例は少ないが、活用されたケースでは大火災になる前に食い止めることができたことから重要な役割を果たしたといえる。なお、防火用水として利用された例では、井戸水のみでなく、防火水槽や寺院内の湧水（河川水）が活用された事例もあった。

利用範囲は、数人の利用から行列ができるほどの広範囲の利用まであり、特に商業用の井戸では広範囲に利用されている。自分だけで使った井戸は殆どなく、大部分の井戸が開放され貴重な生活用水として役立っている。なお、広範囲に利用された井戸は、地元のラジオ局による宣伝効果により利用が広がったもの、商業用に井戸水が使われていることが普段から周辺住民が知っていたことによるものがある。

利用時期は、震災後 1 週間以内で 7 割の井戸が利用され始めているが、全井戸のうちの動力として主力となっている電動モーター式は停電時は利用できないため、手動ポンプ式、つるべ式が力を発揮する。

また、防火用水、炊き出し用、洗濯用など井戸の多面的な有効性が示された。また、緊急時に住民同士で助け合う姿がよく見られ、洗濯機の開放がなされた事例では行政から洗濯機が提供されたわけではなく住民自らの意思で協同利用した。

表 2.3.3-2　地区別にみた井戸利用の概要　　件数（%）

	震災後利用あり				震災後利用なし				不明	計
	以前使用あり	以前使用なし	以前使用不明	小計	以前使用あり	以前使用なし	以前使用不明	小計		
芦屋	25 (31.6)	0	1 (1.3)	26 (32.9)	13 (16.5)	4 (5.1)	39 (49.4)	56 (70.9)	0	82 (103.8)
神楽	1 (33.3)	0	0	1 (33.3)	2 (66.7)	0	0	2 (66.7)	0	3 (100.0)
二葉	8 (53.3)	0	1 (6.7)	9 (60.0)	0	0	6 (40.0)	6 (40.0)	0	15 (100.0)
須磨	39 (23.5)	6 (3.6)	11 (6.6)	56 (33.7)	13 (7.8)	21 (12.7)	62 (37.3)	96 (57.8)	14 (8.4)	166 (100.0)
計	73 (27.4)	6 (2.3)	13 (4.9)	92 (34.6)	28 (10.5)	25 (9.4)	107 (40.2)	160 (60.2)	14 (5.3)	266 (100.0)

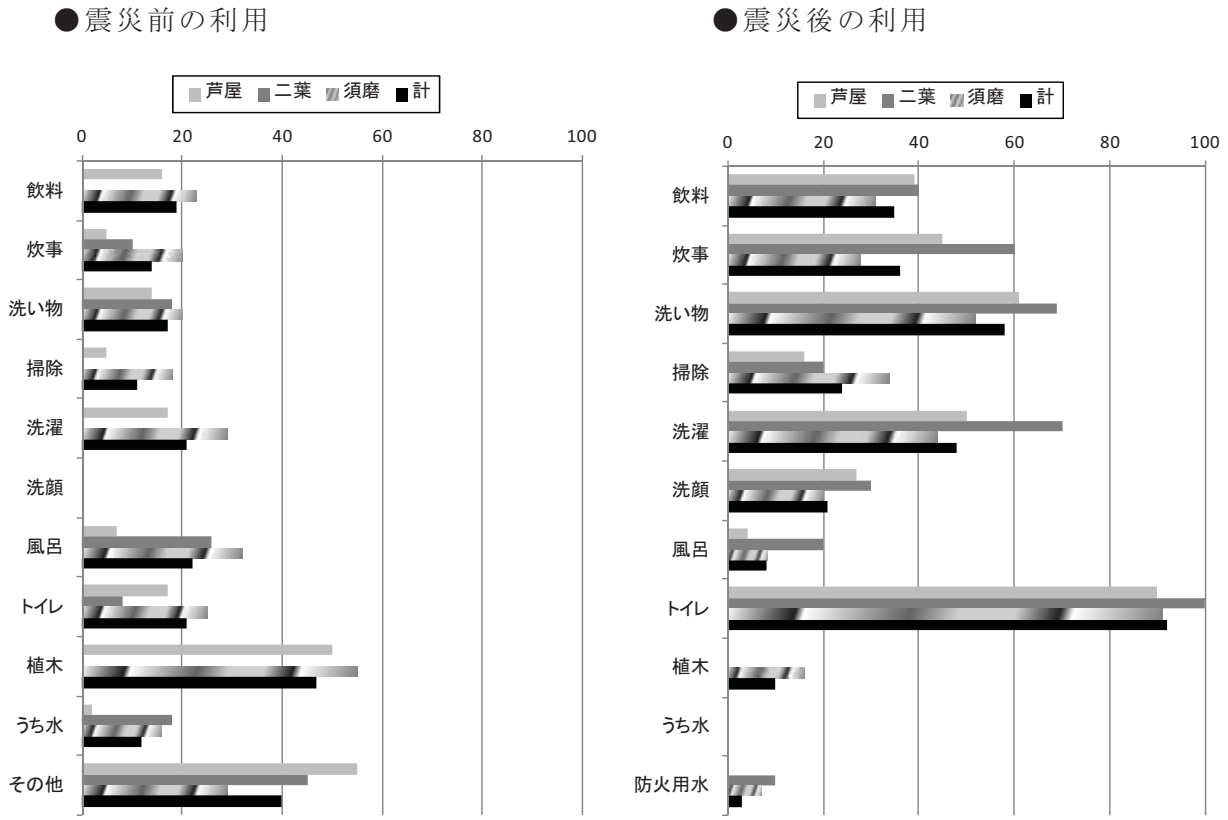


図 2.3.3-4　地区別にみた震災前後の井戸利用用途

(3)課題、問題点

震災後の取り組み・対策として井戸の登録制度やまちづくり等で井戸をつくる試みが始められており、今後の方向性としていくつかの点が挙げられる。

①井戸の登録を増やす、またその助成制度の整備

②水の利用、緑化等による環境共生および自然学習のための教育機能としての井戸の利用

③日常的な井戸水の利用（植木への水やり、打ち水等）

④非常時のための井戸マップ等によるデータベース整備

個人所有の井戸の場合、特に普段使用していない場合だと周囲の住民にもその存在が知られておらず、所有者の周辺住民への積極的な呼びかけ、公開により周辺住民が利用できたケースが多い。また、井戸の所有者、家屋が地震が被災して井戸はあるが利用できなかった事例もあった。非常時においてこうした個人所有の井戸が活用されるためには上記の方向性に沿った対策が必要となるが、一方で、平常時における井戸へのいたずらや盗用などを警戒してあまり知られたくないという意見も聞かれる。民間企業においては企業側である程度の管理が可能と考えられるが、個人所有の井戸の場合は行政による助成制度や非常時管理体制の整備が望まれる。

2.3.4 まとめと課題

防災・減災に向けた地下水利用について、民間企業の取り組み、および個人所有の井戸の震災時の活用事例を中心に調査した。その結果以下の課題が明らかとなった。

・民間企業では近年防災井戸の設置に積極的であるが、地下水の平常時の利用については揚水規制等の制約が多く、中水利用等の企業活動の観点からメリットとなる用途での活用は充分にできていない。

・民間企業の場合、守秘義務や企業秘密の関係で公開に消極的な場合がある。

・雨水利用は自ずと災害時には利用されると思われるが、雨水貯留水については「非常時」での使用目的が明確になっておらず、非常時における管理体制や利用可否判断が曖昧である。

・個人所有の井戸の防災登録制度（**写真 2.3.4-1** 参照）が推進されているが、井戸の存在を周辺住民が知らない場合があり（**写真 2.3.4-2** 参照）、非常時に活用されないケースがある。

・防災井戸の登録が進んでいる場合でも用途が限られ、給水計画に防災井戸が記されていない場合がある[16)]。

水質によっては飲用に適さない防災井戸もあるが、阪神大震災での事例や東日本大震災の事例[17)]では、トイレ用水、洗濯用水など多面的な有効性が示されている。防災井戸については、飲料用、雑用水用と用途を分けた管理登録制度により、非常時においてより有効に地下水を活用できる可能性がある。井戸設備に飲用の可否を表示（**写真 2.3.4-3** 参照）するなどの方策をとると同時に管理台帳への記載などを推進すべきであろう。停電時にお

いては電動ポンプは使用できなくなるため、非常時用の手動ポンプを併せて設置しておくことが望ましいと言える。ただし手動ポンプによっては地下水を汲める深度に制限があるので注意が必要である。また、こうしたポンプ仕様の情報なども管理しておくことが望ましく、非常時に使用する場合に備えた定期的なメンテナンスも必要となる。

井戸は一般に地震に強いと言われているが、震災などでは防災登録井戸の所有者自身が被災、あるいは家屋倒壊等により井戸利用ができなくなるケースがあった。さらに、商業用井戸がラジオで広報された結果、多数の人が押し寄せた事例もあり、こうした場合に備えて災害時などの非常時の運用体制、管理体制も明確にしておくことが望ましい。

災害時の防災井戸については個人所有の井戸の登録を進めると同時に、個人所有の防災井戸については管理や利用に限界があることから、公園等の公共施設、寺社仏閣、交番、病院等への新規設置も検討する必要がある。また、民間企業の協力も不可欠であるが、民間企業が防災井戸等の災害用インフラ整備にさらに積極的になるためには、防災用井戸の平常時利用が容易になる施策（地域特性に応じて揚水規制量を緩和するなど）が有効と思われる。

写真 2.3.4-1　個人宅での防災協定井戸を示すプレート（撮影　稲葉薫）

写真 2.3.4-2　防災協定井戸の存在が不明確な例
（左：プレート等がなく井戸だけは確認できる例（個人宅）、
右：プレートや井戸の存在が全くわからない例（銭湯））　（撮影　稲葉薫）

写真 2.3.4-3　飲用不適表示のある防災協定井戸（文京区立須藤公園）（撮影　稲葉薫）

2.3 節　引用参考文献

1) （財）エンジニアリング振興協会地下開発利用研究センター：平成 21 年度エコ・ヒューマン・エンジニアリングに関する調査研究報告書、第 5 分冊、ENAA2009－プ A(5)（2010）
2) （財）エンジニアリング振興協会地下開発利用研究センター：平成 22 年度地下水・再生水利活用の地下空間利用に関する調査報告書、ENAA GEC 2010-P2（2011）
3) （一財）エンジニアリング協会地下開発利用研究センター：平成 23 年度低炭素社会に向けた地下利用方策に関する調査研究報告書、ENAA GEC2011-P1（2012）
4) 名古屋上下水道総合サービス株式会社：ビジネスプラン、http://www.naws.co.jp/images/download/businessplan.pdf（2011）
5) 吉村和就：日本の水戦略－ビジネスモデルは－、経済産業省資料、http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g100129d03j.pdf（2010）
6) チーム水・日本、http://www.waterforum.jp/twj/dl/docs/twj-J.pdf
7) 「チーム水・日本」水科学技術基本計画戦略チーム：水分野におけるこれからの科学技術研究開発推進の方向について　中間とりまとめ､気候変動適応型社会の実現に向けた技術開発の方向性立案のためのタスクフォース第 9 回資料、http://www8.cao.go.jp/cstp/sonota/kikoutf/9kai/siryo2.pdf（2009）
8) CBC ラジオグリーンマップブログ：「大学に井戸がっ？！」、http://blog.hicbc.com/blog/greenmap/archives/2011/09/29/104737.php
9) 森ビル株式会社：まちづくりと一体になった熱エネルギーの有効利用に関する研究会第 4 回資料 5、http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy/nestu_energy/004_05_01.pdf（2011）
10) Japan Quality Review：水源の二元化は有効な防災対策－地下水を安全な水に変える技術、http://jqrmag.com/?p=1894（2011）
11) 神奈川新聞：災害時に飲料水を供給、麻生総合病院が給水プラントを稼働/川崎、神奈川発コミュニティーサイト「カナロコ」、http://news.kanaloco.jp/localnews/article/1105100027/（2011）
12) 国際武道大学：「勝浦市と本学は、災害時における飲料水の供給に関する協定を締結しました。」、国際武道大学 HP ニュース＆トピックス、http://www.budo-u.ac.jp/news/topix/20080804/index_2.html（2008）
13) 株式会社ウェルシィ：地下水膜ろ過システム導入事例、国際武道大学、http://www.wellthy.co.jp/product/water/ex/000217.html
14) 国際武道大学：「キャンパスでの地下水の利用開始」、国際武道大学 HP ニュース＆トピックス、http://www.budo-u.ac.jp/news/topix/20080606_01/index.html（2008）
15) 安藤元夫：阪神・淡路大震災における井戸の活用に関する研究、日本建築学会計画系論文集、第 557 号、233-240（2002）
16) 国土交通省：震災時地下水利用指針（案）、http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/f_groundwater/shinsaizi.pdf（2009）
17) 仙台市：東日本大震災における災害応急用井戸の利用状況、http://www.city.sendai.jp/kankyo/1194280_2476.html（2012）

第３章　調査のまとめと今後の課題

3.1　調査のまとめ

阪神淡路大震災以降、バブル期を経て社会・経済環境が大きく変化している中で発生した東日本大震災はこれまで想定してきた災害環境の大きな変化を認識させる出来事となり、ハイテクとローテクの組合せ等による災害への予防・即応体制の確立と被害拡大の抑制、早期復旧を行う「減災」の考え方が叫ばれるようになっている。

本調査では、ここで挙げた「防災」、「減災」に向けた地下水（地下施設を利用して貯留・取水された地下水を含む）の利用方策を提案することを目的として、行政・民間それぞれの立場で利用されている地下水の実態を整理し、利点・課題を整理することで、次年度の新たな提案に向けた方向性を探ることとした。

なお、水には近年の異常気象によると思われる内水氾濫・高潮等の水害や、地震時の液状化現象などそれ自身が持つ災害ポテンシャルと、災害時に水を利用する被害最小化ポテンシャルとが考えられる。前者については多くの報告が見られることから、本年度は主に後者に主眼をおき、平常時・災害時における水利用の実態調査とそこから浮かび上がる課題の整理を実施している。

行政分野の調査は、国土交通省震災時地下水利用指針を始めとして、秦野市へのヒヤリングを含めた同市の地下水総合保全管理計画など、27 自治体における公式ホームページ等を基に実施した。また、民間分野についても、企業への聞取り調査や公式ホームページなどを利用して、民間企業の取り組み、および個人所有の井戸の震災時の活用事例を調査した。

その結果、①災害時の「危機管理」と「ライフラインの重要性」が再認識され、地表部の汚染の影響が少ない深井戸や多重水源の確保が改めて提起されていること、②平常時からの使用の有無に関わらず防災井戸や湧水の高い有用性が認識されていること、③井戸配置に関しても災害時に水入手困難な地域への優先配備が行われる事例のあること、④「命をつなぐ防災井戸」として民間に共助の精神が育まれつつあること等が明らかとなった。

3.2　今後の課題

前項に示したように、災害時における地下水の高い有用性と、その利用に向けた行政・民間の連携した動きのある一方、「非常時」での使用目的が不明確であり次のような課題も明らかとなってきた。

- 災害時の水の需給バランスを考慮した防災井戸など給水設備の適正配置と多重電源確保
- 個人所有の井戸の防災登録制度が推進されているが、防災井戸の存在の周知方法に課題があり、非常時の活用が懸念されること
- 防災井戸の登録が進んでいる場合でも用途が限られ、給水計画に防災井戸が記されていない場合があること
- 多くの自治体では平常時利用と応急利用の所管が異なり、平常時の地下水利用、水質管理と災害・応急時利用のスムーズな連携に課題があること
- 有用性が認められつつある地中熱でも、自治体間でその取扱いに温度差があること

・防災井戸の必要性等の啓発や、自治体の施策と民間との補完関係を構築すること
・地下水の平常時の利用については揚水規制等の制約が多いこと
・雨水貯留水については、非常時における管理体制や利用可否判断が曖昧なこと

次年度においては、これらの課題を踏まえ、平常時の地下水利用における①地下水揚水による積極的水圧低下、②湧水機能補助（水抜きボーリングなど）による準積極的水圧低下、③地下構造物からの湧出による間接的水圧低下、④揚水・湧水・湧出水の散水・放流利用による気化熱、水流・水量の回復、⑤雨水・地下水の貯留等を、防災・減災の観点から見直し、災害時に地下水等の機能を効果的に発揮させるために、官民が一体となった公助、共助、自助の速やかかつ円滑な活動が実施できるよう、現在の法体系や地域コミュニティのあり方などについても新たな提案を行っていきたいと考える。

付表

地下水・湧水利用状況と
保全活動及び防災利用に対する課題
【行政・民間】

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

No.	地　域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
1	静岡市（行政）	安倍川の伏流水，地下水	上水道へ安倍川の伏流水及び地下水を取水しており、伏流水取水は地下水全体の約25%となっている。 葵区・駿河区には、現在 28 箇所の地下水取水施設があり、多くは地下 50 m以上の深井戸から取水している。	伏流水は最大55,600 ㎥/日、地下水は最大166,000 ㎥/日	非常用電源などで取水施設の電気設備が稼働していれば災害時井戸利用も可能。	国土交通省，水利用の現況， http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/gaiyou/seibi/pdf/abe-4-5.pdf
2	秦野市（行政）	地下水	明治23年に湧水を水源として函館、横浜に次いで全国3番目に近代水道事業を始め、水との関わりや水に対する住民意識が極めて高い。上水道の70%は盆地内の地下水を揚水利用し、上流では涵養も実施している。		・健全な水循環と、将来にわたって安全で美味しい地下水を安定的に供給するため、「地下水総合保全管理計画」を策定し、水質、地下水位をﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞ管理している。 ・保全・涵養については、地下水利用協力金制度（使用料金）を実施。 ・市内の一部の小・中学校の校庭や総合体育館の敷地の地下に、「非常用飲料水貯水槽」を埋設し、市民の非常時の飲料水として48日分（1 人1 日3 リットル）を確保。 ・井戸台帳の整備。	秦野市地下水総合保全管理計画（平成 15 年 3 月） 秦野市広報はだの，第 1056 号 http://www.city.hadano.kanagawa.jp/koho/shise/koho/kohoshi/documents/h240601.pdf
3	秦野市（行政）	湧水群	湧水は縄文時代より生活用水として活用していたとされる。代表的な「弘法の清水」の「テトラクロロエチレン」汚染が判明して以降、条例による浄化事業、人工透析手法により名水として復活した。	132 ㎥/日（弘法の清水） 8,000㎥/日（湧水群全体）	・「弘法の清水」を含む湧水群は保全事業により、水質の管理を行っている。	秦野市地下水汚染の防止及び浄化に関する条例（平成6年1月）

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

No.	地　域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
4	蓮田市(行政)	湧水	国指定史跡「黒浜貝塚」内にある池タイプの湧水池。水源は、周辺台地の基底流出と、降水時表面流出の溜まり水であると見られる。		・①湧水のかん養域の植生区、②湧水が湧出して形成している湧水池、③湧水池周辺の湿地などにエリアを区分して、エリア毎に対策を取りまとめている。 ・雨水浸透施設の活用。 ・湧水池の土砂浚渫。	蓮田市HP http://www.city.hasuda.saitama.jp/city/outline/history/kurohamakaiduka.html/kurohamakaiduka.html2 湧水池の保全・復活に向けた施策・取組み（案）
5	喜多方市(行政)	湧水	昭和中頃までは市内各地に「湧水」が湧いており、その周辺には祠等が設置され、地域住民の共有財産として管理されている。 また、河川の堤防からは、1m～2mの高さまで清水が噴出しており、子供達は、その水を飲みながら川遊びをしており、各家庭においては5m程度の地下ボーリングにより良質の地下水が湧き出ることから、旧市街地にある住宅の多くは「飲料水」として地下水を利用している。	600L/min（雄国の力清水）	・産・学・民・官の協力による調査・研究によって、湧水の保全・復活に向けた方策を検討して提言し、市民の意識を醸成しつつ“清水（湧水）の復活によるまちづくり”を進めている。 ・「清流対策事業」として水路網の改善及び維持管理を行ってきたが、湧水が枯渇した状況の中での「清流対策事業」では流水量の確保等、湧水の保全と復活を検討。	環境省湧水ガイドライン， http://www.env.go.jp/water/yusui/guideline/05.pdf 喜多方市HP, http://www.city.kitakata.fukushima.jp/shimin/gyosei/14902/14967/17488/007689.html
6	鳩山町(行政)	湧水	「お池の水」として地域住民に親しまれ、生活水として利用されてきた。	69　m^3/日	・近隣住民による採水口及び採水箇所付近の清掃と役場職員による採水口の清掃。また、５年に一度水質調査を行なっている。	環境省，埼玉県の代表的湧水 http://www.env.go.jp/water/yusui/result/sub4-2/PRE11-4-2.html

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

No.	地　域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
7	名古屋市(行政)	地下水	地下水の流入は雨水、上水漏水、伏流水などから、流出は井戸揚水、湧水、地下漏水など。工業用水として0.1億t/年を揚水。 昭和40年代に濃尾平野で工業用水の過剰揚水による地盤沈下が顕在化し、条例による揚水規制を実施、50年代以降は沈静化している。 近年では地下水位の上昇により、新たに地下構造物における漏水が生じているほか、液状化の危険性や構造物浮き上がりに対する懸念も生じている。	10,700 万㎥/日	・「市民の健康と安全を確保する環境の保全に関する条例」で事業者の揚水を規制。 ・昭和40年代以降の地盤沈下対策として濃尾平野三次元シミュレーション解析により名古屋氏は 0.5億t/年という安全揚水量を算出。 ・災害時は災害応急用井戸要領により、生活用水の確保を規定。	国土交通省 震災時地下水利用指針案（平成 21年3月）

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

No.	地　域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
8	全般	地下水	地下水がもつ様々な機能は、自然環境の安定化や災害の防止・低減といった働きをしている。 ● 人の命と生活を支える－ 飲料水．生活用水．雑用水 ● 生活に潤いをもたらす－ 温泉．アメニュティ(親水) ● 加熱・冷却源－ 都市や住環境へのヒートポンプ、ヒートアイランド対策．消雪 ● 工業を支える－ 工業用水（河川水よりも小さいインフラで導入が可能） ● 田畑を潤す－ 農業用水（河川水よりも渇水に強い） ● 災害時対策－ 防災井戸による断水・渇水対策．洪水時の排水 ● その他資源への間接影響 － 地下水中のミネラルや恒温性の農産・水産への活用	－	健全な水循環思想を踏まえたサスティナビリティな地下水利用方法，即ち『育水』の概念の提案 1. 地下水を上手に使う⇒共生[恵(資源・環境)と保全・育水]と環境負荷最小化 2. 環境負荷[健全性]⇒水循環としての量(水収支)と質(地域特性)の確保と環境影響(地盤沈下，塩水化)防止 3. 環境負荷最小化考え方⇒適正利用，節水，涵養促進 4 環境負荷最小化具体策⇒再生水利用雨水利用水融通(用途間) 涵養域保全，涵養促進(人工涵養)，地下水還元，浄化 ●流域単位での仕組み： 地下水利用とバランスのとれた涵養域保全の実施を踏まえた地下水利用方法 ●ローカルサイト内(個別事業ごと)での仕組み： 人工涵養を踏まえた地下水利用，もしくは地下水利用後に浄化してきれいな水をリチャージする方法。	共生型地下水技術活用研究会 http://www.ikusui.net/ 「都市における地下水利用の基本的考え方」 http://www.ikusui.net/pdf/1_H19_ikusui.pdf

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

No.	地　域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
9	旭化成グループと、三重県鈴鹿市、滋賀県守山市、宮崎県延岡市	地下水	**市と企業が供給協定 － 災害時の水源** 「災害時における飲料水等の供給に関する協定」を結び，災害時に地域住民や工場，病院などの飲料水を，事業所内の応急給水設備を用いて供給する。水源は地下水・河川水で，水処理用精密ろ過膜「マイクローザ」を活用して24 時間安全・安心な飲料水の供給が可能である。	延岡市 岡富地区 360m^3/日 恒富地区 150m^3/日 愛宕地区 460m^3/日		旭化成プレスリリース http://www.asahi-kasei.co.jp/asahi/jp/news/2010/ze100610.html 共生型地下水適正利用ガイドライン 〔地下水と上手につき合うために〕 http://www.ikusui.net/pdf/8_guideline.pdf

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

No.	地　域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
10	全般	地下水	**温暖化緩和に向けた地下水の利用方法** **①ヒートポンプへの利用** 地下水の恒温性に着目し，ポンプ，熱交換器を用いて地下水熱（地中熱）を回収し，冷暖房高効率化に利用する。 **② 環境用水への利用** 湧水や地下漏洩水などの地下水を環境用水（親水用水，散水用水）に利用し，地表面からの蒸発量を促し，都市域のヒートアイランド緩和を図る。 **③ 都市緑化への利用** 太陽光によるビルの高温化防止を目的とした屋上・壁面緑化などの新しい都市緑化の水源として，地下水を有効利用する。 **④ 雨水や再生水の地下水涵養** 雨水や表流水，下水などを適正に浄化処理し，地下水に涵養する。温暖化による地下水涵養不順の回避と共に，災害時の緊急用水源としての利用も図る。	－		

Ⅲ－71

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

No.	地　域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
11	東京都／JR	湧水（トンネル内湧水）	● 武蔵野線国分寺トンネル:姿見の池の復活、野川再生 ● 総武快速線総武トンネル(東京～錦糸町間約 3km)：立会川へ放流して立会川の水質改善 ● 東北新幹線上野トンネル(約 3.5km):忍池へ放流して忍池の水質改善	2,000m³/日 4,500m³/日 270 m³/日	深層地下水が上昇することで水圧が増大し，トンネルや地下駅などに地下水が自然に漏洩してきた場合，その漏洩地下水が水質的に浄水に近い清浄な水であっても，地盤環境の保全に資する環境用水として下水道法に定める排水設備設置義務の免除を公共下水道管理者から許可されない限り，下水道に接続，放流しなければならない。また，トンネルなどの施設保有者が水洗便所や洗車設備などに利用することについても，協議･届出が必要。【東京都『地下構造物への漏えい地下水の取り扱い指導指針(1983)』】	地盤工学会編：地下水を知る，2008.5.
12	岐阜県岐阜市	地下水	**地下水を利用したまちづくり** ○地下熱の利用に伴う地下水･地盤環境を含めた熱影響評価の蓄積 ● 地下熱を利用したヒートポンプ等のヒートアイランドに対する効果を地下水･地盤環境への影響や保全手法を含めて総合的に検証		14,000m² 市役所を対象 ● 周辺の地下水の水位・流動への影響 ● 暗渠内とその周辺の温度と水質への影響	（環境省　水・大気環境局　地下水・地盤環境室） www.geohpaj.org/information/doc/fujitsuka.pdf

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

No.	地　域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
13	堺市	地下湧水（井戸水）	**地下水を利用したまちづくり** ○地下湧水等を活用した対策技術の効果検証及び地下水・地盤環境保全の評価 ● 路面散水やドライミスト等を実施したときのヒートアイランドに対する効果を地下への影響を含めて総合的に検証	100L/min	地下水位（井戸）、周辺の地盤沈下等を計測し、影響ないことを確認。	
14	東京都区部	地下水（被圧地下水）	揚水規制により被圧地下水水位が低下から上昇に転じており，地下施設への悪影響が懸念されている。 ヒートアイランド現象の緩和を目的とした地下水の散水利用をケーススタディとし，その効果やポテンシャル，および付随する環境影響の評価を行っている。		地下水涵養量が多い地域や地下水位が高い地域では，地下水を適切に揚水して雑用水，環境用水や散水用水等として地下水を有効に活用できる可能性がある。	【東京都区部の地下水の保全と有効利用に関する研究】 http://www.urbanwater.t.u-tokyo.ac.jp/j/Research/kuroda2008.pdf

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

No.	地　域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
15	名古屋市	湧水（被圧地下水）	地下水位が回復した状況を踏まえて、名古屋市環境局では、平成11年度に、名駅・栄地区の地下3階より深い地下構造物を有する建物を対象に、漏えい地下水に関するアンケート調査を実施した。 **本来地下水として自然の水循環の一部となるはずだったものが地下漏えい水となり下水道という人工の水循環の一部に取り込まれることとなってしまった。**	合計10,000 ㎥/日 名古屋駅周辺4,300 ㎥/日、栄周辺2,000 ㎥/日、その他3,700 ㎥/日	できるだけ地下水を公共的な目的で有効活用し、河川浄化やヒートアイランド対策として役立てるなど、自然の水循環の回復や都市環境の改善に役立てることができるよう考慮すべきである 愛知県では、**「湧水利用ガイドブック」**を発行し地下水位の回復に伴う湧水等を、今後は環境用水として積極的に有効利用していくことが必要であるとしている。	【地下水の利用に関する調査研究－健全な水循環系の構築に向けて（平成１７年度）】 名古屋都市センター http://www.nui.or.jp/kenkyu/17/pdf/17-b.pdf
16	都市部	雨水	**都市における浸水対策の新たな展開** 地下街など地下施設の発達した地区では、一旦地下空間へ大量の雨水が流入すれば人命に関わる重大な被害に繋がる恐れがある。 健全な水循環確保の観点からは、雨水の浸透や利用、水辺空間の創出等により、浸水対策のみならず、人や自然生態系に優しい水環境や地域のコミュニティ形成、防災等に積極的に活用していくべきである。		都市化によって増大するピーク流出量に対応するため、**雨水流出抑制を目的とした貯留・浸透施設**を効果的に組込むことが重要、 また他の主体との連携による学校、**公園、駐車場等と一体となった多目的な貯留・浸透施設**の促進	【都市における浸水対策の新たな展開について（参考資料）】 （国交省下水道政策研究委員会浸水対策小委員会） http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/04/040722_.html

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

No.	地　域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
17	名古屋市 （行政）	地下水	・事業者及び個人に対し、災害時における井戸水の提供(飲用を除く生活用水として)に関する協力を募集。 ・行政側が水質検査等を実施して登録可否を判断。 ・登録箇所は、市発行の「避難所マップ」に記載する等により周知。	災害発生後数日～一週間程度の応急給水を想定。	・指定井戸の減少。 ⇒ 老朽化による井戸廃止，新規登録の減少。 ・対象となり得る事業者の認知度不足。	・名古屋市HP「災害応急用井戸の募集について」 [http://www.city.nagoya.jp/kankyo/page/0000028753.html]，同「災害応急用協力井戸の募集について」 [http://www.city.nagoya.jp/kurashi/category/15-7-13-7-0-0-0-0-0-0.html] ・名古屋市における災害時の生活用水としての地下水の活用について(平成24年5月26日)，シンポジウム「震災時の非常用水源としての地下水利用の在り方」講演要旨，日本地下水学会
18	国土交通省（行政）	地下水	・新東名の駿河湾沼津SAに、災害発生時における水道断水の回避を目的とした地下水利用設備を整備。	－	－	国土交通省中部地方整備局記者発表資料(平成24年2月24日) [http://www.cbr.mlit.go.jp/road/kanri-bunkakai/pdf/240224kisya-bousaikinou.pdf]
19	船橋市 （行政）	地下水	・災害時の生活用水(一部は飲用も含む)を確保するため、市内小中学校等に、自家発電装置や滅菌装置を備えた防災井戸を設置。	計18箇所 12 ㎥/時間	－	船橋市HP「防災用井戸の解説」 [http://www.city.funabashi.chiba.jp/kurashi/bousai/0004/p008929.html]
20	七ヶ浜町 （行政）	地下水	・災害時の応急用生活雑用水(飲用以外)の確保のため、民間井戸の協力を募集。	－	－	七ヶ浜町HP「災害応急用井戸の募集について」 [http://www.shichigahama.com/benricho/oshirase/c21-020.html]

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

No.	地　域	地下水・湧水区分	利用状況	水量等	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
21	茨城県	地下水	「茨城県地域防災計画（地震災害対策計画編）平成 24 年 3 月」において、病院に災害用井戸を整備することとしている	－	現状では、井戸設置を進めている段階であり、今後は整備済み箇所の所在地やマップなどの整備も必要と考えられる。	茨城県 Website http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/seikan/kikikanri/H23bousaikeikaku/23bousaikeikaku(jisin).pdf
22	高荻市	地下水	復興交付金により高台地域の学校へ飲料水確保用の井戸を整備（当面は小学校３校(高萩小、秋山小、松岡小)、中学校２校(秋山中、松岡中)）	－	茨城県においては小中学校等の防災拠点への防災井戸整備は市町村が主体で実施することとしており、各自治体で一層の推進が必要。	高荻市 Website http://www.city.takahagi.ibaraki.jp/cms/data/doc/1341387627_doc_53_1.pdf
23	龍ヶ崎市	地下水	災害時の給水を確保するため市内すべての公民館に井戸を設置	－	飲用、雑用等の種別で市公共施設井戸マップが整備されており、災害時に有効活用が可能。	龍ヶ崎市 Website http://www.city.ryugasaki.ibaraki.jp/koukyou_shisetsu-ido-map
24	水戸市 日立市	地下水	災害時の水確保の観点から、民間井戸の登録制度を実施する予定としている。 水戸市：協力井戸登録制度にて 400 件の募集を行っている、日立市：防災計画に記載あり	－	現状では、募集が終了した段階であり、HP への公開や、協力井戸の看板設置等は実施されていない状況である。	

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

No.	地　域	地下水・湧水区分	利用状況	水量等	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
25	牛久市	地下水	地域防災計画において防災井戸に対する取り組みを強化しているようである。	取水量は備考参照	現状は計画段階であるが、非常用電源との併用という考え方であり、防災拠点として活用が期待される。	・栄町・県単水道貯水タンク（井戸）取水量 1,100ｔ/日 自家発電可能 ・筑波単桂工業団地取水施設（井戸）取水量 2,500ｔ/日 自家発電可能（７～８時間） ・筑波単奥原工業団地取水施設（井戸）取水量 2,800ｔ/日 自家発電可能（７～８時間） オ 飲料水兼用耐震性貯水槽(市内に施設を配備するとともに、北部ニュータウン等新市街地形成における大規模な土地利用についても計画的に配備する。）取水量 100ｔ http://www.city.ushiku.ibaraki.jp/section/koutsuu/image/b-keikaku/b-keikaku2.pdf
26	ひたちなか市、鹿嶋市	地下水	市内に災害用井戸を設置予定 ひたちなか市：勝田地区小学校 14 校 鹿嶋市：14 地区に設置済み	－	現状では、井戸設置を進めている段階であり、今後は整備済み箇所の所在地やマップなどの整備も必要と考えられる。	
27	茨城県(茨城県農業総合センター)	地下水	地中熱/地下水熱を利用したヒートポンプによりバラのハウス栽培を実施（「緑の分権改革」にて 2010 年 8 月に設置）	－		■地中熱交換器 熱交換器：OD32 ダブル U チューブ深さ：70m×3 本、充填材：珪砂、・熱交換器間隔：5m ■室内機器概要 冷暖房対象：約 100m2 のハウス、空調方式:冷温水 ファンコイルユニット、ヒートポンプ：冷暖房能力 10kW、暖房は灯油温風暖房器とのハイブリッド運転

回答市区町村名	湧水の名称	所在地	概要等	アクセス制限 ◎：可 ○：可（制限有り） ×：不可 ー：不明	湧水保全活動
川崎市	緑ヶ丘霊園内湧水地	川崎市高津区下作延		◎	
川崎市	生田緑地内湧水地	川崎市多摩区枡形		◎	
川崎市	飛森の谷戸湧水地	川崎市宮前区初山		◎	ＮＰＯ法人が維持管理している。
川崎市	早野聖地公園中の谷湧水地	川崎市麻生区早野		◎	
川崎市	高津区市民健康の森湧水地	川崎市高津区野川		◎	ＮＰＯ法人が維持管理している。
藤沢市	なし	藤沢市片瀬１丁目	利用なし	ー	
藤沢市	なし	藤沢市川名	みどりに関し、ナショナルトラスト運動あり	ー	
藤沢市	なし	藤沢市川名	利用なし	ー	
藤沢市	なし	藤沢市川名	公園内にあり、園内の水田、植物育成等に利用されている	ー	
藤沢市	なし	藤沢市川名	利用なし	ー	
藤沢市	なし	藤沢市宮前	水田利用されている	ー	
藤沢市	なし	藤沢市柄沢	利用なし	ー	
藤沢市	なし	藤沢市西富	利用なし	ー	
藤沢市	なし	藤沢市西富	下水処理場で蛍の飼育に利用	ー	
藤沢市	なし	藤沢市亀井野	利用なし	ー	
藤沢市	なし	藤沢市西俣野	利用なし	ー	
藤沢市	なし	藤沢市高倉	利用なし	ー	
藤沢市	なし	藤沢市稲荷	農業利用（クレソン）	ー	
藤沢市	なし	藤沢市大庭	利用なし	ー	

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

回答市区町村名	湧水の名称	所在地	概要等	アクセス制限	湧水保全活動
藤沢市	なし	藤沢市石川	公園の水路に利用	―	
藤沢市	なし	藤沢市石川	利用なし	―	
藤沢市	なし	藤沢市円行	利用なし	―	
藤沢市	なし	藤沢市菖蒲沢	利用なし	―	
藤沢市	なし	藤沢市遠藤	利用なし	―	
藤沢市	なし	藤沢市打戻	利用なし	―	
藤沢市	なし	藤沢市打戻	公園の水路に利用	◎	
藤沢市	なし	藤沢市遠藤	利用なし	―	
藤沢市	なし	藤沢市用田	利用なし	―	
藤沢市	なし	藤沢市用田	利用なし	―	
藤沢市	なし	藤沢市宮原	利用なし	―	
藤沢市	なし	藤沢市用田	利用なし	―	
相模原市	横山丘陵緑地公園湧水	相模原市上溝４丁目地先	照手姫伝説の湧水	◎	
相模原市	道保川公園湧水	相模原市上溝 1359 番地外	ゲンジボタルが見られる	◎	
相模原市	勝坂遺跡公園（予定地）湧水	相模原市磯部 1873 番地外	有鹿神社（小さな祠）の脇の湧水でホトケドジョウなどが生息	◎	
秦野市	河原町湧水	秦野市河原町３番	街中に残された数少ない湧水として、地域による保全が進められています。	◎	地下水汚染浄化事業の実施 毎月湧出量調査の実施
秦野市	今泉湧水池（今泉名水桜公園）	秦野市今泉 395	この池は、古代からの水汲み場所であって、池の底からは、石器時代、奈良･平安時代の土器破片等が大量に出土しています。現在の池は、昭和初期に造られたもので、それ以前は荒地に囲まれた湧水でした。池の底から日量約２，５００トンの地下水が湧き出し、秦野盆地湧水群の中でもトップクラスの湧出量を誇っています。	◎	地下水汚染浄化事業の実施 毎月湧出量調査の実施

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

回答市区町村名	湧水の名称	所在地	概要等	アクセス制限	湧水保全活動
秦野市	小籐川湧水	秦野市今泉 605-1	街中に残された数少ない湧水として、地域による保全が進められています。	◎	地下水汚染浄化事業の実施
秦野市	白笹稲荷神社湧水池（一貫田湧水）	秦野市今泉 1052	この湧水は、小さな崖から水晶のような水玉がしたたり流れ、一貫田の湧水と合流し、室川へ流れ出ています。	○	地下水汚染浄化事業の実施 毎月湧出量調査の実施
秦野市	赤松沢湧水	秦野市渋沢赤松沢	渋沢丘陵の小さな谷あいの湧水で、昭和５０年代中頃まで水道水源として利用されていました。	◎	
秦野市	谷津湧水	秦野市渋沢谷津 2263	渋沢丘陵の小さな谷あいの湧水で、昭和５０年代中頃まで水道水源として利用されていました。この湧水を利用して水田が作られ、谷戸田を形成しています。	◎	
秦野市	若竹の泉	秦野市千村	渋沢断層からの湧水で、渋沢丘陵に沿って流れる室川の源流に位置します。	◎	年に２回飲料水質検査を実施
秦野市	柳川地区湧水池	秦野市柳川	小盆地を形成する柳川地区は、里地の原風景を残し、湧水を利用した水田があります。周辺には、市指定第１号の生き物の里があります。	◎	毎月湧出量調査の実施
秦野市	春嶽湧水	秦野市蓑毛	蓑毛からヤビツ峠に向かう柏木林道が金目川を渡る場所にあり、水道水源としても利用されています。水質は硬度が低く、軟らかい湧水です。	◎	年に２回飲料水質検査を実施
秦野市	護摩屋敷の水	秦野市寺山 1692	護摩屋敷とは、山伏がヌルデの木などを焚いて修行をするところをさします。修行に訪れた僧たちは、ここの水で身を清めたと伝えられています。	◎	年に２回飲料水質検査を実施
秦野市	葛葉の泉	秦野市菩提 2317-15	昭和６０年に秦野盆地湧水群が名水百選に選定されたことをきっかけに、地域の人によって整備されました。	◎	年に２回飲料水質検査を実施
秦野市	竜神の泉	秦野市戸川	山腹に竜の形をした岩があることから、水をつかさどる“竜神”が宿ると伝えられる場所。昔から行者や猟師などが喉を潤し、ひと息ついた泉として知られています。	◎	年に２回飲料水質検査を実施

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

回答市区町村名	湧水の名称	所在地	概要等	アクセス制限	湧水保全活動
秦野市	まいまいの泉	秦野市今泉 598-2	この泉は、その見た目と上古に造られた井戸である“まいまいず井戸”にちなんで命名されました。地下水質の改善が進み、飲用に適する水質に達したため、地下水の監視用に掘られた井戸を利用して、地下２０メートルから地下水を自噴させています。	◎	地下水汚染浄化事業の実施 毎月飲料水質検査を実施
秦野市	どうめいの泉	秦野市平沢 1116-3	宅地開発により不明となった“どうめい湧水”にちなんで命名されました。地下水質の改善が進み、飲用に適する水質に達したため、地下水の監視用に掘られた井戸を利用して、地下３０メートルから地下水を自噴させています。	◎	地下水汚染浄化事業の実施 毎月湧出量調査の実施 毎月飲料水質検査を実施
厚木市	屋際の湧水	厚木市三田南一丁目	ガソリンスタンドの一角にあり、地元に開放されている。	◎	
厚木市	妻田薬師の湧水	厚木市妻田西三丁目	寺院の一角にあり、石灯籠としめ縄で囲まれている。鯉が飼われている。	◎	
厚木市	上千頭の湧水	厚木市飯山	私有地内にあり、鯉が飼われている。	－	
厚木市	広町の湧水	厚木市中荻野	公園内の水辺広場に湧水を使用している。	◎	
伊勢原市	八幡谷戸遊水地	伊勢原市西富岡八幡谷戸	水鳥や貴重な水棲動物が生息し、また、水量も豊富であるため、農業用水としても利用されている。	◎	平成２０年度にのり面整備を実施。 周辺の草刈（年２回）を実施。
海老名市	亀島湧水	海老名市上今泉六丁目	亀島公園となっている山からの伏流水で、水の透明度と水質がよい。	◎	
海老名市	独鈷井戸	海老名市上今泉四丁目	常泉院という寺の敷地内にある湧水で、近くにある座間丘陵からの伏流水	○	
海老名市	三日月井戸	海老名市上今泉四丁目	常泉院という寺の敷地内にある湧水で、近くにある座間丘陵からの伏流水	○	
海老名市	浅井の水	海老名市国分北一丁目	普段は湧水の水量は少ないが、雨の後などにはきれいな水がかなり湧き出す。	◎	

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

回答市区町村名	湧水の名称	所在地	概要等	アクセス制限	湧水保全活動
座間市	いっぺい窪湧水	座間市南栗原４丁目	古くは巡礼者や近くを通る人がここで一杯の水をいただいていたことから「いっぺい窪」といわれている。現在は愛好家がわさびを育てている。	×	わさびを育てている環境団体が管理している
座間市	龍源院湧水	座間市入谷１丁目	近くの鈴鹿神社から縄文後期の遺跡が発掘されたことから鈴鹿遺跡の住人が生活用水として利用されていたといわれている。	◎	住職、檀家が不定期で実施している
座間市	谷戸山公園内の湧水	座間市入谷３丁目	県立座間谷戸山公園内で湧き出す湧水で、園内の池や水田を潤し、夏には蛍が観察できる。	◎	環境団体が清掃活動を実施している
座間市	番神水湧水	座間市入谷１丁目	日蓮上人がお経とともに杖をついた先から湧いたという伝説の湧水。	○	
座間市	芹沢川護岸から湧き出す湧水	座間市栗原	芹沢公園内から湧き出す湧水で、芹沢川の源となっている。古くはこの湧水を利用して養魚場が営まれていた。	◎	環境団体が清掃活動を実施している
座間市	神井戸湧水	座間市入谷５丁目	古くから周辺住民の飲料水、米や野菜の洗い水として利用されてきたが、現在でも野菜等の洗い水として利用されている。	◎	利用者が清掃活動を実施している
座間市	心岩寺湧水	座間市入谷１丁目	境内や周辺で縄文中期の遺跡や土器片が発見されたことから、先史時代から周辺住民の生活用水として利用されていたといわれている。	◎	住職、檀家が不定期で実施している
南足柄市	清左衛門地獄池湧水	南足柄市狩野 865	湧水箇所に大きな池を造り、その池の中央に厳島神社を勧請し、隣に観池山弁財寺を建立して清左衛門を祀っている。	◎	
南足柄市	苅野厳島弁天池湧水	南足柄市苅野 535	昭和 34 年に市の水道が敷かれるまで、地域の水源として利用されていた。現在は地域の親水空間となっている。	◎	
南足柄市	金太郎自然園湧水	南足柄市矢倉沢 1344	金太郎自然園の裏山から湧き出ている湧水。この湧水を池に貯め、マス、イワナ、ヤマメなどの養殖を行っている。	◎	
南足柄市	笹子地蔵湧水	南足柄市塚原	山肌の祠のような場所から湧き出ている。湧水箇所の周りには、石の地蔵が建立されており、昔から「山の地蔵さん」と呼ばれ、信仰されてきた。	◎	
南足柄市	御嶽神社湧水	南足柄市三竹	御嶽神社の石段の左側にある湧水で、昔からお神水といい霊水として知られている。	◎	

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

回答市区町村名	湧水の名称	所在地	概要等	アクセス制限	湧水保全活動
南足柄市	八乙女池湧水	南足柄市沼田	市内で３番目に大きな湧水池で、年間を通じて推量の変化が少なく、池には鯉が多く飼われている。	◎	
南足柄市	森と水の公園湧水	南足柄市三竹	周辺の山から湧出した湧水を活用した親水公園である。	◎	
南足柄市	いずみの湧水	南足柄市三竹	いずみ公民館の裏山から湧き出している湧水で、この水を活用してほたるの養殖を行い、ほたるの里づくりが行われている。	◎	
南足柄市	金剛水	南足柄市大雄町1157	大雄山最乗寺にある湧水である。	◎	
南足柄市	不動尊の滝水湧水	南足柄市大雄町1158	大雄山最乗寺の奥の院西方の峯からこんこんと湧き出ている清水である。	◎	
綾瀬市		綾瀬市早川城山３－４－１	都市公園（城山公園）内に湧水があり、再整備時に保全。（自然のまま残している）	×	
中井町	厳島湿生公園湧水	足柄上郡中井町井ノ口１３１０番地	厳島神社周辺は、県下でも稀な湧水が出ている湿生地で、昭和４９年に県の自然環境保全地域に指定されています。	◎	
開成町	名称は特になし	開成町牛島	水路底より湧出しているが、水量は不明。魚等が生息している。	◎	
箱根町	姫の水	箱根町大平台	小田原北条氏の姫君が化粧に使ったことから由来している。	－	
箱根町	嬰寿の命水	箱根町木賀	子宝を授かるといてれている。	◎	

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

市町村名	名　　称	指定地域	目　　的	主な内容
横浜市	横浜市生活環境の保全等に関する条例 (平成 15 年 4 月施行)	市全域	地盤沈下の防止	地下水採取における事前許可制、許可基準、採取量・水位報告義務、掘削作業による地盤沈下の防止、小規模揚水施設による地盤沈下の防止等を規定
川崎市	川崎市公害防止等生活環境の保全に関する条例 (平成 12 年 2 月施行)	市全域	地盤沈下の防止	地下水採取における事前許可制、許可基準、採取量、水位報告義務、小規模揚水施設の届出等を規定
小田原市	小田原市豊かな地下水を守る条例 (平成 6 年 9 月制定)	市全域	地下水保全 (住環境の保全)	12.5 ㎥/時以上の地下水採取者(工場又は事業場)における事前届出義務、採取量、水位報告義務 地下水採取規制地区の指定 工事による地下水枯渇防止義務
秦野市	秦野市地下水保全条例 (平成 12 年 4 月制定)	市全域	地下水汚染の防止と浄化及び地下水のかん養と水量の保全等	化学物質を取り扱う事業所の使用事業所の設置届 新たな井戸の設置原則禁止 工事における地下水枯渇防止義務 地下水の人工かん養を行う。
	秦野市地下水の保全及び利用の適正化に関する要綱 (昭和 50 年 3 月制定)	市全域	地下水資源の保全と秩序ある利用	20 ㎥/日以上の地下水採取者(業務用)に協力金納入義務
海老名市	海老名市環境保全条例 (昭和 50 年 3 月制定)	市全域	地下水の枯渇、地盤沈下防止、飲料水確保等	地下水採取における事前届出義務(業務用、家庭用) 工事における地下水枯渇防止義務

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

市町村名	名　　称	指定地域	目　　的	主な内容
南足柄市	南足柄市地下水採取に関する指導要綱 （平成元年７月制定）	市全域	市民の生活用水供給の円滑化	地下水を動力採取する者に事前の届出協議義務（水道水源から 500m 以内についての新規掘削は原則禁止）
	南足柄市水資源の保全及び利用に関する条例 （平成 10 年４月制定）	一部全域	水資源の保全及び利用	水資源かん養保全区域の指定 揚水施設の構造基準による地下水採取届出制他
座間市	座間市の地下水を保全する条例	市全域	地下水資源の保全と秩序ある利用	水資源かん養保全区域の指定
中井町	中井町地下水採取に関する指導要綱 （昭和 50 年４月制定）	一部全域	町民の生活用水供給の円滑化	地下水採取における事前協議（水道水源から 500m 以内については新規掘削禁止、その他の地域についても構造基準あり）
開成町	開成町地下水採取の規制に関する条例 （昭和 50 年３月制定）	町全域	町民の生活用水供給の円滑化	地下水採取における事前の届出義務（工業用、飲用、冷暖房用、水洗設備用等）採取量、水位報告義務
真鶴町	真鶴町地下水採取の規制に関する条例 （平成２年９月制定）	町全域を４種類に分類	地下水の水源保全	地下水採取における事前の許可制 指定地域ごとにケージング（口径）等の設置基準を設定

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

回答市区町村名	湧水の名称		所在地	概要等	アクセス制限 ◎：可 ○：可(制限有り) ×：不可 ー：不明	湧水保全活動
	名称	ふりがな				
水戸市	笠原水源	かさはらすいげん	水戸市笠原町	江戸時代から水道水として利用されていた。現在，史跡として整備され湧水量も多く，利用されている。	◎	史跡として整備されている。その周辺は，都市公園として整備してある。水戸市で年1回水質検査を実施している。
水戸市	玉龍泉	ぎょくりゅうせん	水戸市見川 1 丁目	偕楽園公園の一角にあり，高低差を利用して噴水として利用している。	◎	偕楽園公園内にあり，管理されている。水戸市で年 1 回水質検査を実施している。過去に大腸菌が検出されたことがある。
水戸市	軍民坂湧水	ぐんみんざかゆうすい	水戸市上国井町	水量が豊富である。	◎	湧水を受ける枡が設置してある。水戸市で年 1 回水質検査を実施している。過去に大腸菌が検出されたことがある。
水戸市	小沢の滝	こざわのたき	水戸市北見町	緑豊かな斜面緑地から湧いた水が，小さな滝となり流れ出ている。滝周辺は，都市緑地として整備されている。	◎	背後の緑地と一体として，都市緑地として整備してあり，管理している。水戸市で年 1 回水質検査を実施している。過去に大腸菌が検出されたことがある。
水戸市	曝井	さらしい	水戸市愛宕町	万葉集第 9 巻に那須郡曝井の歌として詠まれた地に湧き出ている。	◎	背後の竹林と湧水の溜まる池周辺を和風庭園の都市緑地（万葉曝井の森）として整備してある。水戸市で年 1 回水質検査を実施している。過去に大腸菌が検出されたことがある。
水戸市	神明宮	じんめいぐう	水戸市八幡町	近隣の神社と相まって，歴史的な面影を残す。	◎	湧水の溜まる池周辺を都市緑地として整備してある。水戸市で年 1 回水質検査を実施している。現在，一般細菌が検出されている。
水戸市	吐玉泉	とぎょくせん	水戸市常盤町 1 丁目	1842 年偕楽園開園当初から園内に湧水があった。現在は，大理石で整備され，湧水量も多く来園者に親しまれている。	◎	偕楽園公園内にあり，大理石から湧き出ている。水戸市で年 1 回水質検査を実施している。過去に大腸菌が検出されたことがある。

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

回答市区町村名	湧水の名称		所在地	概要等	アクセス制限 ◎：可 ○：可(制限有り) ×：不可 ー：不明	湧水保全活動
	名称	ふりがな				
日立市	小豆洗不動尊の湧水	あずきあらいふどうそんのゆうすい	日立市東成沢町 3 丁目	小豆洗不動尊の境内。鮎川の河岸段丘の崖の途中から湧き出している。	◎	
日立市	池の川弁天様の湧水	いけのかわべんてんさまのゆうすい	日立市中成沢町 2 丁目	国道 6 号下の鹿島神社の隣に弁天池がある、通常は枯れている。	○	
日立市	泉が森湧水及びイトヨの里泉が森公園	いずみがもりゆうすいおよびいとよのさといずみがもりこうえん	日立市水木町 2 丁目	泉神社境内にある湧水。「常陸国風土記」にも記されている。平成の名水百選認定	◎	地元住民による湧水を利用した「イトヨの里泉が森公園」の管理及びイトヨの保護活動。
日立市	大久保の風穴	おおくぼのかざあな	日立市大久保町地内	桜川上流の鍾乳洞。下部の穴から清水が流れ出ている。	○	
日立市	金沢弁天池の湧水	かねさわべんてんいけのゆうすい	日立市東金沢町 4 丁目	赤松の木立が目立つ弁天公園。湧き出た水が池を形作っている。	◎	
日立市	桐木沢水神様の湧水	きりきざわすいじんさまのゆうすい	日立市西成沢町 1 丁目	国道 6 号から桐木沢を西に入ると「水神宮」と書かれた赤い鳥居と祠がある。その岩の下から湧き出している。	◎	
日立市	銀水沢の湧水	ぎんすいざわのゆうすい	日立市助川町 3 丁目	銀水沢と呼ばれる谷間、車道沿いの杉林の斜面から湧いている。	◎	
日立市	呉坪の八幡清水	くれつぼのはちまんしみず	日立市中深荻町呉坪	個人の宅地の山裾から湧き出している。昔から生活に利用されてきた湧水	×	
日立市	化粧水	けしょうすい	日立市助川町地内	助川海防城跡に湧き、姫の化粧に使用されたという言い伝えがある。案内板あり	◎	

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

回答市区町村名	湧水の名称		所在地	概要等	アクセス制限 ◎：可 ○：可(制限有り) ×：不可 ー：不明	湧水保全活動
	名称	ふりがな				
日立市	笹目弁天池の湧水	ささめべんてんいけのゆうすい	日立市入四間町	山間部の杉林の中。山裾に湧く水を溜めて池を造り灌漑用水としていた。池の中には弁財天の小祠が祀られている。	◎	
日立市	諏訪の水穴	すわのみずあな	日立市諏訪町太平田	鮎川渓谷の一部の鍾乳洞から清水が流れ出ている。水穴は信州諏訪に通じているという伝説がある。	○	
日立市	別雷皇太神の湧水	わけいかづちこうたいじんのゆうすい	日立市東町 3 丁目	別名雷神様が祀られている、浜の宮海岸崖の岩の間から湧いている。	○	
日立市	民家		日立市諏訪町 3 丁目	諏訪神社の裏手。個人の宅地の山裾から湧き出している。庭の池を形作っている。	×	
日立市	豆腐工房の湧水	とうふこうぼうのゆうすい	日立市入四間町	工房の駐車場の一角。一般人が自由に利用できるようになっている。水の持ち帰り自由	◎	
日立市	切目の名水	きれめのめいすい	日立市十王町高原	杉林の中からわき出している。「湯殿山・月山・羽黒山」の石碑が鎮座している。	◎	
日立市	奥撫の湧水群	おくなでのゆうすいぐん	日立市十王町高原	5 か所の湧水があり、飲料水や酒蔵などにも利用されている。ホタルも多い	◎	
日立市	竪破山登山道周辺の湧水	たつわれさんとざんどうしゅうへんのゆうすい	日立市十王町黒坂	奇岩・巨石が多い竪破山登山道沿いに5つの湧水がある。	◎	

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

回答市区町村名	湧水の名称		所在地	概要等	アクセス制限 ◎：可 ○：可(制限有り) ×：不可 ー：不明	湧水保全活動
	名称	ふりがな				
龍ケ崎市	中沼	なかぬま	龍ケ崎市北方町 839	明治 43 年に小貝川があふれてできた氾濫沼で昭和 49 年茨城県の自然環境保全地域に指定されている。面積は 1ha で多くの太公望でにぎわう。	◎：可	自然保護指導員が定期的に巡回し，清掃活動等を実施している。 市で定期的に水質測定を実施している。
龍ケ崎市	種池	たねいけ	龍ケ崎市若柴町	小道沿いに湧き水を集めて、種もみを浸した。また、稲作の水源としても利用されていた。	◎：可	
北茨城市	大北渓谷湧水	おおきたけいこくゆうすい	北茨城市中郷町石岡	渓谷を走る道路に沿って複数の湧水が存在し、そのうちの一ヶ所には不動尊が祭られている。	◎	
北茨城市	腰越湧水	こしごえゆうすい	北茨城市華川町小豆畑	市内の湧水のうち最も採水者が多く、時には順番待ちの状態になる。	◎	
北茨城市	才丸湧水(福寿の湧水)	さいまるゆうすい(ふくじゅのゆうすい)	北茨城市関本町才丸	福寿草群生地の近くで、水田があることから、清掃等は行き届いているが、民地のため現在は立入できない。	×	
つくば市	一乗院の湧水	いちじょういんのゆうすい	つくば市上大島	参詣前の清めの水に使用。寺院境内及び近辺に湧水郡がある。	○	
つくば市	稲葉酒造の湧水	いなばしゅぞうのゆうすい	つくば市沼田	江戸末期より酒造りに湧水を使用しており、湧出場所は稲葉酒造の北約150mの地点でそこからパイプで引いている。	◎	
つくば市	大御堂の湧水	おおみどうのゆうすい	つくば市筑波	弘法水、千手の水の二つがある。現在は鐘楼の石垣から湧出している。	◎	

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

回答市区町村名	湧水の名称		所在地	概要等	アクセス制限 ◎：可 ○：可(制限有り) ×：不可 －：不明	湧水保全活動
	名称	ふりがな				
つくば市	小沢集落の共同井戸	おざわしゅうらくのきょうどういど	つくば市小沢	昭和40年代まで使用された共同井戸。現在はポンプで汲み上げており、茶の湯に利用する人が多く訪れる。	◎	
つくば市	御山王の井戸	おさんのうのいど	つくば市臼井	臼井六井のひとつ。井戸の近くに御山王様と呼ばれる神社があった。	○	
つくば市	御手洗水	おみだらし	つくば市小田	湧出口は宝鏡山中腹。浅間神社に参るときの清めの水とされ、神礼水と呼ばれている。昭和初期まで山の麓の人の生活水にもなっていた。	－	
つくば市	神郡の協同井戸跡	かんごおりのきょうどういどあと	つくば市神郡	昔、集落に数カ所の協同井戸があった。現在は井戸のあった場所2カ所がわかるのみ。	－	
つくば市	雲の井	くものい	つくば市筑波	筑波六井のひとつ。場所はいくつかの説があるが、筑波地区・県道42号沿いにある成瀬商店下の井戸が有力	－	
つくば市	香の井	こうのい	つくば市筑波	筑波六井のひとつ。飲料用に汲みに来る人も多い。水を汲み際には所有者にことわりを。	○	

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

回答市区町村名	湧水の名称		所在地	概要等	アクセス制限 ◎：可 ○：可(制限有り) ×：不可 ー：不明	湧水保全活動
	名称	ふりがな				
つくば市	弘法水	こうぼうすい	つくば市筑波	弘法大師ゆかりの湧水。筑波山の中腹、雑木林に囲まれた中にある。	◎	
つくば市	蚕影神社の湧水	こかげじんじゃのゆうすい	つくば市神郡	水源は神社のある雑木林のなか。湧出口は参道入口の民家の敷地内。水量は多く、水を汲みに来る人もいる。水を汲む際には所有者にことわりを。	○	
つくば市	御神水	ごしんすい	つくば市筑波	筑波山神社参詣者の清めの水。水源は筑波山頂近くにある十一面観音の祠	◎	
つくば市	佐の湧水	さのゆうすい	つくば市佐	雑木林からのしぼり水が数カ所から湧出。	ー	
つくば市	清水	しみず	つくば市筑波	筑波六井のひとつとする説や雲の井の別称という説がある。戦後まで集落の飲料水になっていた。	◎	
つくば市	常願寺跡の湧水	じょうがんじあとのゆうすい	つくば市小田	雑木林からのしぼり水が集まって沢になっている。涸れることもある。	ー	
つくば市	杉の井	すぎのい	つくば市筑波	筑波六井のひとつ。「筑波山江戸屋」の敷地内から湧出	◎	
つくば市	椿の井	つばきのい	つくば市筑波	筑波六井のひとつ。	○	
つくば市	萩の井	はぎのい	つくば市筑波	筑波六井のひとつ。	○	
つくば市	東岡・花室の湧水	ひがしおか・はなむろのゆうすい	つくば市東岡・金田	つくば市桜庁舎東側の水田地帯の一角から湧出。	◎	
つくば市	ヒヤミズ	ひやみず	つくば市臼井	(冷水、霊水)正確な表記は不明。六所神社跡近くの雑木林のしぼり水。現在も生活水に利用。	○	

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

回答市区町村名	湧水の名称		所在地	概要等	アクセス制限 ◎：可 ○：可(制限有り) ×：不可 ー：不明	湧水保全活動
	名称	ふりがな				
つくば市	不動峠の湧水	ふどうとうげのゆうすい	つくば市筑波	北条から不動峠に至る道の斜面に、数カ所の湧水がある。	◎	
つくば市	ふれあいの里近くの湧水	ふれあいのさとちかくのゆうすい	つくば市筑波	つくば市の宿泊施設ふれあいの里近くで湧出する湧水、水量が多く、水を汲みに来る人が多い。	◎	
つくば市	北条新町の横井戸群	ほうじょうしんまちのよこいどぐん	つくば市北条	集落内の約20軒が横井戸を所有。現在も生活水に利用している家もある。	ー	
つくば市	御海	みうみ	つくば市筑波	男体山頂近くにある。霊験あらたかな水とされ、万病に効くといわれている。	◎	
つくば市	男女川の水源地	みなのがわのすいげんち	つくば市筑波	筑波山ケーブルカーのトンネルの下部にあり登山道のそばにあることから古くより登山客ののどをうるおしてきた。	◎	
つくば市	八坂神社前の湧水	やさかじんじゃまえのゆうすい	つくば市小田	集落北の前山が水源の横井戸。昭和初期まで協同井戸として利用。	×	
ひたちなか市	沢田湧水地	さわだゆうすいち	茨城県ひたちなか市馬渡 605-4（国営ひたち海浜公園内）	東海・阿字ヶ浦砂丘に蓄えられた大量の雨水が地下水として湧き出してできた湿地である。	○	国営ひたち海浜公園内にあり，適切に管理されている。また，地元の中学校の生徒による調査・研究も行われている。
潮来市	大生の思井戸	おおうのおもいど	潮来市大生	所在地は潮来市大生前谷津にあり、大生神社の御手洗池となっている。神社の祭礼などに使われていた。	◎	
潮来市	名称なし		潮来市大賀		◎	
常陸大宮市	雪村筆洗の池	せっそんふでであらいのいけ	常陸大宮市下村田	水質は良好で，公園として整備されている。	◎：可	年1回水質検査を行っている。

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【行政】

回答市区町村名	湧水の名称		所在地	概要等	アクセス制限 ◎：可 ○：可(制限有り) ×：不可 ー：不明	湧水保全活動
	名称	ふりがな				
常陸大宮市	三蔵の滝	さんぞうのたき	常陸大宮市宇留野	山裾から湧き出している。現在も飲料水として利用されている。	○	年1回水質検査を行っている。
桜川市	延命水	えんめいすい	桜川市本木	坂東33観音札所第24番の雨引観音に向かい右側の杉林の中にあり、「延命観音菩薩の袖よりしたたり落ちた聖水で、延命のご利益があらたかである。」と言われています。	◎	
行方市	椎井の池	しいのいけ	行方市玉造甲	常陸国風土記の夜刀神伝説から、「池の周りに椎の木があり清泉が湧き出るので椎井の池となった。」	◎	市の補助により地元で、年2回の清掃を実施。
大子町	八溝川湧水群	やみぞがわゆうすいぐん	久慈郡大子町上野宮地内	八溝川湧水群は金性水、銀性水、鉄水、白毛水、龍毛水の5箇所からなり、徳川光圀が命名したと云われている。	◎	
大子町	八溝川湧水群	やみぞがわゆうすいぐん	久慈郡大子町上野宮地内	八溝川湧水群は金性水、銀性水、鉄水、白毛水、龍毛水の5箇所からなり、徳川光圀が命名したと云われている。	◎	
美浦村	ぶくぶく水	ぷくぷくみず	美浦村馬掛・土浦	台地からの滲み水	○	周辺の草刈り等
八千代町	弘法水	こうぼうすい	八千代町栗山974番地	当時、岩の切れ目から溢れ出ていたが、その後盛土され、現在は谷津田となっていて少量ながれている。	◎	

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【民間】

No	地域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
1	特別養護老人ホーム施設「豊田みのり園」（愛知県）	地下水	災害時に水のライフライン確保と地域住民への貢献活動を目的に導入された。井戸水は施設様敷地内の老人ホーム（80 名）、ショートステイセンター（30 名）、デイサービスセンター（40 名）等他全施設に供給し、現在ふんだんに利用されている。	不明 80m の井戸	プラント導入時には、近隣の中根自治区と「災害時における地下水供給に関する協定書」を結ぶ。この協定は、災害時に近隣で水道水が断水した際、施設が利用している地下水の余剰分を地域住民に無償提供する内容となっている。 システムには災害時用の蛇口が取り付けられ地域住民へ水を供給する仕組みが整っている。	株式会社ウェルシィの「地下水膜ろ過システム」の導入 http://www.wellthy.co.jp/product/water/
2	公立陶生病院（瀬戸市）2015 年完成予定	地下水	井水浄化設備は、2015 年度完成予定の新病棟建設工事に伴い、既存の雑用水井戸の廃止により新設した。 地下水を常用利用し、水処理用精密ろ過装置などを活用して飲料水用に高度浄化する。 水道法に定められている水素イオン濃度指数、残留塩素などを自動分析し、24 時間データを遠隔監視することで安心安全な飲料水を常時供給できる。	空調機冷却やトイレ排水など雑用水の 100%と上水の 90%。 給水量は 1 日平均 400m^{3}で、うち 150 m^{3}前後を災害時に提供する。	災害時の断水に備え、地下水をくみ上げる井戸プラント（井水浄化設備）を導入した瀬戸市の公立陶生病院が、同市と設備を納入した電源開発（東京都）の３者間で、地下水供給に関する協定を結んだ。大規模災害発生時に、病院は地下水を利用した飲料水を市民に提供する予定。	地下水供給で瀬戸市と電源開発３者間で協定 （現在進行形だと思われる）
3	愛知教育大学（刈谷市井ヶ谷町））	地下水	・地下水を浄化して学内の飲料用水として利用するシステムの運用。 ・今回の導入で年間 800 万円の水道代を節約でき、災害時の備えにもなる。 ・深さ約 100m の井戸を掘って水をくみ出し、鉄やマンガン、雑菌などを濾過する装置に通してから、受水槽に送水する仕組み。 ・飲料水としては、地下水と水道水を９対１の割合で混ぜて使用	最大給水量は１日 576 m^{3}で、同大の１日の平均使用量約 280 m^{3}の 2 倍を賄う	・同大は大震災時に地域の避難所として指定されており、水道水の供給が停止した場合に備えて、水の確保が急務となっていた。 ・外部電源の確保	工事費用は水道代として業者に 10 年かけて支払う予定。 従来の公共水道料金は 1t あたり 175 円だったが、業者に支払う水道代は同 68 円。 年間約 2000 万円の水道代が約 1200 万円に削減できる。

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【民間】

No	地域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
4	愛知江南短期大学(江南市)	地下水	･30年来使用されていなかった井戸に非常用発電機を備えた水中ポンプとドラゴン手押しポンプを設置し、防災時の水源として整備した。		･この井戸を江南市水道工事店協同組合とまちづくり江南市民会議が江南市地域まちづくり補助事業で行っておられる「災害時協力井戸」のひとつ	
5	老人福祉施設も併設する四日市社会保険病院（三重県）	地下水	・地域密着型の医療 ・導入後は「災害時には、近隣の住民にも余剰水を提供する」という『防災協定』を2つの自治会と結び、プラント脇には住民提供用の専用蛇口も設置。	水使用量は年間約85,000 m^3	「病院における水ライフライン対策のあり方」について、中部地区でのモデルとなった地域防災協定締結1号案件	・料金約3,000万円を支払っていたが、導入後は約17%の経費削減を実現した。 ・株式会社ウェルシィの「地下水膜ろ過システム」の導入
6	介護老人施設も併設する岐阜社会保険病院(岐阜県)	地下水	・傷の消毒から透析や手術に至るまでの診療活動 ・食事や入浴 ・病院、老人福祉施設ともに、常に水が供給される体制を整えることが大切	1日に必要な水が3㍑とすると、約5,000人に水を提供できる	・導入後に地元自治会と「災害時には、近隣の住民にも水を提供する」という『防災協定』を結んだ。 ･公共水道と地下水の二元確保で災害時にも水が使用でき事業継続(BCP)が可能である ･災害時には余剰水を近隣の住民に提供することで地域貢献をする	株式会社ウェルシィの「地下水膜ろ過システム」の導入

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【民間】

No	地域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
7	江南の水環境協力隊“水の委員会”（江南市）	地下水、雨水	江南市水道工事店協同組合は、平成22･23年度に江南市まちづくり補助事業「安心・安全なまちづくり」への協力活動として、地震等災害時に利用できる井戸の調査（緊急時　安心“水の隣組”マップ作り）を行った。江水協”水の委員会”では、その活動の拡充協力、水の上手な使い方を広く市民に伝える等、水環境への提言等を目的とし、活動を進めている。 具体的活動としては、水道組合で継続される市内井戸調査結果・利用方法等の広報活動、23年度に市内各所に大きな被害を起こした「ゲリラ豪雨」に対し、江南市が進める雨水対策事業の雨水貯留・浸透等の有効的活用への学習・利用促進協力等を、水のプロ集団を核として、広く市民参加も呼びかけ、江南市の水環境に対し出来うることを考え、実行していく予定。		この事業は、平成21年に当組合が「創立40周年」の節目に、今後の組合の在り方を模索す るため、会員各社に「10 年後を見据えた組合の姿について」アンケート調査をし、ビジョ ン策定を行った事により始まった。当組合10年後の姿として「行政・市民から信頼され続ける組合」という目標を掲げ、今やらなければならない 3 つのキーワードの中の１つ “江南市民にとって信頼できる店社の集合”の実践事業として、「安心・安全なまちづくり」に、組合員各自の職を生かせないかと考え、近く起きうると言われている、大震災に対し「市内井戸の調査」等を通し、生活用水の確保の一旦を担い、少しでも市 民の皆様の安心を得られる事に協力出来たらと考えている。	平成22年江南市地域町づくり補助事業「緊急時　安心‘水の隣組’マップ作り」http://www.aiweb.or.jp/konan-w/index.html
8	都心森ビル14個所	地下水	森ビルが管理する各主要施設に「非常災害用井戸」を自主設置しており、災害発生時には、消火用水、トイレ洗浄水、発電機冷却水などの設置施設、および近隣への生活用水を供給する。	提供水量 1個所平均 100m^3/日	「非常災害用井戸」の常時利用の提案として、地盤沈下の防止をはかりながら揚水量を制御して、地下水位の変動を監視している。これにより地盤沈下のおそれが少ない地域での揚水規制の緩和を期待している。 ※）東京都の揚水規制量：平均10m^3/日以下	http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy/nestu_energy/004_05_01.
9	ホテルニューオータニ	地下水	千代田区の「災害時協力井戸」であり、敷地内の井戸により地下水を庭園の池に補給している。これに飲料用としての「地下水膜ろ過システム」を導入している。	供給能力 350m^3/日		http://www.wellthy.co.jp/product/water/ex/000191.html

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【民間】

No	地域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
10	日野自動車羽村工場	地下水	日野自動車羽村工場は、羽村市と「災害時応急活動等に関する協定」を締結しており、災害時においても水のライフラインを確保する見地等から、飲料用として敷地内の井戸に「地下水膜ろ過システム」を導入している。	供給能力 19 m^3/時		http://www.wellthy.co.jp/product/water/ex/000220.html
11	千葉市こてはし温水プール	地下水	地下130メートルの地下水を汲み上げて濾過し、通常時はプールの水に使い、緊急時には飲料水として地元住民に配布する「地下水膜ろ過システム」を導入している。	供給能力 8 m^3/時	現状は停電に対応していない。今後、非常電源導入の予定。	http://www.hazardlab.jp/know/topics/detail.php?no=0020104
12	千葉商科大学	地下水	敷地内の地下水を汲み上げて濾過し、非常電源設備も備えており、緊急時には飲料水として近隣住民にも提供する「地下水膜ろ過システム」を導入している。			http://www.wellthy.co.jp/product/water/ex/000069.html
13	狛江市慈恵医科大学付属第三病院	地下水	災害拠点病院として震災時等における病院機能を確保すべく、狛江市と防災まちづくりの取組を実施している。病院敷地内の高深度地下水を取水・ろ過・貯水するプラントを整備し、震災時等には地域住民等の飲料水として提供するため行政に働きかけ、平成18年8月に狛江市及び調布市と災害時の井戸水使用協定を締結した。（消防水利としても指定）	供給能力 480 m^3/日		http://www.bousaihaku.com/cgi-bin/hp/index2.cgi?ac1=B742&ac2=B74201&ac3=5248&Page=hpd2_view

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【民間】

No	地域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
14	茨城県日立市 ウェルニックプラザ （秀仁会川島クリニック）	地下水	災害時での飲料水、人工透析などの医療用水として、地下 100m の井戸からくみ上げ、「地下水膜ろ過システム」を導入して、施設の水源を水道水とともに「２元化」することでライフラインを確保している。	供給能力 70 m^3/日		茨城新聞 2012 年 9 月 11 日
15	勝浦市 国際武道大学	地下水	同大学は勝浦市と「災害時における地下水の供給に関する協定書」を締結しており、災害時に上水道が断水した場合でも「地下水膜ろ過システム」で浄水された地下水を地域住民も利用できる体制を整えている。 （給水能力は約 30,000 人分）	井戸深さ 180m 取水量 90 m^3/日	水道法で定められた 51 項目の検査基準数値をクリア 24 時間 365 日遠隔監視体制 月 1 回定期点検実施	http://www.wellthy.co.jp/product/water/ex/000217.html http://www.budo-u.ac.jp/news/topix/20080606_01/index.html http://www.budo-u.ac.jp/news/topix/20080804/index_2.html
16	新座市 大木伸銅工業㈱ 凸版印刷㈱	地下水	新座市と「飲料水・生活用水の供給」の災害時協力協定を締結。 「震災対策用井戸」として登録されている。			新座市地域防災計画 http://www.city.niiza.lg.jp/06policy/bousai/bousai.php
17	新座市 ㈱東京宇佐美 不二家埼玉工場 加藤鉄工所 ㈱貫井石油 ㈱並木産業 砺波建材	地下水	「震災対策用井戸」として登録されている。			新座市地域防災計画 http://www.city.niiza.lg.jp/06policy/bousai/bousai.php

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【民間】

No	地域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
18	和光市 本田技研工業	地下水	「災害時における災害対策に関する協定」により、敷地内井戸を災害時に使用する協定を締結している。			和光市地域防災計画 http://www.city.wako.lg.jp/home/busho/_5838/_5840/_5842/sei_6_64.html
19	麻生総合病院・麻生リハビリ総合病院（川崎市）	地下水	両病院に１基ずつ地下水を利用した給水プラントを稼働中。地下 150mからくみ上げ、砂やフィルターでろ過した水を手術や透析のほか、飲料水にも利用。通常時には水道水と併用するが、災害時にはプラントのみで１日約 90 m^3 を給水でき、通常の使用量（80～90 m^3）を賄える。	90 m^3/日	災害時の病院機能維持、周辺住民への飲料水供給を想定している。震度７の地震にも耐えられるように設計されており、停電時はプラント内に設置された自家発電装置で稼動。市の要綱に基づき、災害用協力井戸として２基合わせて 74 m^3 を地域に供給できる。	http://news.kanaloco.jp/localnews/article/1105100027/ http://www.townnews.co.jp/0205/2011/05/05/103504.html http://mytown21.co.jp/towntopics/4077.html
20	湘南鎌倉総合病院（鎌倉市）	地下水	活性炭ろ過及び RO（逆浸透）膜処理技術を取り入れた地下水活用システムを設置。地下 100m以上の井戸から汲み上げた地下水を殺菌後、二種類のろ過装置（活性炭ろ過、RO（逆浸透）膜処理）により色や臭い、不純物を取り除き院内に給水している。同院の使用水の 95%以上がこの地下水活用システムにより供給されている。	不明	自家発電装置と合わせて、万が一の非常時にも電力と水を供給できる。	http://shonankamakura.or.jp/shonanmail/upload/しょうなんメール Ver.51.pdf
21	南大和病院（大和市）	地下水	地下水ろ過システム、自家発電装置を保有し、大地震が起きても病院として機能できる。	不明		http://www.minamiyamato-hosp.or.jp/index.html

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【民間】

No	地域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
22	東名高速道路海老名 SA（海老名市）	地下水	水道料金の削減、公共水道と地下水という二つの水源を持つことによる利便性や安心感への寄与、BCP の実現の観点から災害時に機能する水源の確保の観点から地下水を利用。SA 内におよそ 150mの井戸を掘削し、そこから地下水を汲み上げている。地下水はまず原水槽に貯留され、前処理（塩素注入と砂ろ過）によって通常の飲料水程度のろ過が施される。それから更に膜ろ過することで一層の安全性を確保する。	不明（海老名 SA の年間使用水量は 25 万 m^3）		http://www.k-mil.net/ebook/cmi201008/HTML/index32.html
23	富士フィルム神奈川工場（小田原市、南足柄市）	地下水	製造に使用する水は市水、井水を利用している。2011 年度の利用量は小田原サイトで 505.5 万 m^3/年、足柄サイトで 909.2 万 m^3/年。			http://www.fujifilm.co.jp/corporate/environment/pdf/report/ff_env_2012_s0102_allj.pdf
24	相模原クリニック（相模原市）	地下水	地下水を透析用水として利用する。活性炭及び RO モジュールを使用。地下水利用量は不明であるが、同院の使用水量は 12.1m^3/日			http://sagacli.or.jp/kennkyu.html
25	工場名不明（平塚市）	地下水	100m の井戸を掘削し、専用水道システムを設置。	装置能力 32m^3/H		http://www.takurou-k.com/ex01.html
26	茨城県 茨城町	地下水	国立病院機構 水戸医療センターでは、2011 年 1 月に地下水飲料化システム（地下水膜ろ過システム）を導入し、ライフラインの２ＷＡＹ化（水道水＋地下水）を図った。 地下水システムは常時使用し、１日使用量の 90%を賄う。 病院での日常使用量：273m^3/日（雑用水除く）（地下水 90%、水道水 10%）、病院内貯水量：200 m^3	日常使用量：273 m^3/日、病院内貯水量：200 m^3	東日本大震災時には、水が使用可能だったことから患者の受入れが可能となる。 被災地となった、水戸市内や福島県などの病院から患者を受入れを行う。人工透析患者も断ることなく受入れ、透析も実施した。	http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001q8my-att/2r9852000001q8sh.pdf ウェルシィＨＰ http://www.wellthy.co.jp/product/water/ex/000192.html

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【民間】

No	地域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
27	茨城県 日立市 （民間）	地下水	日立電線日高工場は、工場内の飲料水を地下水でまかなっていた。		日立市は、地震当日から約２週間にわたり、全域で断水が続いた。日立電線日高工場は、工場内の飲料水を地下水でまかなっているため、電気が復旧した３月14日から約１週間、朝から夕方まで、地域の皆様に給水活動を行い、多くの住民が利用した。／写真左：工場入口に給水場を設置（日高工場）、ＨＰより	日立電線グループＨＰ http://www.hitachi-cable.co.jp/about/csr/sinsai/index.html 茨城新聞 http://www.yomiuri.co.jp/e-japan/ibaraki/feature/mito1331304369514_02/news/20120309-OYT8T01309.htm
28	茨城県 ひたちなか市（民間）	地下水	スパーク青葉では、同施設の風呂を地下水を利用し、熱源はプロパンガスでまかなっている。		震災翌日の12日に電気も復旧し、一部断水が続くひたちなか市民のために、風呂の無料開放を行った。	茨城新聞 http://ibarakinews.jp/news/news.php?f_jun=13004475286626
29	茨城県 日立市	湧水	震災で役立った日立の湧水（泉が森〈県内唯一の平成の名水百選〉、小豆荒井不動尊、中里とうふ工房の湧水）			個人ブログ http://hiyamaki.life.coocan.jp/160drive/11/0615yuusui/yuusui.html
30	茨城県 日立市	湧水	“命の水”として役立った『日立の湧水』（日立市南部・中部――泉が森の湧水、金沢 弁天の池の湧水、小豆洗不動尊の湧水、とうふ工房の湧水／日立北部――奥撫の湧水、切り目の湧水、小舟の湧水、東連津川周辺の湧水／日立北部――七瀬の泉）			市民団体ＨＰ http://kirara-hitachi.net/mizu/wakimizu.html

付表　地下水・湧水利用現況と保全活動及び防災利用に対する課題【民間】

No	地域	地下水・湧水区分	利用状況	水量	保全活動及び防災利用への課題	備考（出典等）
31	茨城県 日立市	湧水	泉が森の湧水	１日の湧水量：4,320 m^3/日	選定理由「平成の名水百選」は水質・水量、周辺環境の状況などのほか保全活動も選定基準とされ、公園里親である「イトヨの里泉が森公園運営委員会」の日々の活動が実を結んだ結果となりました。	観光省ＨＰ　選定　平成の名水百選 https://www2.env.go.jp/water-pub/mizu-site/newmeisui/data/index.asp?info=15

第Ⅳ部　大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査

平成２４年度
大深度地下道路網における災害時における機能・安全性に関する調査専門部会
（第四部会）委員名簿

部 会 長	谷利　信明	鹿島建設㈱	土木管理本部土木技術部　専任部長
副部会長	高村　圭一	鉄建建設㈱	エンジニアリング本部　副本部長
委　員	沢内　至武	応用地質㈱	エネルギー事業部　顧問
委　員	塚本　耕治	㈱奥村組	技術研究所　土木研究課　上席研究員
委　員	青砥　澄夫	川崎地質㈱	技術本部　本部長
委　員	石濱　茂崇	㈱熊谷組	土木設計部　地質グループ　副長
委　員	吉田　貴志	㈱鴻池組	土木事業本部　技術部技術課　課長
委　員	鈴木　祥三	東急建設㈱	土木総本部　土木技術部　専任部長
委　員	請川　　誠	戸田建設㈱	アーバンルネッサンス部　課長
委　員	望月　　崇	飛島建設㈱	建設事業本部 土木企画総括部 土木企画グループ 施工支援チーム　部長
前 委員	小林　　敬	㈱熊谷組	プロジェクトエンジニアリング室 交通インフラグループ　副部長
事 務 局	岡本　達也	(一財)エンジニアリング協会	地下開発利用研究センター 技術開発部　研究主幹

第Ⅳ部　大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査

目　次

第１章　調査経緯 ……Ⅳ－ 1

1.1 調査方針 ……Ⅳ－ 1

1.1.1 検討背景 ……Ⅳ－ 1

1.1.2 検討目的 ……Ⅳ－ 3

1.2 調査内容 ……Ⅳ－ 3

1.3 調査状況 ……Ⅳ－ 5

1.4 視察調査 ……Ⅳ－ 6

1.4.1 環状２号線・隅田川橋梁視察 ……Ⅳ－ 6

1.4.2 高速都心環状線、中央環状線視察 ……Ⅳ－ 7

1.4.3 首都高地下化構想提案ランプ地視察 ……Ⅳ－10

第２章　調査成果 ……Ⅳ－15

2.1 安全・安心な都市形成 ……Ⅳ－15

2.1.1 都市の安全・安心機能 ……Ⅳ－15

2.1.2 都市の安全・安心を脅かす災害の種類と特性 ……Ⅳ－18

2.1.3 社会インフラの役割 ……Ⅳ－35

2.1.4 地下空間の役割 ……Ⅳ－41

2.2 道路の機能 ……Ⅳ－60

2.2.1 道路の役割と機能 ……Ⅳ－60

2.2.2 地下道路の特性 ……Ⅳ－69

第３章　調査のまとめと今後の課題 ……Ⅳ－79

3.1 調査のまとめ ……Ⅳ－79

3.2 今後の課題 ……Ⅳ－80

第１章　調査経緯

1.1　調査方針

1.1.1　検討背景

少子高齢化社会の到来に対応する施策のひとつとして、コンパクトシティーの形成が提唱されている。コンパクトシティーとは、高度経済成長期およびバブル期等において郊外へ過度に広がった市街地を交通インフラ等の都市施設の整備により集約化し、効率的で快適な都市形成の実現を目指すものである。（図 1.1.1-1）

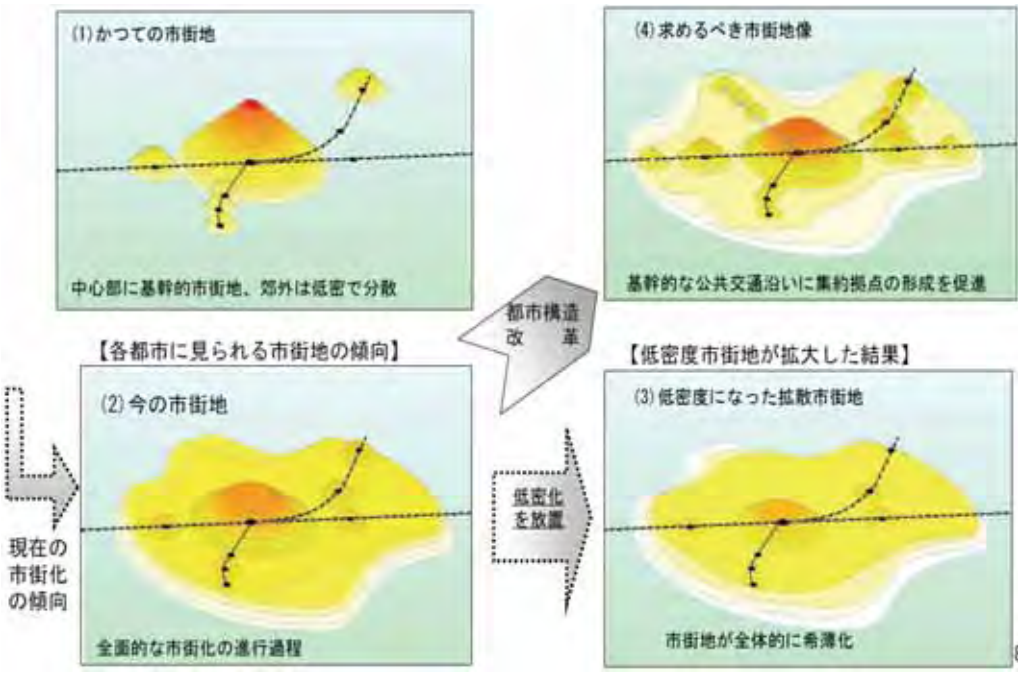


図1.1.1-1　集約型都市構造への再編イメージ

出典:国土交通省、集約型都市構造の実現に向けて社会資本整備審議会都市計画・歴史的風土分科会都市計画部会都市交通・市街地整備小委員会概要報告

同時にコンパクトシティーは、集約化による都市のエネルギー効率の向上にも寄与する側面を有するとされている。（図 1.1-2）

こうしたコンパクトシティーの実現の為には、計画的な都市施設（道路、鉄道、公園等）の整備が必要であると考えられる。

なお、ここで得られる安全・安心、効率性、快適性等の便益は、都市で活動する人々（居住者、就学者、勤労者等）のみならず都市で営まれる産業（運輸、商工業等）が享受するものとなる。

一方で、東日本大震災を契機に密集化した都市における防災・減災への備えの必要もこれまで以上に論議されるに至っている。

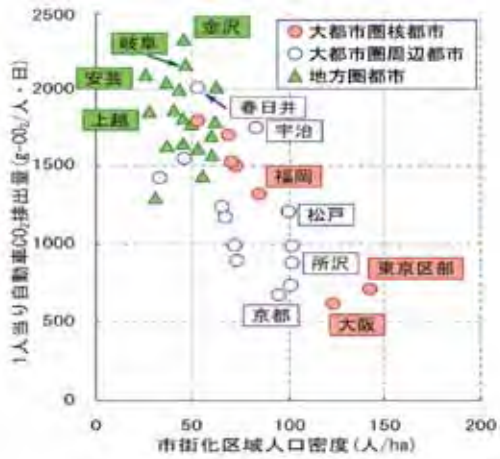


図1.1.1-2　人口密度と1人当りガソリン消費量の関係

出典:谷口守:都市構造から見た自動車CO2排出量の時系列分析、都市計画論文集No.43-3

地震（首都圏直下型地震、東南海地震等）およびそれに伴う火災・延焼、津波等の２次被害、あるいは地球温暖化による気象の凶暴化（局地的豪雨、突風等）による被害等への対応が各方面で論議、検討されている。（**図 1.1.1-3**）

赤坂見附駅(1993.8.27)
出典:東京都総合防災会議資料
http://www.tokyo-sougou-chisui.jp/mokuteki/index.html

国道 357 号羽田空港トンネル道路冠水(2011.8.28)
出典:東京国道事務所資料
http://www.ktr.mlit.go.jp/kisha/toukoku_00000057.html

図 1.1.1-3 地下鉄、道路トンネルの冠水被害の事例

また、東京オリンピック（1964 年）の開催を機に 1960 年代に急速に整備された道路施設等の社会インフラの老朽化対策、更新等も防災・減災と合わせて検討されるべき事項とされている。（下、**図 1.1.1-4**）（次頁、**図 1.1.1-5, 6**）

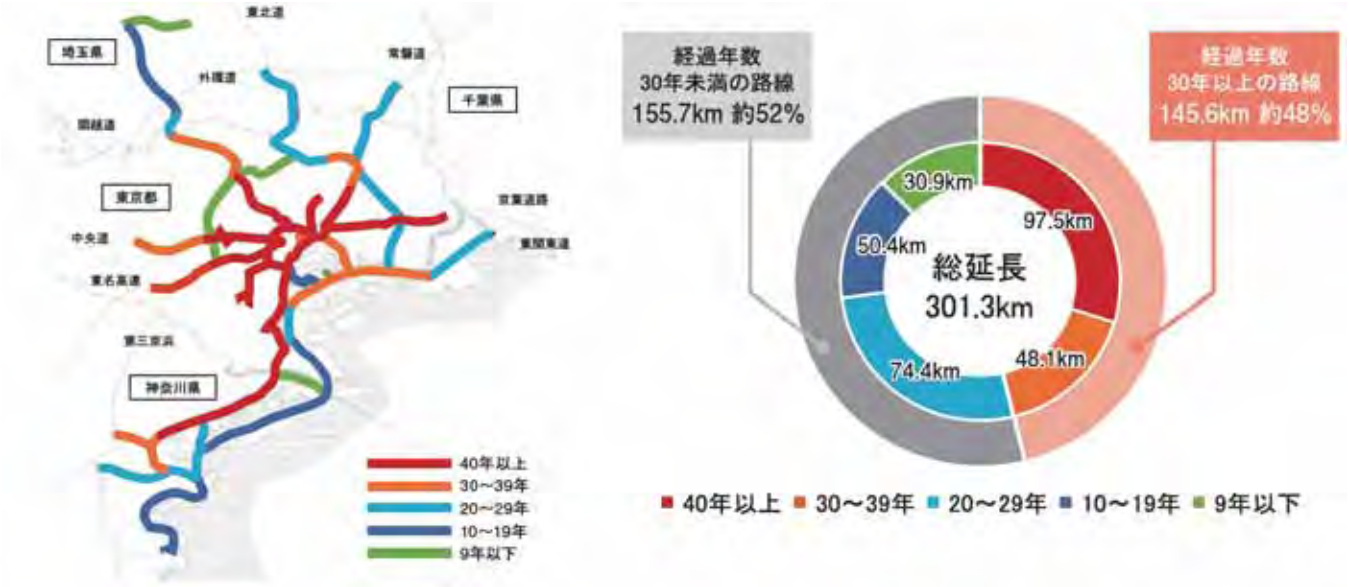


図1.1.1-4 首都高速道路における経過年数

出典：国土交通省、第１回首都高速の再生に関する有識者会議資料

図1.1.1-5 ミネソタ橋梁崩落事故
出典:ミネソタ州交通局　http://www.dot.state.mn.us

図 1.1.1-6 笹子トンネル天井版落下事故
出典:山梨県大月市消防本部提供資料

1.1.2　検討目的

都市の集約化(コンパクトシティー形成)とその安全、安心、快適性の実現の為には、様々な側面での都市環境整備(コミュニティー醸成、社会インフラ更新・再構築等)が必要である。

本稿は、首都圏等の成熟・過密した都市環境の中での地上空間、地下空間の有機的、効率的な連携によるこの実現を検討するものである。

具体的には、都市に求められる安全、安心、効率性、快適性に関わる様々の側面を調査検討するとともに、地下空間の持つ特性(空間の高度利用、耐震性(図 1.1.2-1)、閉塞性等)を生かした都市形成に資する検討を行うものである。なお、本稿では、対象とする社会インフラを道路に注目し検討を行うものである。

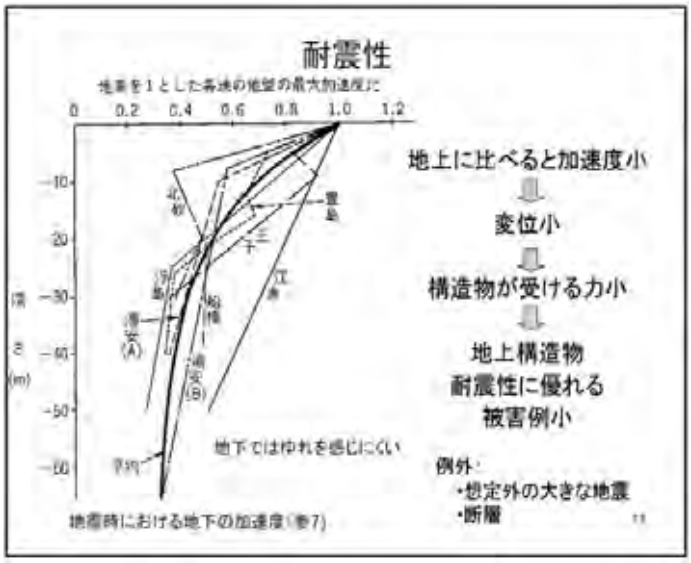


図 1.1.2-1 地下の地震時地加速度
出典:「地下都市は可能か」、平井堯、鹿島出版会

1.2　調査内容

1.1.2 に示す検討目的に沿い、以下の項目につき検討を行なった。

① 都市の安全・安心機能

都市における安全・安心（防災、減災等）を実現する為に社会インフラ群が果たすべき機能の調査・検討を行う。

② 災害の種類と特性

都市の安・安心を脅かす災害は、その「規模」、「予測の可否」、「頻度」、「継続時間」

等の様々の特性を有している。これら災害の特性を整理し、都市における安全・安心の実現とのかかわりを整理する。

③ 社会インフラの役割

災害特性（前項②）対応し、都市の安全・安心の実現に資する基盤技術、社会インフラ（道路、鉄道等）の概要をまとめる。

④ 地下空間の役割

地下空間のもつ特性（メリット、デメリット）を整理するとともに、その社会インフラへの適用性を調査・検討する。

⑤ 道路の役割

道路は、車両交通、歩行者交通、物流等の本来機能のほか、各種社会インフラ（上下水道、電力、通信、鉄道等）の格納空間、災害時の緊急輸送、火災の延焼遮断、都市景観の保持等の多面的な機能をもつ。

これらの道路に求められる機能を抽出・整理するとともにその安全・安心（防災、減災等）に果たす役割を調査検討する。

⑥ 地下道路の特性

前項⑤を受け、地下に整備される道路の有する特性・機能（長所、短所）を整理し、その都市形成に資する適用性と課題を整理検討する。

1.3　調査状況

本年度の部会の調査状況は、下表の部会活動記録に示すとおりである。

表 1.3-1　大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査専門部会活動記録

回	開催日	主　要　議　事
第 1 回	H24.5.31	・平成 24 年度「大深度地下道路網における機能・安全性に関する調査専門部会」 ・今年度検討項目の確認 ・今年度調査研究ストーリーの検討
第 2 回	H24.6.29	・第 1 回議事録確認 ・目次案について ・作業分担
第 3 回	H24.8.6	・第 2 回議事録確認 ・目次案について ・各委員からの資料持ち寄り
第 4 回	H24.9.26	・第 3 回議事録確認 ・目次案について ・各委員からの資料持ち寄り ・視察調査について
視察調査	H24.11.2	・高速都心環状線、高速中央環状線、地下高速道路構想ランプ予定地の現地調査
第 5 回	H24.11.15	・第 4 回議事録確認 ・活動状況報告および活動内容の確認、調整 ・視察調査報告
第 6 回	H24.12.18	・第 5 回議事録確認 ・活動状況報告および活動内容の確認、調整 ・平成 24 年度成果報告書（案）の確認
第 7 回	H25.1.31	・第 6 回議事録確認 ・平成 24 年度成果報告書（案）の確認
第 8 回	H25.2.28	・第 7 回議事録確認 ・平成 24 年度成果報告書（案）の確認

1.4　視察調査

当部会では、より快適な地下道路整備の提言に向け、地下道路の閉鎖性、走行安全性等を確認することを目的とし、高速都心環状線、高速中央環状線を走行調査するとともに、首都高地下化構想ランプ予定地（東京ロータリークラブ提案、国土交通省、首都高速の再生に関する有識者会議資料）等に沿い、首都高地下化更新が検討されている地区の視察調査を実施した。

視察調査実施日：平成 24 年 11 月 2 日（金）

① 環状第 2 号線・隅田川橋梁視察

② 高速都心環状線、中央環状線視察

③ 首都高地下化構想想定ランプ地視察

1.4.1　環状第 2 号線／隅田川橋梁視察

環状第 2 号線は、**図 1.4.1-1** に示す通り、江東区有明を起点とし、中央区、港区などを経て、千代田区神田佐久間町を終点とする全長約 14km の都市計画道路である。この環状第 2 号線は、港区虎ノ門から千代田区神田佐久間町までの約 8km が外堀通りとして供用しているほか、江東区有明から豊洲までの区間が完成し、現在、未整備区間（江東区豊洲～港区虎ノ門、約 5km）の整備が進められている。図 1.4.1-2 に第 2 号線の主な道路構造を示す。隅田川には隅田川橋梁（仮称）が施工中であった(次頁：**写真 1.4.1-1**)。

図 1.4.1-1　環状 2 号線

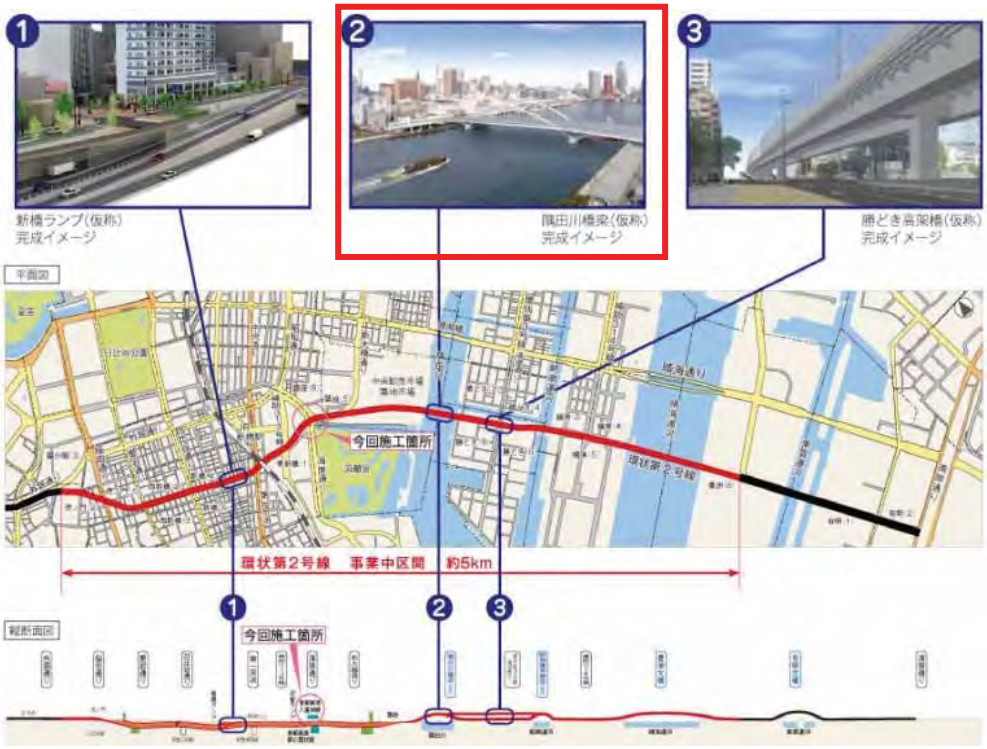


図 1.4.1-2　環状 2 号線（隅田川橋梁）

出典：東京都 HP　http://www.yaesusen.jp/about/index.html

1.4.2　高速都心環状線、中央環状線視察

高速都心環状線C1では、旧築地川・楓川区間である掘割部（汐留JCT～江戸川JCT間）を徒歩で踏査し、街づくりの観点から状況を確認した（図1.4.2-1）。

築地川、楓川では、掘割を生かして半地下構造の高速都心環状線を昭和40年竣工で築造している。

・江戸橋 JCT～京橋 JCT（弾正橋）：楓川
・京橋 JCT～三吉橋：楓川、築地川連絡運河
・三吉橋～汐留 JCT：築地川

写真 1.4.2-1 隅田川橋梁建設状況

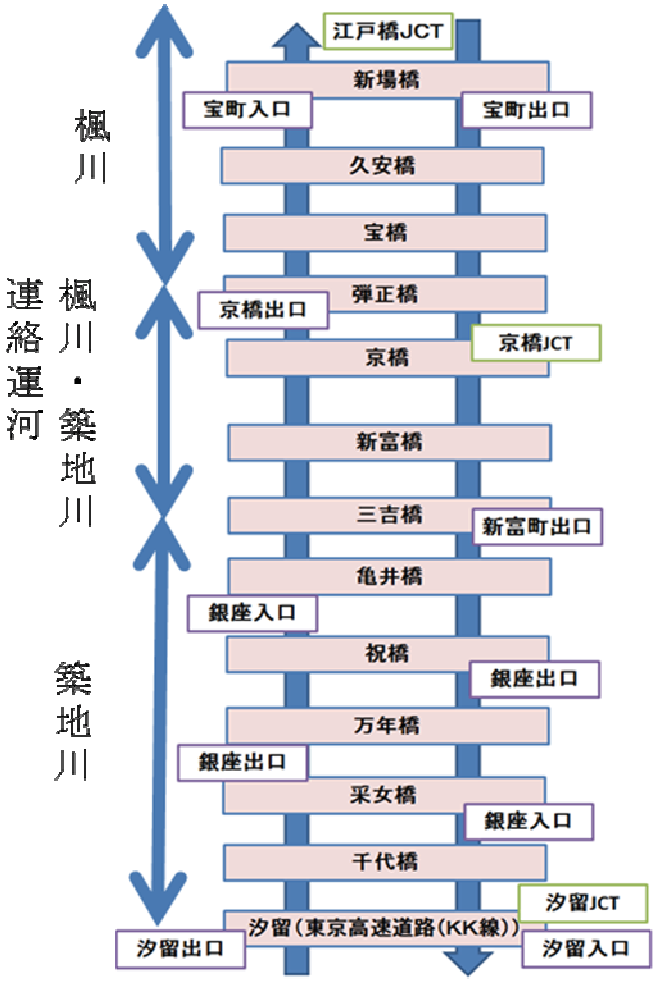


図 1.4.2-1　高速都心環状線（旧築地川・楓川区間）
出典：SHUTOKO Navi Map、首都高速道路㈱

図 1.4.2-2　高速都心環状線（銀座付近）
出典：第 2 回首都高速の再生に関する有識者会議現地視察資料
（平成 24 年 5 月 9 日）

図 1.4.2-3　高速都心環状線（京橋付近）
出典：第 2 回首都高速の再生に関する有識者会議現地視察資料
（平成 24 年 5 月 9 日）

また、複雑な構造である箱崎JCTの状況を確認し、高速都心環状線C1、高速中央環状線C2（山手トンネル）、大橋JCTの走行性の確認を行った。また併せてトンネル内の防災設備（避難通路、火災検知器など）を車中より目視確認した。同日は、トンネル内での長時間の渋滞にも遭遇し、今後の検討課題を実感することにもなった。

写真 1.4.2-2　箱崎 JCT

図 1.4.2-4　トンネル内防災装置

出典：第 2 回首都高速の再生に関する有識者会議

写真1.4.2-3～1.4.2-4に現地視察状況を示す。

写真 1.4.2-3　現地調査（京橋付近）

写真 1.4.2-4　現地調査（亀井橋付近）

1.4.3　首都高地下化構想提案ランプ地視察※)

東京ロータリークラブによる首都高速再構築素案に示されるランプ予定地（天現寺、芝公園、木場公園、元浅草、隅田公園）の現地調査を行った。

【※築地ランプ予定地（築地市場）】

【※天現時ランプ予定地】

【※芝公園ランプ予定地】

【※木場公園ランプ予定地】

【※元浅草ランプ予定地】

【※隅田公園ランプ予定地】

写真 1.4.3-1　首都高地下化構想想定ランプ地

図 1.4.3-1　新都心線ルート・ランプ位置図（図中の枠は、今回視察した想定ランプ地）
※）首都高速再生～東京･ロータリーハイウェイシンポジウム提言書、2009 年 3 月

視察調査では、①環状第２号線、隅田川橋梁、②高速都心環状線、中央環状線、③首都高地下化構想想定ランプ地をそれぞれ視察した。

環状第２号線、隅田川橋梁の視察では、隅田川橋梁の建設状況を築地市場より見ることができ、未整備区間の整備状況を実感できました。

高速都心環状線、中央環状線の視察では、都心環状線の現状のルートを視察したが、都心部の要所を繋いでおり、現状の交通機能は今後も有効であると実感できた。また、中央環状線完成後には渋滞解消の効果が現れ、計画時の理念であるノン・クロス・ロードとしての機能が期待されが、視察当日は、トンネル内での長時間の渋滞にも遭遇し、今後の検討課題を実感することにもなった。さらに、地下空間は閉鎖空間となっており、安全性および防災機能の確保の重要性を痛感した。

首都高地下化構想の想定ランプ地を６か所視察できたが、次年度予定している具体的なルート選定（想定）に参考となる情報となった。

参考文献

1.1

1) 国土交通省、集約型都市構造の実現に向けて社会資本整備審議会都市計画・歴史的風土分科会都市計画部会都市交通・市街地整備小委員会概要報告
2) 谷口守：都市構造から見た自動車 CO_2 排出量の時系列分析、都市計画論文集 No.43-3
3) 東京都総合防災会議資料 http://www.tokyo-sougou-chisui.jp/mokuteki/index.html
4) 東京国道事務所資料 http://www.ktr.mlit.go.jp/kisha/toukoku_00000057.html
5) 国土交通省、第 1 回首都高速の再生に関する有識者会議資料
6) ミネソタ州交通局 http://www.dot.state.mn.us
7) 山梨県大月市消防本部提供資料
8) 「地下都市は可能か」、平井堯、鹿島出版会

1.4

1) 東京都 HP、http://www.yaesusen.jp/about/index.html
2) 中央区、中央区水辺利用の活性化に関する方策、平成 18 年 4 月
3) 国土交通省、第 2 回首都高速の再生に関する有識者会議現地視察資料、平成 24 年 5 月 9 日
4) 東京ロータリークラブ環境委員会、首都高速再生～東京・ロータリーハイウェイシンポジウム提言書、2009 年 3 月

第２章　調査成果

2.1　安全・安心な都市形成

安全・安心な都市形成のためには、都市の安全・安心を担保するシステムが整備され、有事の際にそれが十分に機能する必要がある（安全・安心機能）。本節では、安全・安心な都市形成を担保するシステムを整理するとともに、安全・安心な都市形成を阻害する要素のうち、主に災害に起因するものについて調査する。また、安全・安心な都市形成の実現のために社会インフラが果たすべき役割やあるべき姿を検討する。

2.1.1　安全・安心機能

都市における安全・安心機能とは、自然災害や犯罪、事故等の不測の事態に遭遇した場合に、警察、消防、自治体などの主に公共の組織や上下水道、電気、通信、道路などの社会インフラが、都市に住む人々の生命、身体、財産などを保護する機能である。ここでは、防災・減災に注視し、都市の安全・安心機能の現状とあるべき姿を抽出する。

1)　安全・安心を担保するシステム

都市の安全・安心を担保するシステムにはソフト面及びハード面の両面が存在する。防災・減災の視点からは、この両面の対策を充実させる必要があるが、ここではハード面、特に社会インフラに絞った検討を行う。

ソフト面：

地域ごとの防犯・防災活動の推進、ハザードマップの作製（**図 2.1.1-1**）、防災教育、災害リスク情報の開示、全国瞬時警報システム（J-ALERT、**図 2.1.1-2**）等

ハード面：

安全な防災拠点や避難場所の確保、災害に強い交通網の構築、災害時に機能を保持できるライフライン、非常用資材の備蓄、バリアフリー化（**図 2.1.1-3**）等

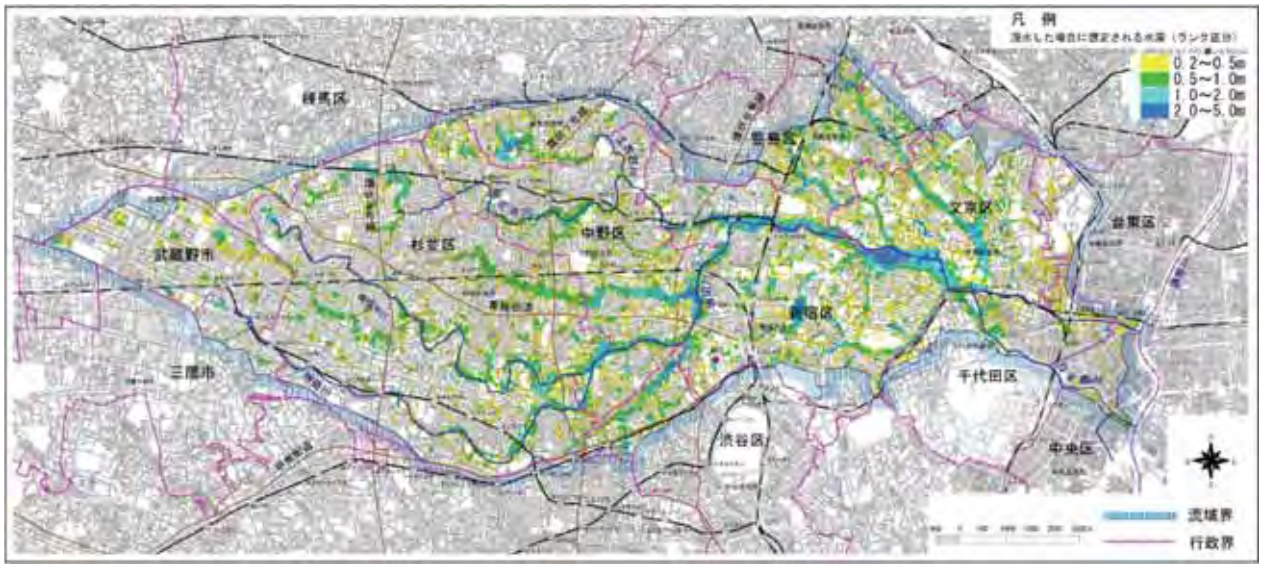


図 2.1.1-1　ハザードマップの事例（神田川流域浸水予想区域図）

出典：東京都建設局 HP
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/yosouzu/kanda.pdf

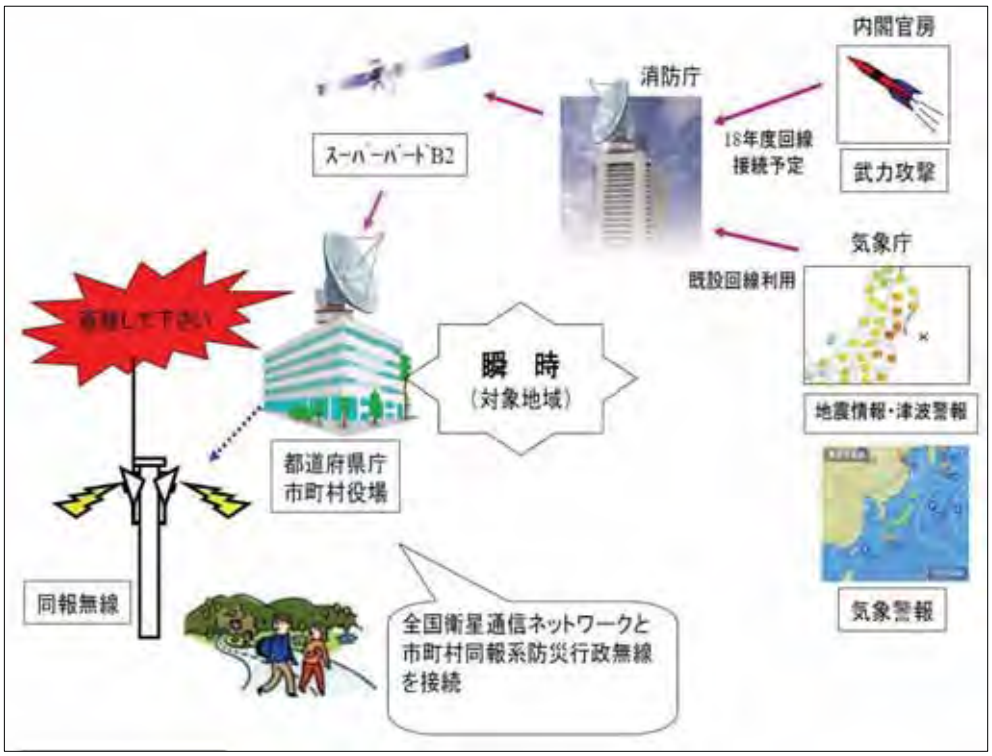


図 2.1.1-2　全国瞬時警報システム（J-ALERT）概要図

出典：国土交通省 HP
http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/bousai/sokuhou/siryou2_2.pdf

図 2.1.1-3　バリアフリー化の事例（横浜市戸塚駅周辺）

出典：国土交通省 HP
http://www.mlit.go.jp/common/000986661.pdf

2)　安全・安心を担保する社会インフラ

社会インフラが都市の安全・安心機能としての役割を果たすためには、不測の事態においてその機能を維持することが求められており、様々な防災・減災対策が施されている。

社会インフラの防災・減災対策は、基本的には自然災害に対する耐性の向上を目的としたものが主たるものとなっている。防災拠点や避難場所の耐震性の向上や設備・資材の充実、公共交通網の多重化、ライフラインの耐震性向上などが事例として挙げられる。

こうした社会インフラの防災・減災対策が実施により、災害時の都市防災機能の強化が図られているが、災害は様々な特性を有しており、起こりうる災害の特性を勘案した対策の実施が求められている。

3)　安全・安心機能の現状と課題とあるべき姿

阪神・淡路大震災や東日本大震災に代表される激甚災害時には、防災拠点や避難場所の自体の被災、交通網の麻痺、通信障害、ライフラインの長期停止などが発生し、社会インフラの災害に対する脆弱性により、都市の安全・安心を保つ機能が充分には働かなかったケースが認められた。

阪神・淡路大震災では、消火設備（消火栓や防火水槽）の損壊、倒壊建物による道路閉塞や交通障害（緊急車両の不通）により、２次災害として発生した火災の延焼拡大を抑止できず被害を大きくした側面がある（**図 2.1.1-4**）。

こうした災害時の被害を最小限に抑えるためには、社会インフラの災害に対する脆弱性を低下させ、被災時の都市の安全・安心のための機能が有効に発揮出来る都市環境を実現する必要がある。災害に強い社会インフラが必要であり、地震災害（含：津波、火災）や土砂災害、水害などの社会インフラに対し被害を及ぼす可能性を持つ事象に対する耐性の高いものが求められる。

図 2.1.1-4　阪神・淡路大震災の火災による被災状況

出典：神戸市 HP
http://www.city.kobe.lg.jp/safety/hanshinawaji/data/photo/p-index.html

2.1.2　都市の安全・安心を脅かす災害の種類と特性

1)　ハザードと脆弱性

(1)　都市の安全・安心を脅かすハザード

ハザードとは、自然現象(地震、豪雨、暴風、津波、土砂崩れ、火山噴火等)や社会的要因(犯罪、事故等)等の被害のきっかけとなる外力をいう。このハザードと国土あるいは社会構造の脆弱性(ハザードに対する脆さや弱さ)との関係により、様々な被害が発生する。自然現象としては、地震、豪雨、暴風、津波、土砂崩れ、火山噴火等があり、社会的要因としては、犯罪、事故等がある。

この内、都市部の社会インフラに大きな被害を発生させる可能性がある地震、豪雨・暴風についてその特性を整理する。

表 2.1.2-1　災害特性の概要(日建連 行為技術委員会 技術開発部会)

予測可能性	降雨・風	台風、梅雨前線等のよる降雨、暴風は、気象観測技術、解析技術の進歩により予測の精度は上がってきている。しかし局地的豪雨・突風(ダウンバースト)、竜巻等については、その発生の可能性を示に留まっている。
	地　震	研究、観測機器整備が進められているものの、発生予測は実用段階に至っているとは言い難く、現況では発生確率的を示す方向での対応となっていると判断される。 尚、津波の発生については、観測体制整備、解析技術進歩等による精度向上、解析時間短縮化(情報発信までの時間)等が実現されつつある。
予防可能性(被災予防)	降雨・風	降雨は、ダム、放水路、ポンプ場等の治水施設の整備、下水管路の整備により被害発生が抑止されてきている。 また、予測される降雨レベル等に基づく事前避難指示による人的被災の発生抑止も可能となってきている。
	地　震	解析技術の進歩、耐震基準の見直し、既存不適格構造の改修推進等により、施設の損壊による被災影響の低減は進められている。 しかし「想定外」とされる東日本震災(2011.3.11)では、巨大津波による被害が発生しており、今後の社会資本整備のあり方について論議が進められている状況にある。
地域の大きさ	降雨・風	台風、梅雨前線等のように広域に渡るもの、局所豪雨、突風等のように極めて局所的な被災となる場合とが混在する。
	地　震	海洋プレート型(東日本地震、東南海地震)のように広域にわたり大きな被害を発生させせるもの、活断層により引き起こされる比較的影響域が小さいものの大きな被害を発生させる直下型が混在する。
規模の大きさ	降雨・風	地球温暖化による気象の狂暴化が懸念されている。
	地　震	東日本震災(2011.3.11)を契機に見直しが進められている。
頻　度	降雨・風	地球温暖化による気象の狂暴化が懸念されている。
	地　震	東日本震災(2011.3.11)を契機に見直しが進められている。
被災時間	降雨・風	夏期の迷走台風、
	地　震	一瞬、2次被害(火災、インフラ被災影響)等は長期

出展：日本建設業連合会　工事技術委員会　技術開発部会資料より編集・作成

(2)　ハザードに対する脆弱性

(a)　国土の脆弱性(自然的要因)

日本列島は、世界に類の無い複雑で脆く不安定な地形と地質から成っている。4枚のプレートがぶつかり合って地震や火山の活動が活発で、地層や岩石は断層でずれたり、破砕されたりしており、地震、豪雨、暴風、津波、土砂崩れ、火山噴火等極めて多種の自然災害が発生しやすい自然条件下にある。この様な地形・地質であるにもかわらず、人口の増加や都市化にともなって、狭い国土を有効利用するため、土砂災害や河川災害などの危険があるところにまで開発が進んでいる。

我が国の国土は、諸外国と比べて地質リスクが大きいのが特徴である。それは、下図に示すように、もともとの性質である素因としての地質の複雑さがある。モザイク上に見える地質図は欧米に比べ遙かに複雑で、断層も多いことが知られている。さらに外力である地震・豪雨・火山などが誘引として作用して災害を引き起こす。

図 2.1.2-1　災害が発生しやすい日本の国土

出典：「日本ってどんな国シリーズ 3　豪雨から国土を守る」(全国地質調査業協会連合会)

地震も、世界で起こるマグニチュード６以上のうち 20%以上が日本に集中していることや、ゲリラ豪雨*が年々増えているという事実もある。

＊ゲリラ豪雨:突発的に発生し、短い時間に局地的に限られた地域に降る豪雨。前線や低気圧、台風などに伴う集中豪雨に比べると予測することが難しい。この用語についての学術的な定義はなく、気象庁では予報用語として使用していない。

地震については、わが国は海洋プレートと大陸プレートとの境界に位置しているため、プレートの沈み込みにより発生するプレート境界型の巨大地震やプレートの運動に起因する内陸域地殻内地震などが発生し、世界全体で発生するマグニチュード６以上の地震回数の約 2 割を占めており、その発生割合は、世界の 0.25%の国土面積に比して非常に高い。

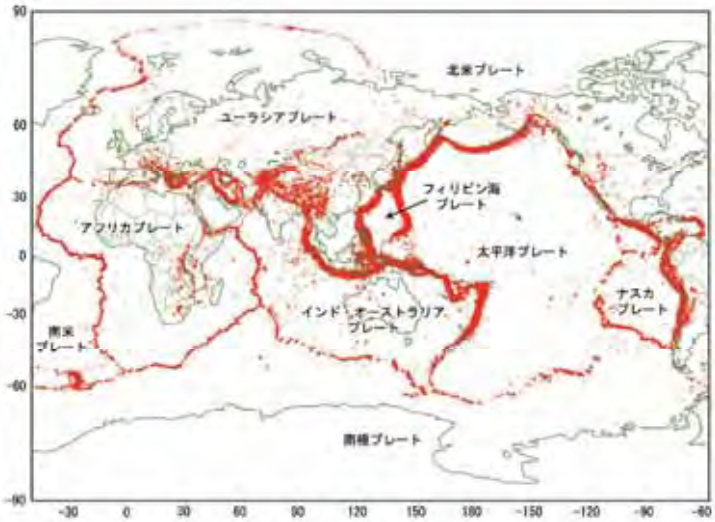


図 2.1.2-2　主なプレートと地震活動

出典：「地震を知る」（気象庁パンフレット，平成 21 年 3 月）

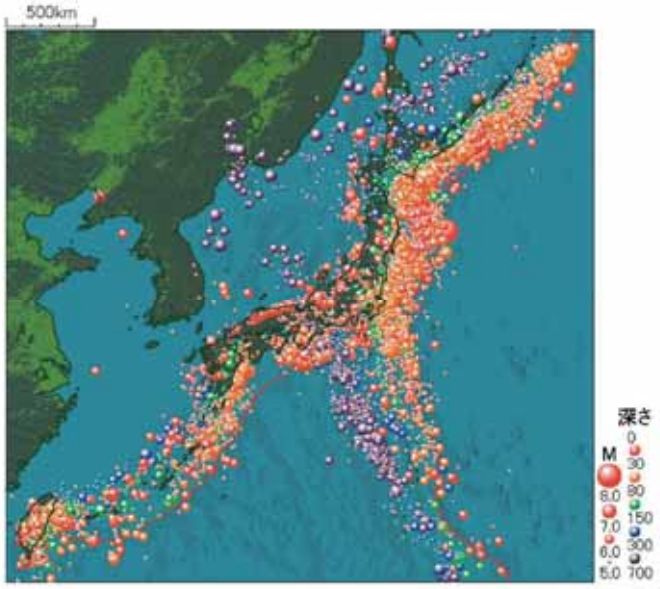
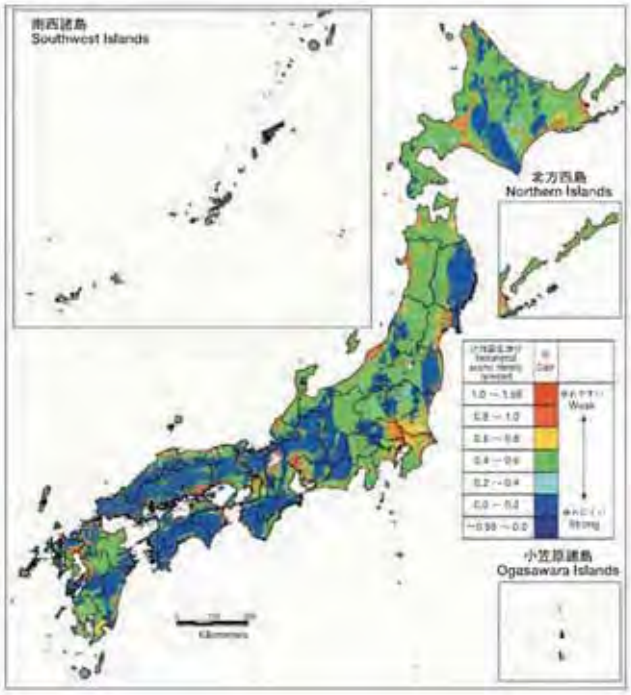


図 2.1.2-3　日本周辺の地震活動

出典：「地震を知る」（気象庁パンフレット，平成 21 年 3 月）



○ 被害想定と地域危険度との関係

首都直下地震による東京の被害想定	地域危険度
被害が最大になると思われる気象条件等を選定し、発生頻度の高い地震による被害を想定している。	特定の地震を想定するのではなく、全ての町丁目直下の地盤で同じ強さの揺れが生じた場合の危険性を測定している。

図 2.1.2-4　首都直下地震による東京都の震度分布図（上）及び被害想定図（下）

出典：「東京都の防災対策の手引き」（東京都，平成 23 年 3 月）

ゲリラ豪雨については、集中豪雨（1時間降水量50㎜以上の降雨）の発生回数が下図に示したように年々増加傾向にあるため、中長期的な将来において広大な地域が浸水し甚大な被害の発生が懸念されている。これに加えて、特に都市部では地表面がアスファルトやコンクリートで覆われている場合が多いため、降った雨が地下に浸み込めず、河川や下水道に一気に流れ多量の雨水があふれることによる内水氾濫が多発するようになっている。この内水氾濫による洪水は、地下室など低い場所に流れ込み、思わぬところで災害を発生させる

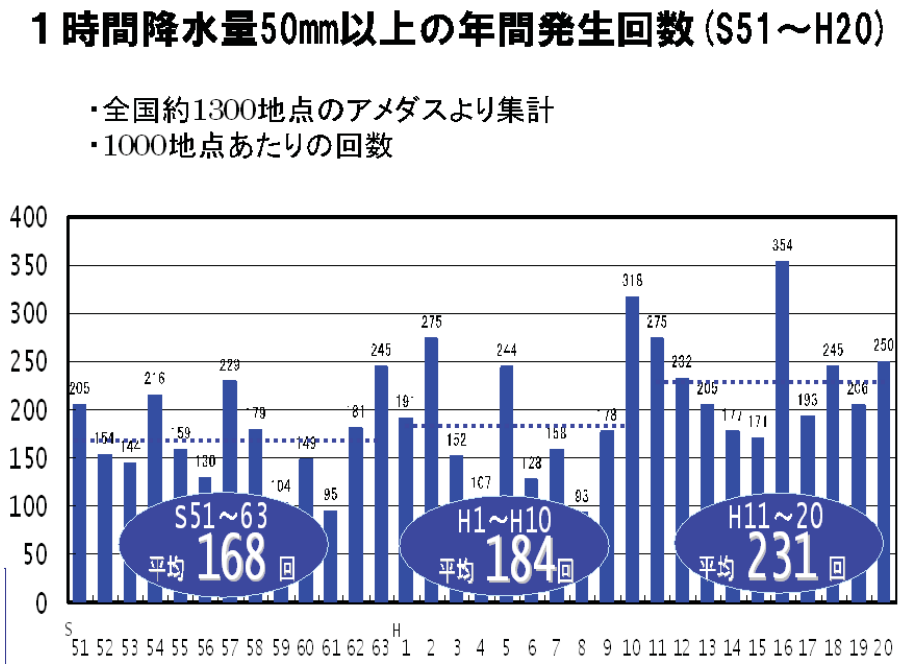


図 2.1.2-5　1時間降水量50㎜以上の発生回数（S51～H20）

出典：「中間取りまとめ～安全・安心まちづくりビジョン～」（国交省　安全・安心まちづくり小委員会）

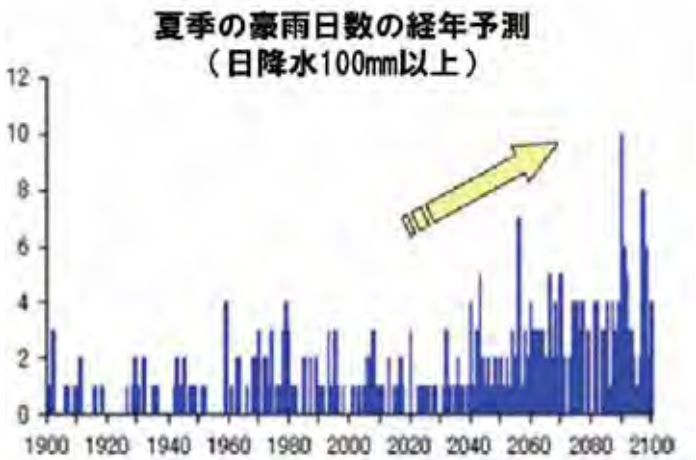


図 2.1.2-6　夏季の豪雨日数の経年予測

出典：「異常気象レポート2005」（気象庁）

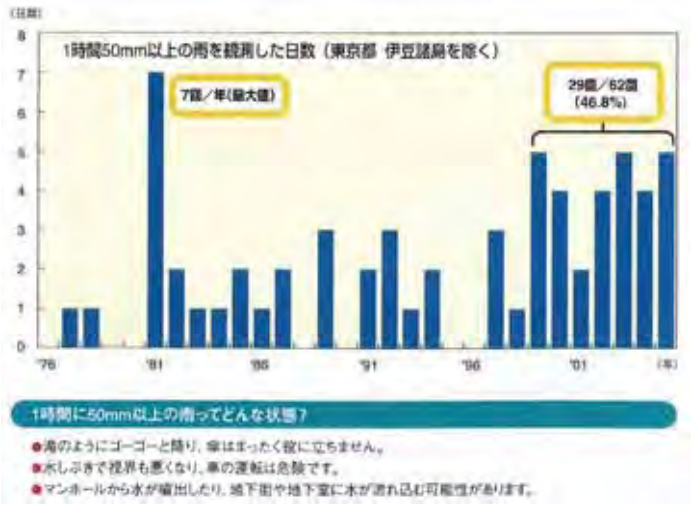


図 2.1.2-7　東京都における 1 時間雨量 50 ㎜以上の発生回数

出典：「ﾃﾞｰﾀで見る防災」（社団法人　日本土木工業会）

(b) 都市部の脆弱性（社会的要因）

都市部について見ると、密集市街地の存在、オープンスペースの不足、耐震性の不足、氾濫原の市街地化、排水能力の不足、無秩序な地下利用等の都市構造の脆弱性、高齢化、近隣関係の希薄化等による社会構造の脆弱性があることが指摘されている。

特に、東京には山手線外周部を中心に木造住宅密集地域（「木密地域」）が広範に分布している。木密地域は、道路や公園等の都市基盤が不十分なことに加え、老朽化した木造建築物が多いことなどから、大地震が発生した場合、木密地域において、建物の倒壊や同時多発的な火災により大規模な市街地火災が発生するおそれがあり、多くの都民の生命と安全が脅かされるばかりか、緊急活動や物流などの東京の都市機能に大きな支障を与えかねない。

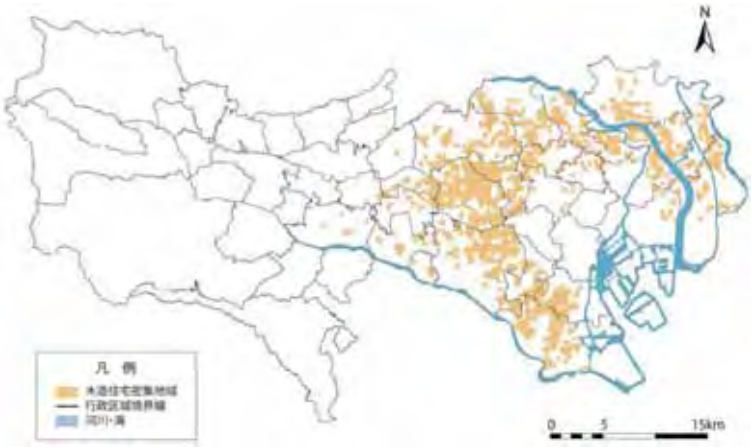


図 2.1.2-8　木造住宅密集地域

出典：「木密不燃化 10 年プロジェクト」（東京都，平成 24 年 1 月）

このため、東京都では、首都直下地震の切迫性や東日本大震災の発生を踏まえ、都民の生命と東京の都市機能を守るため、東京の最大の弱点である木密地域の改善を一段と加速することが必要である、として「木密地域不燃化 10 年プロジェクト」実施方針が平成 24 年 1 月に策定さ

れた。その概要を以下に示す。

【目標】

・特に甚大な被害が想定される整備地域（約7,000ha）を対象に、10年間の重点的・集中的な取組を実施し、木密地域を燃え広がらない・燃えないまちにする。

○市街地の不燃化を促進し、延焼による焼失ゼロの「燃えないまち」を実現
⇒整備地域における不燃領域率を 2020（平成 32）年度までに 70％に引上げ（既定計画の５年前倒し）

○延焼遮断帯の形成を促進し、「燃え広がらないまち」を実現
⇒整備地域における主要な都市計画道路の整備を 2020（平成 32）年度までに 100％達成

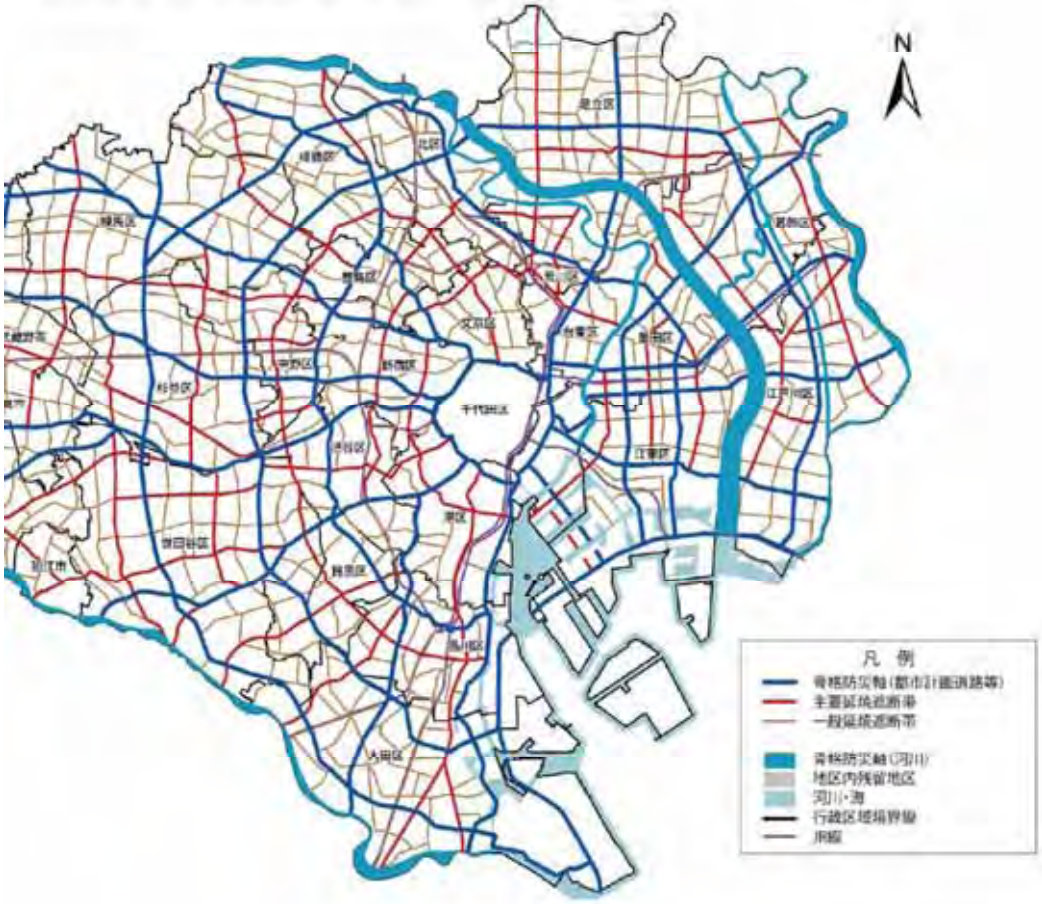
図 2.1.2-9　「木密地域不燃化 10 年プロジェクト」実施方針による整備イメージ

出典：「木密不燃化 10 年プロジェクト」（東京都，平成 24 年 1 月）

延焼遮断帯

・地震に伴う市街地火災の延焼を阻止する機能を果たす道路、河川、鉄道、公園等の都市施設及びこれらと近接する耐火建築物等により構成される帯状の不燃空間。震災時の避難経路、救援活動時の輸送及びネットワークなどの機能も担う。

・「防災都市づくり推進計画」において設定している。



延焼遮断帯の区分（防災上の重要度）
骨格防災軸（参考値：約３～４km メッシュ） ・広域的な都市構造から見て、骨格的な防災軸の形成を図るべき路線 ○主要な幹線道路（広域幹線道路及び広幅員の骨格幹線道路） ○江戸川、荒川、隅田川及び多摩川（川幅の大きな河川）
主要延焼遮断帯（参考値：約２km メッシュ） ・骨格防災軸に囲まれた区域内で、特に整備の重要度が高いと考えられるもの ○幹線道路（骨格防災軸間を二分する骨格幹線道路）
一般延焼遮断帯（参考値：約１km メッシュ） ・上記以外で、防災生活圏を構成する延焼遮断帯 ○上記以外の道路、河川、鉄道等

図 2.1.2-10　「木密地域不燃化 10 年プロジェクト」実施方針による燃焼遮断帯

出典：「木密不燃化 10 年プロジェクト」（東京都，平成 24 年 1 月）

2)　災害の種類と特性

災害を大別すると、自然現象による災害には、地震、豪雨、暴風、津波、土砂崩れ、火山噴火などによる災害があり、人為的・社会的要因による災害には大規模事故（鉄道・航空機・船舶事故、原子力発電所事故）、大規模火事、テロなどによる災害がある。

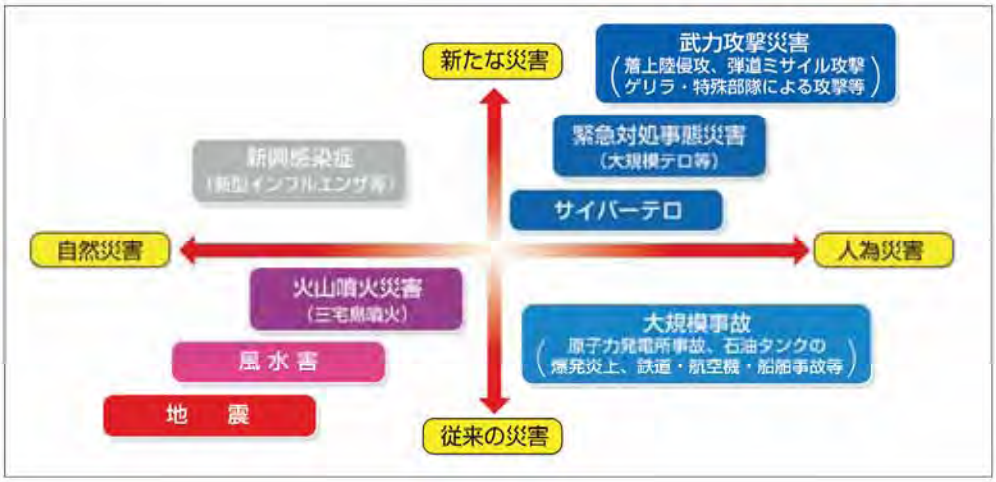


図 2.1.2-11　首都東京が直面する災害

出典：（「東京都の防災対策の手引き」東京都，平成 23 年 3 月）

(1)　災害の種類と被害特性

災害の種類とその特性及び被害の特性を**表 2.1.2-1** にまとめる。表に示した災害の内、社会インフラに多大な被害を与る地震・豪雨・津波被害について述べる。

(a)　地震

地震は、地球表面を構成する岩盤（地殻）の内部で、固く密着している岩盤同士が断層と呼ばれる破壊面を境目にして、急激にずれ動くことによって発生する。これによって大きな地面の振動が生じこれを地震動という。

現状では、科学的な予報・予知が確立しておらず突然にやってくるため、「防災」「減災」の考え方を基に対策をとり、地震に備えるのが一般的である。

大きな地震は広範囲にわたり甚大な被害をもたらす。大地震による災害を震災、激甚な震災を大震災と呼ぶ。以下に示すような被害が発生する。

・物的被害（建物被害、地震火災、危険物火災、交通機能障害、ライフライン機能障害）

・人的被害（死傷、帰宅困難、罹災避難）

・経済的影響（家屋・家財喪失、交通被害、ライフライン被害、産業被害、その外これらに伴う経済機能支障により間接被害）

・地震による津波、液状化による被害も甚大となる。

地震による被害については、平成 7 年 1 月に発生した阪神・淡路大震災および平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災を経験したことにより、その被害のすさまじさについては改めていうまでもないが、その被害のいくつかについて**写真 2.1.2-1～2.1.2-8** に示す。

表 2.1.2-2　災害の種類と特性および被害の特性

災害の種類		災害の特性	被害の特性
自然災害	地震	・地震は、地球表面を構成する岩盤（地殻）の内部で、固く密着している岩盤同士が断層と呼ばれる破壊面を境目にして、急激にずれ動くことによって発生する。これによって大きな地面の振動が生じこれを地震動という。 ・現状では、科学的な予報・予知が確立しておらず突然にやってくるため、「防災」「減災」の考え方を基に対策をとり、地震に備えるのが一般的。	・大きな地震は広範囲にわたり甚大な被害をもたらす。大地震による災害を震災、激甚な震災を大震災と呼ぶ。 ・物的被害（建物被害、地震火災、危険物火災、交通機能障害、ライフライン機能障害） ・人的被害（死傷、帰宅困難、罹災避難） ・経済的影響（家屋・家財喪失、交通被害、ライフライン被害、産業被害、その外これらに伴う経済機能支障により間接被害） ・地震による津波、液状化による被害も甚大となる。
	豪雨	・ 台風や前線等による豪雨は比較的広い範囲で同時に発生するという特徴を持つ。 ・近年は、異常気象の影響あるいはヒートアイランド現象によると考えられる都市部のゲリラ豪雨により都市河川が氾濫する内水被害（都市型水害）が頻発している。	・都市部では排水機能を上回る豪雨により住民居住地や工業施設が浸水し、多大な社会・経済的損失が発生。浸水域では電力やガス、上水道等の供給が停止、下水道、通信等の機能が低下する等、ライフラインに多大な被害が発生し、生活・生産基盤が大きな損害を被る。 ・地下空間の一部が浸水すると、短時間で広範囲な地下空間への浸水拡大が予想される。
	暴風	・主に台風・低気圧による強風（暴風）、竜巻やダウンバースト（局地的・短時間に上空から吹く極端に強い下降気流）などによる突風などが原因で被害をもたらす。 ・雨を伴うことが多く、風害と水害の被害を分けることは難しく、風水害とすることも多い。	・屋根瓦等の飛散といった直接的な損害の他、倒木・飛来物等による建物や人体への被害。 ・電柱の倒壊や電線の切断による電力・通信インフラの被害、航空機や列車の運休等交通への影響。 ・果樹の落下や稲作での稲穂の倒れ等、農作物へも甚大な被害を発生することが多い。
	津波	・津波は、地震等で海底が急変して発生する巨大な海水（高波）の塊の運動。大きな水圧を伴い高速で押し寄せるため破壊力が大きく、そこに存在するあらゆる人や物を押し流し甚大な被害をもたらす。 ・世界各地の海岸を襲って、種々の災害を発生させている。特にリアス式海岸ではその地形との作用により、大きな被害になりやすい。	・津波の被害としては、浸水による溺死や、家屋の破損・流出、船舶の損傷・衝突、津波被災後の火災など、さまざまな被害が発生。 ・インフラ、ライフラインにも甚大な被害。 ・また、農作物の流出、農耕地へ海水が浸入することによる塩害等、農業被害も大きい。
	土砂崩れ	・集中豪雨・台風または地震等を原因（誘因）として発生する地すべり、がけ崩れ（急傾斜地崩壊ともいう）などが該当する。破壊力が大きく、人命・家屋・家財に大きな被害をもたらす。 ・がけ崩れや山腹の崩壊によって生じた土石等又は渓流の土石等が水と一体となって流下する土石流が副次的に発生することも多い。	・人家の倒壊・埋没・流失、これに伴う人的被害。特にがけ崩れでは崩壊速度が非常に速いため、逃げ遅れる人も多く死者が発生する割合が高い。 ・地すべりは広範囲にわたる場合が多く、住宅等の他、道路・鉄道、農地にも大きな被害をもたらす。 ・崩壊土砂が川をせき止めて、これが決壊することによる洪水・土石流が発生することもある。
	火山噴火	・火山噴火災害には溶岩流、火山灰、火山ガス等の火山噴出物による直接的災害、火山性地震、地殻変動等の火山活動に伴う二次的災害等がある。 ・人間活動範囲の拡大、特に観光開発の進展に伴い、以前よりも火山に接近する機会が増え、火山被害を被るリスクが高くなっている。	・火山噴出物による直接的災害としては、人的被害、家屋・農耕地・山林の破壊・埋積、火災等があり、火山泥流でも同様な被害を被る。また、火山性ガスによる被害としてガス中毒、大気・水質汚染等がある。 ・二次的災害としては、斜面崩壊・地すべり等による人的被害、家屋・農耕地・山林の破壊等がある。
人為災害	大規模事故	・社会的要因により発生する事故で、その災害により人的あるいは物的被害を伴い、社会的に大きな影響を与えるもの。 ・地震災害、風水害災害等と異なり、発生原因となる事象及び災害の影響範囲が局地的である。したがって、応急対策に不可欠な交通ネットワーク、ライフライン、情報網への影響も限定的と考えられる。	・大規模火災、危険物等災害、海上災害、航空機災害、鉄道災害、道路災害、油等海上流出災害、放射生物室事故災害等がある。 ・いずれも、多くの死傷者の発生、建物・構造物の焼失・倒壊・損傷の他、社会インフラ等の甚大な被害が発生する。
	犯罪・テロ	・多数の人の生命、身体に甚大な被害を及ぼすテロ(緊急対処事態)や、外国からの武力攻撃(武力攻撃事態)による災害。いつ、どこで、どのように発生するのかを事前に予測することは極めて困難。 ・テロは物理的な成果ではなく心理的な成果を求める。具体的な方法としては爆発物を用いた公共施設へのテロ攻撃が典型的。	・危険物質を有する施設への攻撃(ガス貯蔵施設等)、大規模集客施設等への攻撃(駅、列車、劇場等)、大量殺傷物質による攻撃(炭疽菌、サリン等)、交通機関を破壊手段とした攻撃(航空機による自爆テロ等)、着上陸侵攻、ゲリラ・特殊部隊による攻撃等がある。 ・いずれも、多数の死傷者が発生する他、建物・構造物の焼失・倒壊・損傷の他、社会インフラ等の被害が発生する。

写真 2.1.2-1　阪神・淡路大震災で倒壊した高速道路

出典：「わが国の災害対策」（内閣府パンフレット）

写真 2.1.2-2　阪神・淡路大震災で発生した火災

出典：「日本の災害対策」（内閣府パンフレット）

写真 2.1.2-3　阪神・淡路大震災の行方不明者の捜索

出典：「わが国の災害対策」（内閣府パンフレット）

写真 2.1.2-4　阪神・淡路大震災の火災により焼け跡と化した市街地

出典：神戸市震災資料室 HP

写真 2.1.2-5　阪神・淡路大震災で壊れた建物

出典：神戸市震災資料室 HP

写真 2.1.2-6　東日本大震災での液状化により噴出した土砂で埋まった中学校校庭

出典：「浦安市液状化対策技術検討調査委員会資料」（浦安市，平成 23 年 7 月）

写真 2.1.2-7　東日本大震災での液状化により浮き上がったマンホール

出典：「浦安市液状化対策技術検討調査委員会資料」（浦安市，平成 23 年 7 月）

写真 2.1.2-8　東日本大震災での液状化により沈下した街路灯

出典：「浦安市液状化対策技術検討調査委員会資料」（浦安市，平成 23 年 7 月）

(b)　豪雨

台風や前線等による豪雨は比較的広い範囲で同時に発生するという特徴を持つ。近年は、異常気象の影響あるいはヒートアイランド現象によると考えられる都市部のゲリラ豪雨により都市河川が氾濫する内水被害（都市型水害）が頻発している。

都市部では排水機能を上回る豪雨により住民居住地や工業施設が浸水し、多大な社会・経済的損失が発生。浸水域では電力やガス、上水道等の供給が停止、下水道、通信等の機能が低下する等、ライフラインに多大な被害が発生し、生活・生産基盤が大きな損害を被る。地下空間の一部が浸水すると、短時間で広範囲な地下空間への浸水拡大が予想される。都市型水害の例を**写真 2.1.2-9～2.1.2-12** に示す。

写真 2.1.2-9　地下街に流れ込む大量の水（平成 11 年 6 月福岡水害）

出典：国交省 HP

写真 2.1.2-10　地下街の浸水状況（平成 15 年福岡市）

出典：国交省 HP

写真 2.1.2-11　地下鉄赤坂見附駅の浸水（平成 5 年 8 月）

出典：「東京都地下空間浸水対策ガイドライン」（東京都，平成 20 年 9 月）

写真 2.1.2-12　地下鉄麻布十番駅の冠水（平成 16 年 10 月）

出典：国交省 HP

(c)　津波

津波は、地震等で海底が急変して発生する巨大な海水（高波）の塊の運動。大きな水圧を伴い高速で押し寄せるため破壊力が大きく、そこに存在するあらゆる人や物を押し流し甚大な被害をもたらす。

津波は、世界各地の海岸を襲って種々の災害を発生させている。特にリアス式海岸ではその地形との作用により、大きな被害になりやすい。

津波の被害としては、浸水による溺死や、家屋の破損・流出、船舶の損傷・衝突、津波被災後の火災など、さまざまな被害が発生する。インフラ、ライフラインも甚大な被害を蒙るとともに、農作物の流出、農耕地へ海水が浸入することによる塩害等、農業被害も大きい。平成 23 年 3 月の東日本大震災による津波被害については記憶に新しいところであるが、改めてその状況写真を**写真 2.1.2-13～2.1.2-19** に示す。

写真 2.1.2-13　閉伊川の防波堤を越える津波

出典：宮古市 HP

写真 2.1.2-14　大防波堤を乗り越えた津波

出典：宮古市 HP

写真 2.1.2-15　魚市場施設や漁業関連資材、車などを飲み込む津波

出典：宮古市 HP

写真 2.1.2-16　津波で壊滅的な被害を受けた集落

出典：宮古市 HP

写真 2.1.2-17　津波で全てが流された古くからの集落

出典：山元町 HP

写真 2.2.2-18　被災した JR 常磐線坂元駅

出典：山元町 HP

写真 2.1.2-19　被災した常磐線線路

出典：山元町 HP

2.1.3　社会インフラの役割

都市で生活する人々の安全安心は、道路、鉄道、河川、港湾等に代表される多くの社会資本および電力、石油化学等の基幹産業施設とそこで生産されるエネルギー等を供給するライフラインの整備などにより実現されている。

社会インフラと呼ばれるこれらの諸施設は、それぞれが複合的に、相互に連携して市民生活に寄与している。

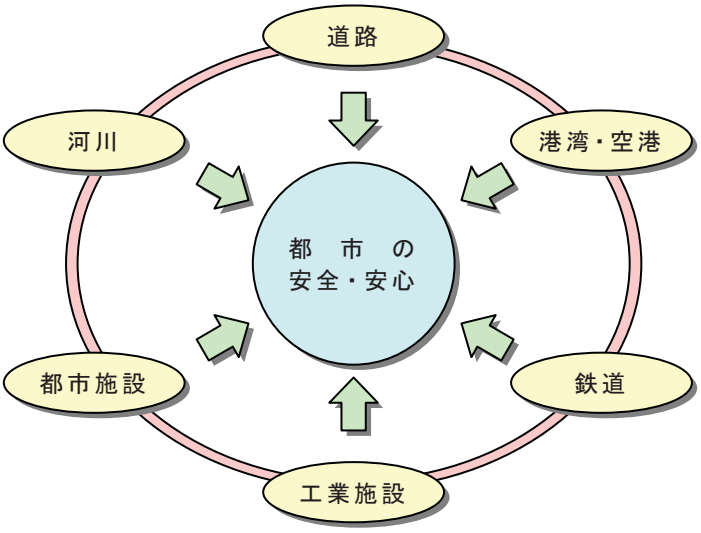


図 2.1.3-1　社会インフラの役割

1)　道路の役割

道路は、交通機能、空間機能および市街地形成機能としての役割を持つ。

道路の役割と機能については、「2.2　道路の機能」で詳しく述べる。

災害時には、避難路や緊急輸送路としての役割を担う他、火災に対しては防災帯としての役割を果たす。また、津波に対する防波堤の役割を期待される場合もある。

図 2.1.3-2　収容空間としての機能
出典：国土交通省 HP
http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/jroad04/02-01.html

図 2.1.3-3 トラックによる緊急物資輸送
出典：国土交通省 HP
http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/hw_arikata/

2)　都市施設の役割

都市施設とは、都市の骨格を形成し、円滑な都市活動を確保し、良好な都市環境を維持する為の施設であり、都市計画法によれば**図 2.1.3-4** に示すように定められている。

第 11 条　都市計画区域については、都市計画に、次に掲げる施設を定めることができる。この場合において、特に必要があるときは、当該都市計画区域外においても、これらの施設を定めることができる。

1. 道路、都市高速鉄道、駐車場、自動車ターミナルその他の交通施設
2. 公園、緑地、広場、墓園その他の公共空地
3. 水道、電気供給施設、ガス供給施設、下水道、汚物処理場、ごみ焼却場その他の供給施設又は処理施設
4. 河川、運河その他の水路
5. 学校、図書館、研究施設その他の教育文化施設
6. 病院、保育所その他の医療施設又は社会福祉施設
7. 市場、と畜場又は火葬場
8. 一団地の住宅施設（一団地における 50 戸以上の集団住宅及びこれらに附帯する通路その他の施設をいう。）
9. 一団地の官公庁施設（一団地の国家機関又は地方公共団体の建築物及びこれらに附帯する通路その他の施設をいう。）
10. 流通業務団地
11. 一団地の津波防災拠点市街地形成施設（津波防災地域づくりに関する法律（平成 23 年法律第 123 号）第2条第 15 項に規定する一団地の津波防災拠点市街地形成施設をいう。）
12. その他政令で定める施設

図 2.1.3-4　都市計画法による都市施設の定義

なかでも上下水道や電力・通信等のインフラ群は、我々の社会生活・経済活動に直接大きく影響を及ぼす。

水道には飲料水や生活用水、工業用水を供給する役割が、下水道には、雨水、汚水の処理や環境の保全といった役割がある。

電力供給施設やガス供給施設には、市民生活を支える重要なエネルギーを供給する役割がある。

通信施設は、電話、電信、光通信等の手段により、遠隔地間において即時に情報を伝達する役割がある。

これら、いわゆるライフラインとも呼ばれる諸施設は、市民生活に直結しており、災害時には速やかな復旧が必要になる。

また、役所や学校、図書館、病院などの公共建築物には、市民生活の利便を図る役割があり、公園、緑地、広場、墓園その他の公共空地には、良好な都市環境を提供し、市民の活動の場、憩いの場を形成する役割がある。

これらの公共施設群は、災害時には避難所や災害対策拠点となる。

3)　河川の役割

河川には、治水、利水、環境の３つの役割がある。

治水の主な役割は、常時には陸水を流下させ、洪水時にはダムなどで一時的に貯水して余剰水を安全に流下させることである。

利水としての主な役割は、貯水による発電や、用水への利用である。

環境面での主な役割には、植生や生態系の維持のほか、水辺の自然環境とのふれあいなどがあり、環境学習や癒し等の場として利用される。

また、河川には物流機能や輸送機能としての役割もあり、舟運等の河川の利用推進を図るための整備事業も進められている。

河川における災害の最大の原因は、台風による豪雨であり比較的広い範囲で同時に発生する特徴を持つが、河川の整備により破堤や溢水などの外水被害は減少している。

近年では異常気象の影響から都市部のゲリラ豪雨によって都市河川が氾濫する内水被害が多くなっている。また、地震に伴う津波対策も課題となっている。

災害時の対策として、出水時の防災拠点や地震時の避難場所および物資輸送基地としての役割を持つ河川防災ステーションの整備が進められている。

東日本大震災で多くの帰宅困難者を出した東京では、防災桟橋の設置や屋形船を避難所として活用する取り組みが進められている。

図 2.1.3-5　日本の河川

出典：国土交通省 HP
http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/nihon_kawa/

図 2.1.3-6　河川防災センター

出典：国土交通省 HP
http://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/kasen/gaiyou/panf/gaiyou2007/

4)　港湾・空港の役割

日本においては、海外との輸出入貨物量の 99%以上を港湾で扱っており、その果たしている役割は非常に大きい。食糧ベースで 6 割、エネルギーの 9 割を海外からの輸入に頼っている現状においては、物流拠点としての重要性は高い。

空港は人や物をより速く運ぶための移動手段を提供する施設として重要である。

大規模地震時には、地震動や液状化による荷揚施設等の被害が懸念されるほか、津波対策も課題となっている。

災害時には陸路が寸断されることも想定されるため、港湾、空港ともに緊急輸送が可能な防災拠点としての役割も期待されており、臨港道路の役割も重要である。

平成 7 年の阪神・淡路大震災時には、交通機能の麻痺した道路、鉄道の替わりに、神戸港が緊急物資等の輸送拠点として重要な役割を果たした。また、平成 16 年の新潟県中越地震時には、地震発生直後から、新潟空港が緊急物資輸送の拠点となり、また陸上輸送機関の代替機関として羽田便（臨時）が運航されるなど、大いに活躍した。

平成 23 年の東日本大震災時には、仙台空港が津波に呑み込まれ、使用不能となったが、1 週間後には緊急物資輸送拠点としての機能を回復し、ひと月後には民間航空機の運行が可能となり、その後の復旧・復興活動に寄与した。

図 2.1.3-7　神戸港

出典：国土交通省 HP
http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/11/110213/06.pdf

図 2.1.3-8　新潟空港

出典：国土交通省 HP
http://www.mlit.go.jp/common/000230994.pdf

図 2.1.3-9　震災後の仙台空港

出典：名取市 HP
http://www.city.natori.miyagi.jp/soshiki/soumu/311kiroku/

5)　鉄道の役割

鉄道は、大量性、高速性、安定性、安全性といった特性を持つ交通機関であり、省エネルギーで二酸化炭素の排出が少なく、環境にやさしい交通機関としても期待されている。

鉄道の主な役割は、道路と同様に交通機能と空間機能に大別される。

交通機能としては、物資の大量・遠距離輸送の特長を活かして国内の物流の根幹を成し、また、人の高速・遠距離輸送、定期・近距離輸送で生活を支える。

空間機能としては、駐車場・駐輪場、商業施設、一時避難箇所、都市部での防災拠点など高架下および重層化した駅部の空間を利用することで生活に役立っている。

図 2.1.3-10　日本の鉄道

出典：国土交通省 HP
http://www.mlit.go.jp/tetudo/index.html

運輸政策審議会答申第 18 号「東京圏における高速鉄道を中心とする交通網の整備に関する基本計画について」には、2015 年度までに整備を推進すべき路線が示されている。

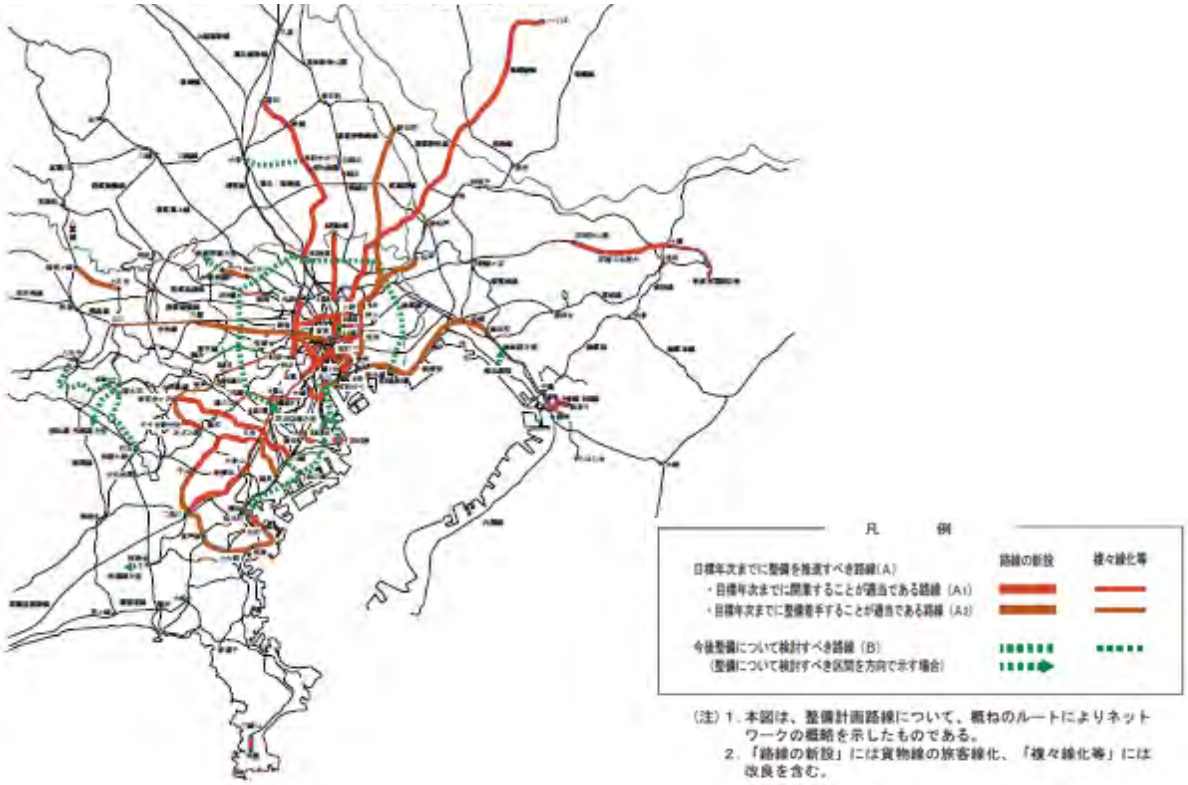


図 2.1.3-11　東京圏鉄道網図

出典：国土交通省 HP
http://wwwtb.mlit.go.jp/kanto/kikaku_kankou/unseisin/18tousin.html

6)　臨海工業施設の役割

四方を海に囲まれた我が国では、平地の多くが沿岸部に偏在しており、石油・化学、鉄鋼、発電等の重厚長大型の産業の施設は、沿岸部を中心に臨海工業地帯として整備されている。

石油化学産業とともに、臨海部に整備される火力発電所施設群は、エネルギー供給という側面で、極めて重要な施設である。

石油・化学関係産業は、建設重機、海上・陸上物流への燃料供給、復旧資機材の生産等、災害時における役割も大きい。また、臨海部火力発電所は、昼間等の電力需要ピーク時への対応が主たる役割となっており、社会・経済が活発に活動している時間帯に、重要な役割を果たしている。

しかし、石油化学産業、臨海部火力発電所ともに、被災した場合の火災・延焼、大気・海洋汚染等二次被害による社会・経済への影響も大きい。

図 2.1.3-12　コンビナート所在地

出典：石油化学工業協会 HP
http://www.jpca.or.jp/junior/01howto/2.htm

図 2.1.3-13　臨海工業地帯の風景

出典：石油連盟 HP
http://www.paj.gr.jp/about/publications/

2.1.4　地下空間の役割

都市における生活機能を向上させるために、上水道、下水道、交通施設、電力・ガス等のエネルギー供給のためのライフライン、地下街・地下駐車場等の都市施設が整備されている。

わが国は、国土の面積に比して山林が多く、少ない平野部に都市が築かれている。このため、限られた土地を有効に活用するため、地表および地下の重層的な地下利用が進み、地下空間は近世以来インフラの一部として利用されてきた。その利用方法は、上下水道をはじめ、鉄道・道路、共同溝などであり、都市のインフラとして不可欠なものである。一方、少ない平地部に築かれた都市の地上空間は、政治・経済・文化の中枢として機能するための高層ビルが建ち並び、道路や鉄道などの交通機関がネットワーク状に広がり、ますます複雑化してきている。これら発展し続ける都市の機能向上のためには、地上と地下の空間の相互利用による相乗効果が期待できる地下空間は必須の空間である。

将来の我が国の活力の源泉である都市について、急速な情報化、国際化、少子高齢化等の社会経済情勢の変化に対応しながら都市が発展するために、都市再生基本方針において、「高度成長期を通じて生じていた都市の外延化を抑制し、求心力のあるコンパクトな都市構造に転換を図る」ことが提言され、サスティナブルな大都市圏を実現するための都市構造としてコンパクトシティを目指すものとしている。

このコンパクトシティ構想では、課題とともに「道路混雑の緩和：移動快適性、定時性の向上」が方針として示されていて、「規格の高い環状道路等（地下も含めた）の着実な道路整備とともに、交通需要の発生量の低減、交通手段の変更、移動距離の低減等による交通需要の管理を行う必要がある。」と指摘されている。一方、首都高速道路においては老朽化している箇所もあり、大規模な更新時期が迫っている状況から、「首都高速の再生に関する有識者会議」では地下化の提案など、都市の機能保全や活性化の施策が提案されている。

将来において、都市の発展のためには、都市の地下を高度に利用し、インフラ機能の整備を積極的に進めたコンパクトシティを形成して行く必要があり、地下空間の役割は従来に増して重要である。

1）地下空間の特性

地下空間はその施設の置かれる環境条件（施設の目的・構造機能などの仕様・立地条件・環境影響（地上・地下）・運営に要する制約等）によって施設の特性は変わるが、大きくは立地・深度などの空間性・恒温性・耐震性などの恒常性と遮音・防災性などの隔離性に区分できる。このような地下の特性のうち、街の景観や用地の問題や気象の影響を受けにくいなどの特性により地下鉄、地下道路、地下街，上下水道、雨水貯留施設、共同溝、通信など多くのインフラ施設の空間として利用されている。また、恒常性（温度・湿度が一定）であることを利用して、最近では地下に美術館や工場が建設されている。

地下構造物の特性と有利な点と不利な点を以下にまとめる。

表2.1.4-1　地下空間の特性と利用

	項　　目		地下利用に有利	地下利用に不利
地下空間の特性	空間性	立　地	他空間に近接可能 地表部の不足に対応 新な空間創出	不良地盤 地質情報の不確実性
		深　度	一定深度以下になると構造の自由度が増す	土圧・水圧の増加
	恒常性	恒温性・断熱性 恒湿性 気密性 耐圧性 耐震性	自然(気象)現象からの保護 熱,寒冷,火災,地震,竜巻,光 悪環境からの保護 騒音,振動,爆発,降灰(放射性降下物),その他産業上の事故 地震の影響が小さい	自然現象からの影響 熱,水害（洪水） 外部との通信途絶
	隔離性	遮断性 (電磁波・放射能) 遮音性 遮光(不透明)性 不燃性・防火性	抑制・低減効果 有害物質,有害行為 地表環境保存効果 自然景観，自然(生態)環境 イメージ効果 視覚イメージ，内部装飾	人的問題 心理的圧迫感 生理的事項 火災等の安全性 暗室（自然光の不足・遮断） 排水,空間内部汚染

出典：田中正・西淳二・清木隆文：地下空間構造と地下利用の有意性，地下空間シンポンウム論文・報告集　第５巻,2000年に加筆修正

地下の構造物のひとつの有利な特性として、地震に対して強いことがあげられる。地震の揺れによる影響については、一般的に地下深部における地震の揺れは地表付近に比べて小さいこと、地震が起こった際に地中構造物は周辺地盤と一体となって振動することから、地下構造物は、地表構造物より地震の揺れによる影響を受けにくいという有利な特徴がある。

地上に比べると加速度が小さい

⇩

地中構造物の変位は小さい

⇩

地中構造物が受ける力は小さい

⇩

地中構造物の被害は小さい

地上構造物より耐震性に優れる

図2.1.4-2　地震の揺れの程度と構造物の耐

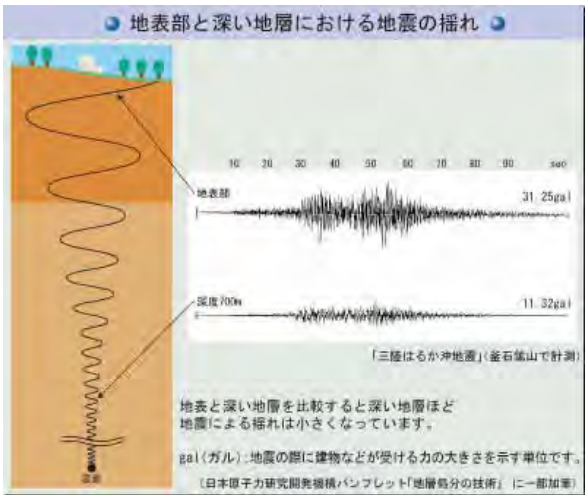


図2.1.4-1　深度別の地震の揺れ
出典：経済産業省エネルギー庁「TALK」パンフレット

2）地下空間インフラの特徴

地下空間の特徴として、ここでは既存インフラから見た特徴と計画時における特徴からまとめる。

（1）既存インフラの特徴

地下に設けられるインフラ施設の特徴は、先に述べたように「不可逆性・再構築が困難」「周囲環境の変化の対応が困難」などの点があげられる。そのため、事前に十分な検討が行われるべきである。「不可逆性・再構築が困難」「周辺環境の変化への対応が困難」とは、一度構築された地下構造物は容易に規模の変更が難しく、地上の土地利用方法が変わることに対して、地下に設けられるため容易に改変できない特徴があり、維持管理・更新方法を含めた計画が必要である。

（2）計画面での特徴

地下空間のインフラ施設は最近の都市再開発において、再開発に伴い計画・建設－管理運営それぞれの段階においては、下表に示す特徴があげられる。また、近年の計画においては①～⑦の特徴があげられる。

表2.1.4-2　地下空間インフラの計画面での特徴

	項　目		地下利用に有利	地下利用に不利
地下利用に関わる事項	法規	立体道路制度 河川立体区域制度 立体都市計画制度 立体公園制度 大深度地下利用法	都市部での土地利用の促進 河川部の建築等の利用の促進 道路と建築物等を一体的整備 都市公園の地下利用の促進 　屋上に都市公園・人工地盤上に都市公園を開設することを可能 大深度地下利用が可能	地役権 法整備の遅れ
	計画・設計	計画・設計のレイアウト	地形的自由度(柔軟な設計が可能) 3次元設計(周辺地盤による支保)	地上の支保 設計の制限事項 　スパン, 出入り口, 排水, 換気 防災上の課題 鉄道など地中の振動の伝播
	技術と経済性	建設技術と初期投資コスト	用地取得価格節約 建設費関連 　支保減少, 外装 掘削土の資源化(販売)	作業状態(閉鎖空間) 地上環境の保持 出入り口・アプローチ方法 堀削残土の処分 地質, 制度上の問題
		運用コスト	維持管理費削減 エネルギー利用	設備・アクセス負荷 職場環境 換気・採光 維持管理と補修
	効　果		土地有効利用 (土地利用のコンパクト化・地上の輻輳化の回避) 移動・循環効果 エネルギーの保存 地上環境・景観の保存 地域防災機能の向上 建造物の老朽化遅延対策	再構築が困難 建設に伴う地下(水)環境の影響への対応 エネルギー需要負荷

出典：田中正・西淳二・清木隆文：地下空間構造と地下利用の有意性，地下空間シンポンウム論文・報告集　第5巻,2000年に加筆修正

①周辺の道路や鉄道などの地区特性に合わせ、地下利用計画が進められている。
②再開発に合わせ、既存地下空間の拡充やリニューアルが進められている。また、公共地下歩道や駐車場のネットワークを補完する形で、民地内に貫通通路が整備され、さらに民地間同士の地下連絡路の整備が積極的に進められている。
③地下空間の計画的な共同利用（共同溝）が見られる。
④既存地下空間の用途転用を行う事例も見られる。
⑤建設や維持管理にあたり公民各々の役割分担により事業の推進が行われている。
⑥再開発により、ターミナル駅の構造の変化とともに多様なアクセスを可能にする計画がされている。
⑦自動車動線も周辺の幹線道路配置や地区の道路計画により、地下歩道や地下車路、地下駐車場の連絡などの地下利用がなされている。

3)　地下空間インフラ事例

（1）防災利用：首都圏外郭放水路

(a) 事業の目的

中川、綾瀬川流域の埼玉県春日部市および周辺市町は、荒川、利根川、江戸川などの大河川に囲まれたお皿の底のような低い平地が広がっている。そのため、中川・綾瀬川の勾配は緩やかで水が流れにくいという特徴があり、ひとたび大雨が降るとすぐには水位が下がらず、これまでしばしば浸水被害をもたらしてきた。

また、中川・綾瀬川流域では下流域から中、上流域へ著しく市街化が進み、人口・資産が集中している。今後さらに中流域の開発が進められるものと予想される。

こうした慢性的な浸水地帯である中川流域において、治水対策としてこれまで実施してきた下流域から順次改修を進める方式に加え、浸水被害解消のため水防災上の抜本策として建設が進められている。また、良好な住宅地供給を目的として大都市法にも位置づけられている主要プロジェクト「首都圏外郭放水路」である。

(b) 事業の概要

防災施設として，台風・大雨などによる河川の増水や洪水を防ぐために流量容量を超えた水を貯留するために，地下河川であると同時に巨大な洪水調節池としての機能を有する首都圏外郭放水路が2006年に完成した。

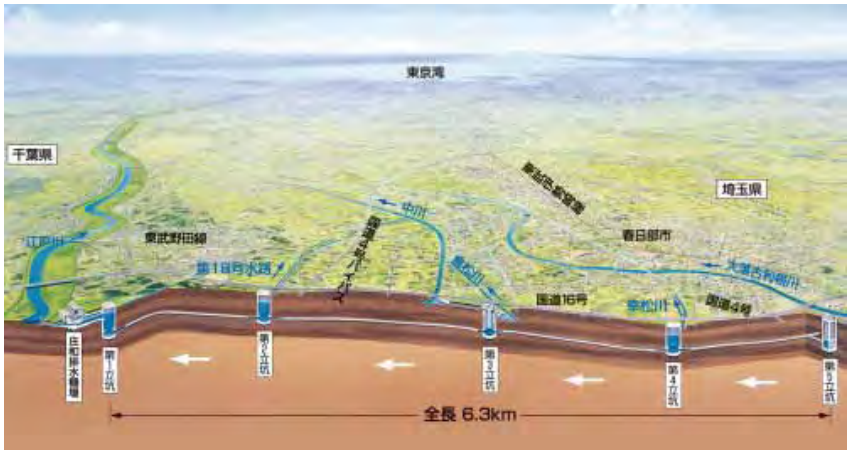


図2.1.4-3　外郭放水路の全体図
出典：国土交通省　江戸川河川事務所 HP

この首都圏外郭放水路は国道16号の地下約50m に建設された延長6.3km の地下放

水路である。施設は、各河川から洪水を取り入れる流入施設、地下で貯水し、流下する地下水路、そして地下水路から洪水を排出する排水機場等で構成されている。

表2.1.4-3　外郭放水路の概要

対象地区	江戸川と中川、大落古利根川にはさまれた低平地	地先名	埼玉県春日部市上金崎地先～埼玉県春日部市小渕地先　L=約6.3km
対象河川	中川、倉松川、大落古利根川　等	送水方式	地下水路方式
排水先河川	一級河川江戸川（右岸46.5 k付近）	設置深度	地下50m
断面形状	内径10m	工期	平成4年度～平成18年度
流入河川	第18号水路　4.7m³/s 中川　25m³/s 倉松川　100m³/s 幸松川　6.2m³/s 大落古利根川　85m³/s～江戸川排水量　200m³/s 注）全体計画では流入時差を考慮している。		

本放水路は、三郷放水路や綾瀬川放水路のような地上開水路方式が一般的であるが、本施設設置場所は緊急的効果発現の要請、および水理・地形特性等を勘案し、地下河川方式とした。首都圏外郭放水路は国道16号の地下約50mに建設される延長約6.3kmの地下放水路である。

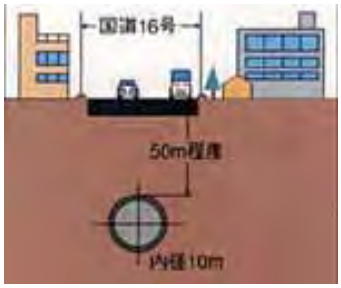


図2.1.4-4　外郭放水路の断面図

出典：国土交通省　江戸川河川事務所HP

（2）道路：東京外かく環状道路（関越道～東名高速間）

(a) 事業の目的

現在、常磐道から関越道の間が開通し、常磐道から湾岸道路の間が事業中であるが、都内区間の関越道から東名高速の間、約16km は未整備のままで、ミッシングリンクとなっている。この事業は、「三環状道路」の一つである外環を整備し、放射方向の幹線道路を相互に連結して都心部に集中する交通を円滑に分散導入するとともに、都心に起終点を持たない交通をバイパスさせることにより、首都圏における交通渋滞の緩和や都市間の円滑な交通ネットワークの実現を目的としている。

図2.1.4-5　外かく環状道路

出典：国土交通省　東京外かく環状国道事務HP

(b) 事業の概要

東京外かく環状道路は都心から約15kmの圏域を環状に連絡する延長約85kmの道路であり、首都圏の渋滞緩和、環境改善や円滑な交通ネットワーク（3環状9放射ネットワーク構想）を実現する上で重要な道路である。現在までに「自動車専用部（高速道路）は関越道と連絡する大泉 JCT から三郷南 IC までの約34kmが供用されているが、関越道

から東名高速までの約16kmについては、未整備であり、現在は事業を実施中である。また、東名高速から湾岸道路までの約20kmについては予定路線に位置づけられている。ここでは、一部区域に立体都市計画制度が適用されて事業を進めている。

表2.1.4-4　東京外かく環状道路の概要　　出典：国土交通省　東京外かく環状国道事務 HP

延長	16.2km	構造形式	地下式	出入口	3か所 東八道路 IC(仮称) 青梅街道 IC(仮称) 目白通り IC(仮称)	換気所	5か所 東名 JCT(仮称)付近 中央 JCT(仮称)付近2箇所 青梅街道 IC(仮称)付近 大泉 JCT(仮称)付近
幅員	40~93m	道路の区分	第2種第1級 (自動車専用道路)				
車線数	6車線	設計速度	80 km/h				

図2.1.4-6　東京外かく環状道路路線図　　出典：国土交通省　東京外かく環状国道事務 HP

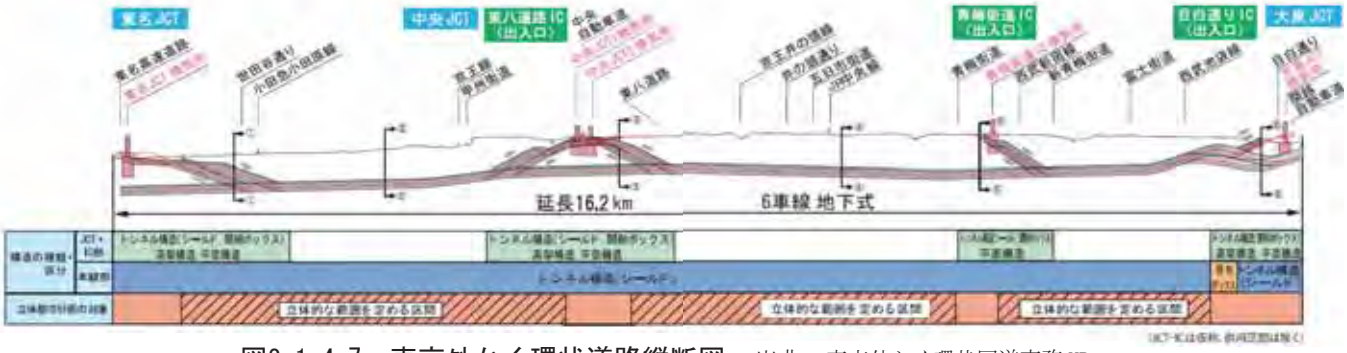


図2.1.4-7　東京外かく環状道路縦断図　出典：東京外かく環状国道事務 HP

図2.1.4-8　東京外かく環状道路　断面図　出典：東京外かく環状国道事務 HP

(c) 期待される効果

(イ) 時間の短縮、定時性の確保

東京外かく環状道路（関越道～東名高速）（以下、外環）が整備されることにより所要時間の大幅な短縮及び定時性の確保が見込まれ、特に、環状8号線の渋滞が緩和され、目的地までのスムーズな移動が可能になる。

(ロ) 生活道路の安全性向上

環状8号線に並行する生活道路（抜け道）に通過交通が流入し安全性が低下してい

る現状がある。環状道路の整備により、幹線道路の渋滞を避けて生活道路に入り込んでいた抜け道利用交通が幹線道路へ転換し、道路の適正な機能分担が図られ、生活道路の安全性が向上する。

■環境改善

外かく環状道路の整備により、走行速度の向上及び走行量が削減され、大気汚染の改善が期待される。このことは、首都高速道路中央環状新宿線の開通によって、直上の山手通り及び沿線における環境改善の効果が認められている。

■災害時の迂回機能（リダンダンシー）の確保

外かく環状道路の整備により、目的地までの迂回廊が確保さる。災害や事故などにより一部区間の不通が生じた際にも、速やかに移動することが可能となる。

(d) 事業化の取組

1966年に高架構造として都市計画決定されたものの、排気ガスによる環境悪化を心配する周辺住民の反対のため、都知事美濃部亮吉（当時）らによって1970年10月に計画が凍結された。1999年に石原氏が都知事に就任すると効率的な物流ネットワークの構築や慢性化した渋滞の緩和等を提唱し、2003年には、当初の高架構造から大深度地下を通す計画に変更する「方針」が公表された。2007年3月15日、東京都の都市計画審議会にて、関越道・中央道・東名高速と接続する3ジャンクション(JCT)と、目白通り、青梅街道、東八道路の3インターチェンジ(IC)を設置する案が承認され、2007年12月25日、国土交通省の第3回国土開発幹線自動車道建設会議にて基本計画が承認された。2009年4月27日の第4回国土開発幹線自動車道建設会議で整備計画が承認された。2011年12月12日に、国土交通省が同区間の着工方針を明らかにし、東京都が招致を目指す2020年夏季オリンピック大会までの完成を目指している。

事業を進めるにあたっては、環境対策やまちづくりなど多岐にわたる地域の課題を整理し、国土交通省と東京都は沿線区市と協力し、地域の意見や考え方を取り入れるため、平成20年1月から、沿線の区市において地域課題検討会を順次開催し進めている。

（3）道路：首都高速道路中央環状新宿線

(a) 事業の目的

首都高3号渋谷線、4号新宿線及び5号池袋線を相互に接続するため、バランスの良い首都高ネットワークが形成されるとともに、新宿線の5箇所の出入口を利用することによって、渋谷・新宿・池袋の各副都心が便利に行き来できるようになり、首都機能が高まる。

(b) 事業の概要

首都高速道路中央環状の西側に位置する中央環状新宿線(山手トンネル)は

表2.1.4-5　新宿線基本スペック

1.路線名	首都高速中央環状新宿線
2.起点	東京都目黒区青葉台四丁目
終点	東京都板橋区熊野町
3.延長	約11km 4号新宿線～5号池袋線　6.7km 4号新宿線～3号渋谷線　4.3km
4.道路の区分	第2種第2級
5.車線数	往復4車線
6.設計速度	60km/h
7.出入口数	5箇所（既設の高松入口含む）
8.換気所数	9箇所

出典：首都高速　東京 MOOTH の HP

東京都目黒区青葉台四丁目を起点に、板橋区熊野町を終点とする延長約11.0km の道路である。当初は、中央環状新宿線は全線を高架構造で建設する予定であったが、沿道住民からの反対のために、地下構造の道路として都市計画決定された。

施工技術としては、東京湾アクアラインの建設技術である長距離のシールド工法が実積とあり、中央環状新宿線を地下構造で建設するために、大断面長距離シールド技術が適用された。

中央環状新宿線以後の品川線の建設においても、地下構造を採用したものが多くなっており、中央環状新宿線は、本格的な地下道路（地下道路トンネル）の先駆けとなった。

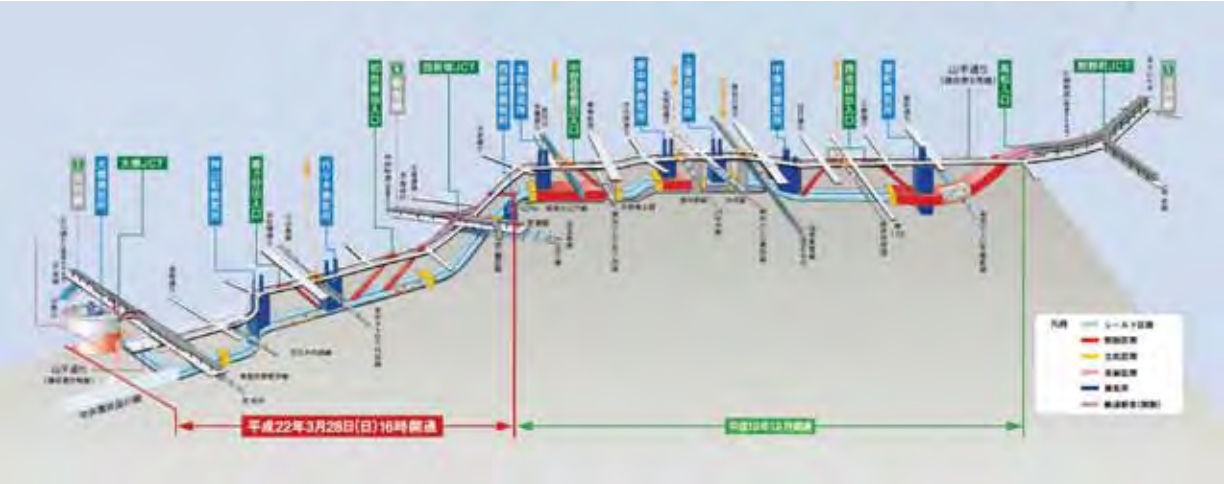


図2.1.4-9　首都高中高環状新宿線の俯瞰図　出典：首都高速　東京 MOOTH の HP

（4）道路：首都高速中央環状品川線

(a) 事業の目的

本線が完成することで、高速道路全体のネットワークが効率よく機能し、都心環状線などの慢性的な渋滞が緩和される。また、一般道路の混雑も緩和されることで、沿道の環境が改善される。

(b) 事業の概要

首都高中央環状品川線は、中央環状線（全線約47km）の南側部分を形成し、高速湾岸線から分岐したのち、目黒川及び環状第6号線（山手通り）の地下空間をトンネルで北上し、中央環状新宿線及び高速3号線に接続する路線である。大部分は、山手通りと目黒川の地下を通る。中央環状品川線が整備されると、中央環状線の全線が完成する。

図2.1.4-10　首都高品川線平面図
出典：首都高速　東京 MOOTH の HP

事業期間を短縮するため、内回り本線は東京都の事業、外回り本線と五反田出入口と大井 JCT・大井南仮出口は首都高速の事業として建設される。さらに、1号羽田線、2号目黒線と交差するが、工費・工期を節減させるためジャンクションは整備されない。また、中央環状新宿線と比較して、本線の起伏が小

さく、途中の出入口も2ヶ所だけであることなどから、換気所の数は計4箇所に留まっている。五反田出入口を左側分流にするため、この区間は右側通行となる予定である。

表2.1.4-6　首都高中央環状品川線の概要　出典：首都高速　東京 MOOTH の HP

1. 路線名：首都高速道路中央環状品川線	6. 設計速度：60km/時 （ジャンクション及び出入口40km/時）
2. 起点：東京都品川区八潮三丁目 終点：東京都目黒区青葉台四丁目	7. 出入口：入口１箇所（五反田） 出口２箇所（五反田、大井南仮）
3. 延長：約9.4km	8. 換気所：４箇所 （中目黒、五反田、南品川、大井北）
4. 道路の区分：第2種第2級（自動車専用道路）	9. 道路構造：トンネル構造　約8.4km 高架構造　約0.6km 擁壁構造　約0.4km
5. 車線数：往復4車線	10. 事業者：東京都 首都高速道路株式会社

表2.1.4-7　首都高中央環状品川線の関係手続き　出典：首都高速　東京 MOOTH の HP

項　　目	告示等年月日	告示番号等
都市計画決定	平成16年11月15日	東京都告示第1592号
都道の路線認定	平成17年6月17日	東京都告示第902号
自動車専用道路の指定	平成17年9月14日	東京都告示1150号
都市計画事業認可（一部区間）	平成17年9月16日	関東地方整備局告示第417号
会社が営む事業範囲に指定	平成17年12月27日	国土交通省告示第1484号
会社が営む事業の許可	平成18年3月31日	国土交通省国道有第137号
都市計画事業認可（全線）	平成18年6月20日	関東地方整備局告示312号 東京都告示第1016号
会社が営む事業の許可（変更）	平成23年11月2日	国道高第157号

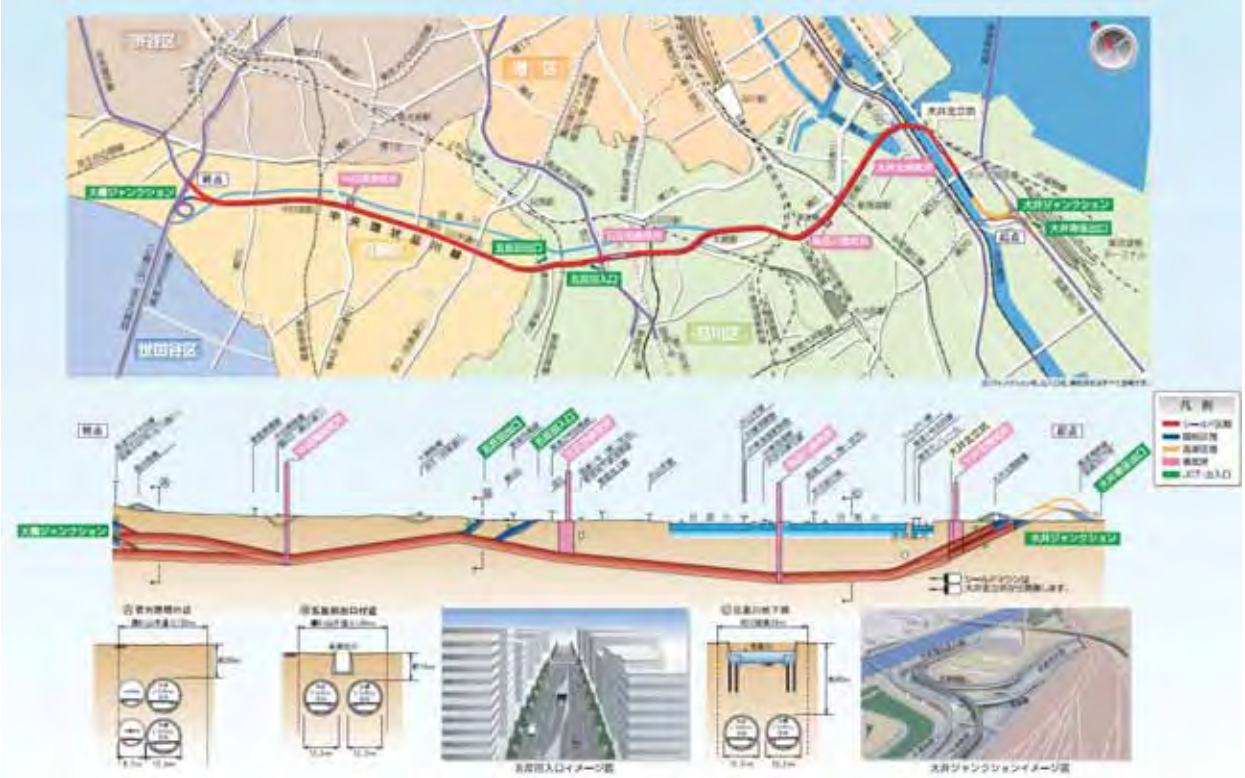


図2.1.4-11　首都高速中央環状品川線の平面・縦断図　出典：首都高速　東京 MOOTH の HP

（５）道路：大阪淀川左岸線延伸部

(a) 事業の目的

淀川左岸線延伸部は、「大阪圏の新たな環状道路（大阪都市再生環状道路）」の一部を構成する道路である。政府の「都市再生プロジェクト」や大阪府・大阪市策定の「グランドデザイン・大阪」にも位置付けられる「大阪都市再生環状道路」は、第二京阪道路を介して、名神高速道路等と阪神港及び関西国際空港を結ぶ主要な幹線道路である。淀川左岸線延伸部は、この大阪都市再生環状道路のミッシングリンクを解消する道路であり、大阪都心部の慢性的な渋滞の緩和や沿道環境の改善とともに、産業の新たな拠点エリアを誘引することを目的としている。

○ 広域幹線道路ネットワークの強化

・阪神・北大阪・阪和・京阪等、各方面と大阪の広域的な連携を強化

○ 関西の国際競争力を高める

・スーパー中枢港湾や関西国際空港へのアクセス向上による国際競争力の強化

・物流効率化による民間投資の拡大、大阪臨海地区や大阪北地区等の企業立地促進

○ 市民の生活や経済活動に対する貢献

・広域アクセスの利便性の向上（門真 JCT～北港 JCT まで 所要時間22分短縮）

○ 既設道路の渋滞緩和

・阪神高速道路の交通量減少（約4万台／日減）による都心部の渋滞緩和

・災害時などの避難路や物資運搬等の迂回機能の確保

図2.1.4-12　大阪都市再生環状線の平面図

出典：大阪府大阪都市再生環状道路（淀川左岸線延伸部など）HP

(b) 事業の概要

・国都市再生プロジェクト「大阪都市再生環状道路」の位置づけである

・区 間： 北区豊崎（新御堂筋）～門真市稗島（大阪都市再生環状道路の一区間）
・延 長： 約9km
・構 造：片側2車線（往復）、トンネル構造（環境に配慮）
　　主に大深度地下空間を利用（内環状線へのランプ設置予定）
・事業費：専用道路本体 - 概算3,200億円
　　平面街路部（国道1号～内環状線） - 概算300億円

図2.1.4-13　淀川左岸線延伸部の実施位置図　出典：淀川左岸線延伸部のパンフレット

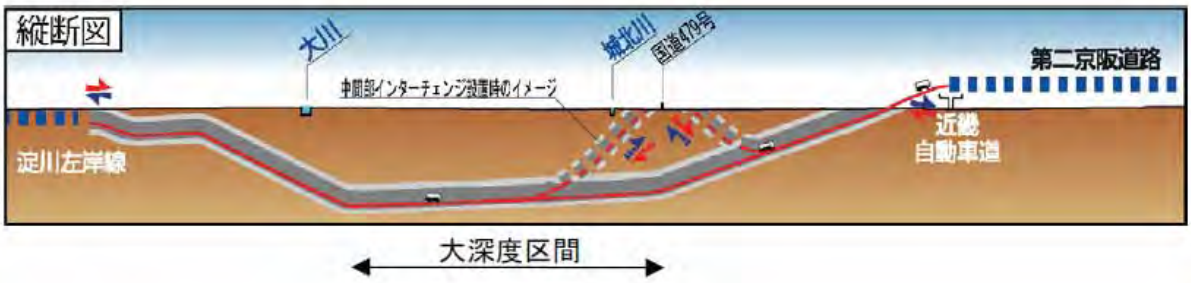


図2.1.4-14　淀川左岸線延伸部の計画イメージ図　出典：淀川左岸線延伸部のパンフレット

■有識者委員会による提言内容（抜粋）

・沿道地域への影響に配慮し、用地買収、および環境保全対策などの調整区間が少なくなるようにトンネル構造を主体とすること。
・事業期間の短縮を図ることができ、早期整備の効果が期待できることから、トンネル構造区間においても、用地補償を伴わない大深度地下空間（深さ40m 以上）を極力活用すること。
・計画段階におけるルートの選定にあたっては、中間部の IC の設置等は、沿道地域への影響に配慮し、地上部への影響が少ない公共空間（都市計画道路区域内等）をできるだけ活用すること。
・沿道地域の移動利便性の観点からは、中間部に IC 機能を有することが好ましいが、その設置については、周辺環境に対する配慮および整備効果の早期発現の観点から、今後、計画案の策定を進める中で十分に検討が行われること。

図2.1.4-15　大深度地下利用イメージ図
出典：淀川左岸線延伸部のパンフレット

（６）道路：創成川通（南5条通から北3条通）のアンダーパス連続化計画

(a) 事業の目的

周辺道路の渋滞緩和、交通事故減少を目指した安全性の確保、歴史的遺産を活かした親水緑地空間づくりを目的としている。

(b) 事業の概要

創成川通（南5条通から北3条通）は、都心南北交通の主軸であり、また、道路中央に位置する創成川は本市における歴史的遺産であるとともに、シンボル的な南北都市軸となっている。札幌市都心部においては、高次な都市機能と快適で魅力ある空間として、交通混雑の緩和や都心空間の有効利用、都心環境の改善などが求められており、それらの一方策として昭和46年に完成した、南アンダーパス（南5条～南2条）と北アンダーパス（大通～北3条）の2つのアンダーパスを結び、連続化を図るものである。

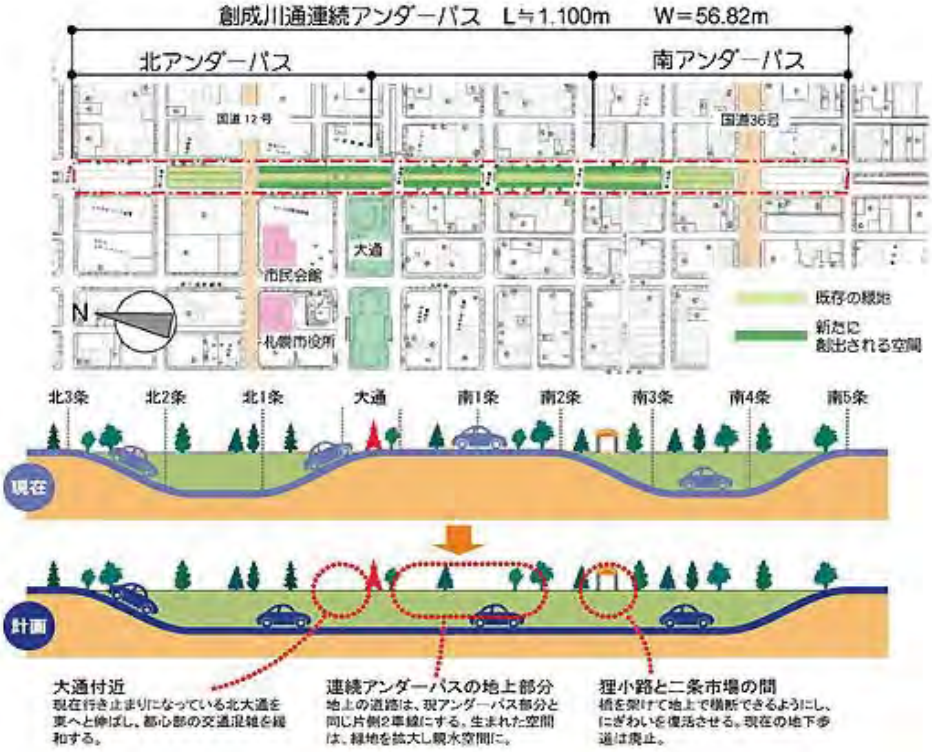


図2.4-16　創生川通（南5条通から北3条通）整備計画の概要平面・断面図

出典：創成川アンダーパスの連続化（中央区）HP

表2.1.4-8　創成川通（南5条通から北3条通）整備の概要

所在地	北海道札幌市中央区
区間	南 5 条線～北 3 条通
延長	約 1,100m（内トンネル部約 900m）
幅員	56.82m（創成川を含む）
計画車線数	8 車線（地上 4 車線・地下 4 車線）
事業予定期間	平成 14 年度～平成 22 年度

出典：創成川アンダーパスの連続化（中央区）HP

(c) 期待される効果

・北大通の東伸による周辺道路の混雑緩和

・通過交通に対する速達性の確保

・交差点の混雑緩和

・停車帯設置による道路混雑の緩和

■都心環境の改善

・アンダーパス上部の有効利用によるアメニティ空間の創出

・東西市街地の一体化による、地域活性化の醸成

・創成川通の騒音等低減による都心環境の改善

■安全性の確保

・通過交通とアクセス交通の分離による安全性の確保

・創成川通を横断する歩行者の安全性の確保

■親水空間の創出

・アンダーパス上部のアメニティ空間と一体化された、潤いと憩いの場としての親水空間の創出

なお、社団法人全日本建設技術協会より平成23年度全建賞(都市部門)を受賞した。

写真2.1.4-1　創成川整備完成

出典：創成川アンダーパスの連続化（中央区）HP

図2.1.4-17　整備トンネル断面図

出典：創成川アンダーパスの連続化（中央区）HP

（7）鉄道：東横線地下化（代官山～渋谷）

(a) 事業の目的

東横線の渋谷～代官山間の約1.4km 区間を地下化し、渋谷駅で東京メトロ副都心線と相互直通運転によって、東武東上線・西武池袋線から東京メトロ有楽町線・副都心線を経て、東急東横線と横浜高速鉄道みなとみらい線までがひとつの路線として結ばれ、首都圏の広域的な鉄道ネットワークが構築を目的としている。これにより、都市交通の利便性向上と円滑化が期待できる。

(b) 事業の概要

○事業の名称

都市高速鉄道東京急行電鉄東横線（渋谷駅～代官山駅間）地下化事業

○事業者名

東京急行電鉄株式会社

○所在地

渋谷駅付近（東京都渋谷区渋谷2丁目）～代官山駅付近（東京都渋谷区代官山町）

○事業概要・規模

・渋谷駅～代官山駅間の都市計画区間 1.4km

・東京メトロ副都心線との相互直通運転

・地下化については、渋谷駅は明治通り地下に構築、建物・河川・JR 線を地下で横断、一部掘割式となる代官山駅までの現在線の直下を地下化

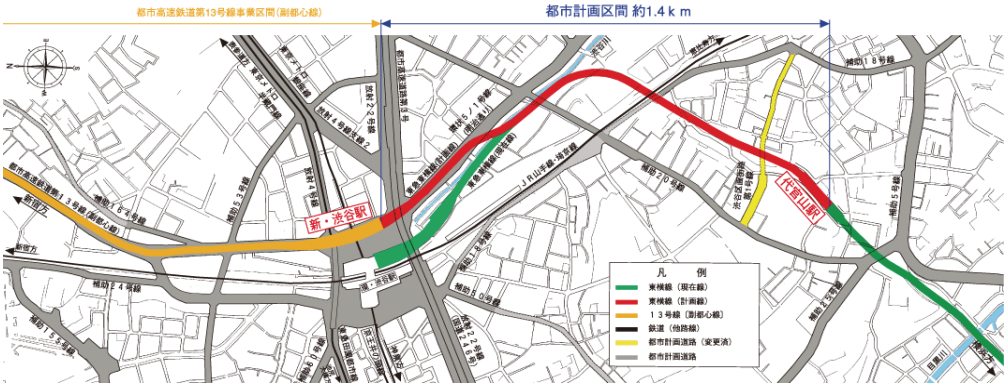


図2.1.4-18　東横線（渋谷駅～代官山駅間）地下化事業平面図

出典：東急電鉄　東京メトロ副都心線との相互直通運転に伴う東横線渋谷～横浜間改良工事 HP

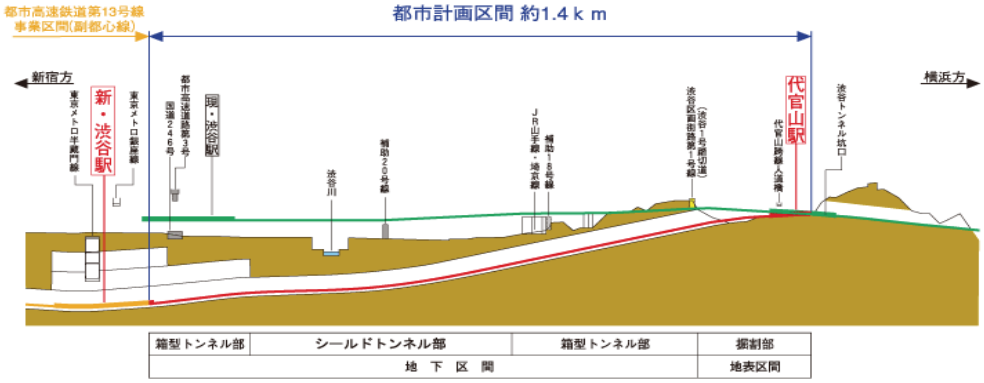


図2.1.4-19　東横線（渋谷駅～代官山駅間）地下化事業縦断図

出典：東急電鉄　東京メトロ副都心線との相互直通運転に伴う東横線渋谷～横浜間改良工事 HP

○事業工程

工期：2002年度～2014年度（東京メトロ副都心線との相互直通運転開始は2012年度）

○事業計画上の関連法規

都市計画法、鉄道事業法、道路法、消防法、建築基準法、電気事業法、その他

○周辺再開発

東京メトロ副都心線と東横線との相互直通運転により、渋谷駅周辺地域は、ホーム跡地と線路跡地を利用して、これら周辺のまちをつなぐ歩行者ネットワークを整備する計画であり、駅周辺の再開発のコアとなる計画である。

（８）リニア中央新幹線（中部圏）

(a) 事業の目的

○抜本的なリスク対策として東京・名古屋・大阪を結ぶ日本の大動脈輸送の2重系化

・東海道新幹線が開業から48年を経過し、将来の経年劣化にたいする代替施設

・大規模地震等、将来の大規模地震（南海トラフ地震等）への抜本的な対策

○三大都市圏のアクセスを大幅に向上させる。

・三大都市圏が1時間圏内となり、１つの巨大都市圏が創成

・東京・名古屋・大阪の各都市圏や国際空港への移動の飛躍的な利便性の向上

(b) 事業の概要

・業の名称：中央新幹線

・区間：東京都～大阪市

・走行方式：超電導磁気浮上方式

・最高設計速度：505km/h

・事業概算金額：90,300億円

・主な経由地：甲府市付近、赤石山脈（南アルプス）中南部、名古屋市付近、奈良市付近

図2.1.4-20　リニア中央線（東京都・名古屋市間）概略路線図

出典：国土交通省　中部地方整備局　中部圏大深度地下使用協議会資料　「中央新幹線計画の概要について」JR 東海　平成25年1月23日

○ターミナル駅の構想

・東京都、名古屋市のターミナル駅は地下駅となる。

・東海道新幹線との結節、在来鉄道との円滑な乗り継ぎ、国際空港とのアクセスの利便性確保、JR 東海の用地活用を踏まえ、東海道新幹線の既存駅付近に地下駅を設置する。

○名古屋市ターミナル駅

東海道新幹線との乗り継ぎを確保することが極めて重要であることから、東海道新幹線および在来線名古屋駅付近の地下で、将来への延伸を考慮し、東西方向に設置の計画である。

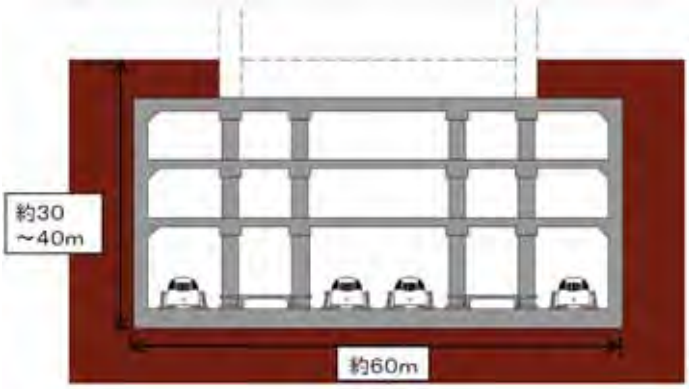


図2.1.4-21　名古屋市ターミナル駅（地下駅）のイメージ図

出典：国土交通省　中部地方整備局　中部圏大深度地下使用協議会資料　「中央新幹線計画の概要について」JR 東海　平成25年1月23日

○中京圏の大深度地下利用の計画

・中京圏は、高度に市街化されているので、大深度地下使用法の目的のとおり、事業の円滑な遂行を図るために、大深度地下使用を考えている。

・大深度地下トンネルは、シールドトンネルを基本とする計画である。シールドトンネル施工のための立坑間隔は、約5～10km とする計画である。

・立坑はトンネル内の換気や開業後の保守作業等にも利用する計画である。

図2.1.4-22　中京圏の大深度地下利用の概略ルート図とシールドトンネル断面

出典：国土交通省　中部地方整備局　中部圏大深度地下使用協議会資料　「中央新幹線計画の概要について」JR 東海　平成25年1月23日

参考文献

2. 1

1) 東京都建設局 HP、神田川流域浸水予想区分図
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/yosouzu/kanda.pdf
2) 国土交通省 HP、第２回緊急地震速報の実用化に関する検討委員会資料
http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/bousai/sokuhou/siryou2_2.pdf
3) 国土交通省 HP、バリアフリー基本構想
http://www.mlit.go.jp/common/000986661.pdf
4) 神戸市 HP、震災写真記録集
http://www.city.kobe.lg.jp/safety/hanshinawaji/data/photo/p-index.html
5) 日建連　行為技術委員会技術開発部会資料
6) 全国地質調査業協会連合会：日本ってどんな国シリーズ4　「豪雨から国土を守る」（平成23年5月）
7) 気象庁：パンフレット「地震を知る」 平成21年3月
8) 東京都：「東京都の防災対策の手引き」 平成23年3月
9) 国土交通省　安全・安心まちづくり小委員会：「中間とりまとめ～安全・安心まちづくりビジョン～」 平成21年6月
10) 気象庁：「異常気象レポート」 平成17年10月
11) 社団法人　日本土木工業会：「データで見る防災」
12) 東京都：「木密不燃化10年プロジェクト」 平成24年1月
13) 東京都：「東京都の防災対策の手引き」 平成23年3月
14) 内閣府：パンフレット「わが国の災害対策」
15) 神戸市：震災資料室 HP
www.city.kobe.lg.jp/safety/hanshinawaji/data/
16) 浦安市：「浦安市液状化対策技術調査委員会資料」 平成23年7月
17) 東京都：「東京都地下空間浸水対策ガイドライン」 平成20年9月
18) 国土交通省 HP
www.mlit.go.jp/mizukokudo/index.html
19) 宮古市 HP
www.city.miyako.iwate.jp/
20) 山元町 HP
www.town.yamamoto.miyagi.jp/
21) 国土交通省 HP：道路の機能
http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/jroad04/02-01.html
22) 国土交通省 HP：トラックによる政府（国）の緊急物資輸送について
http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/hw_arikata/teigen/t01_data03.pdf
23) 総務省 HP：都市計画法
http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/idxsearch.cgi

24) 国土交通省 HP：日本の川
http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/nihon_kawa/index.html
25) 国土交通省 HP：河川事業概要
http://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/kasen/gaiyou/panf/gaiyou2007/
26) 国土交通省 HP：神戸港港湾計画
http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/11/110213/06.pdf
27) 国土交通省 HP：新潟空港
http://www.mlit.go.jp/common/000230994.pdf
28) 名取市 HP：震災記録室
http://www.city.natori.miyagi.jp/soshiki/soumu/311kiroku/
29) 国土交通省 HP：鉄道
http://www.mlit.go.jp/tetudo/index.html
30) 国土交通省 HP：運輸政策審議会答申第１８号「東京圏における高速鉄道に関する基本計画について」
http://wwwtb.mlit.go.jp/kanto/kikaku_kankou/unseisin/18tousin.html
31) 石油化学工業協会 HP：日本の石油化学コンビナート
http://www.jpca.or.jp/junior/01howto/2.htm
32) 石油連盟 HP：今日の石油産業1012
http://www.paj.gr.jp/about/publications/
33) 国土交通省、平成14年度大都市圏におけるコンパクトな都市構造のあり方に関する調査（概要）
32) 国土交通省、平成15年度大都市圏におけるコンパクトな都市構造のあり方に関する調査（概要）
33) 国土交通省、首都高速の再生に関する有識者会議、
http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/syutokou/index.html
34) 国土交通省　関東整備局江戸川河川事務所の HP
http://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/project/gaikaku/frame_index.html
35) 国土交通省　関東地方整備局　東京外かく環状国道事務所 HP
http://www.ktr.mlit.go.jp/gaikan/index.html
36) 首都高中央環状線 HP、http://tokyo-smooth.jp/shinjuku-gaiyo.php
37) 中央環状品川線のパンフレット
http://tokyo-smooth.jp/images/common/shinagawa1.pdf
38) 国土交通省・大阪府・大阪市、大阪都市再生環状線　淀川左岸線延伸部パンフレット
http://www.pref.osaka.jp/doroseibi/kansendouro/toshisaisei.html
39) 大阪市　執行会議資料　（案）淀川左岸線延伸部に関する今後の方針について
平成19 年8月29日
40) 国土交通省　近畿地方整備局　淀川左岸線延伸部有識者委員会　提言
平成18年12月15日　http://www.kkr.mlit.go.jp/road/kansen/kanjo/04/a.htm

41) 札幌市 HP
http://www.city.sapporo.jp/kensetsu/stn/genzainojigyo/sosei/index.html
42) 東急電鉄 HP：東京メトロ副都心線との相互直通運転に伴う東横線渋谷～横浜間改良工事　http://www.tokyu.co.jp/railway/railway/east/pr/13go.html
43) 東急電鉄 HP：渋谷駅～代官山駅間地下化計画図
http://www.tokyu.co.jp/railway/railway/east/pr/sby_ykhm_sby_dkym.html
44) 国土交通省　中部地方整備局　まちづくり HP　新着情報
http://www.cbr.mlit.go.jp/kensei/machi_seibika/index.htm#business
45) JR 東海 HP　事業紹介　中央新幹線
http://company.jr-central.co.jp/company/others/chuoshinkansen03.html

2.2　道路の機能

道路は人の移動や物資の輸送に欠かせない社会資本であり、国民の日常生活や社会経済活動を支える多面的な役割と機能をもっている。東日本大震災の大災害を契機に、国土や地域の安全・安心の確保に対する国民の要請が高まっており、国民生活や経済活動の安全を保障するという側面からも道路の役割が増している。ここでは、道路の役割と機能、道路の特性について以下に述べる。

2.2.1　道路の役割と機能

1）道路の機能

道路には**図 2.2.1-1** のような多様な空間があり、その機能を大別すると人や物資を移動させるための交通機能、上下水道、ガス、電気等の都市としてのライフラインを収容する収容空間、災害の防御・軽減効果を発揮する防災空間などの空間機能、さらに都市の骨格として都市構造を誘導形成する市街地形成機能などがある。とくに東日本大震災の災害時には、早期に啓開・復旧し、救助・救援活動、広域的な緊急物資の輸送の他、津波を堰き止めて内陸部への浸水を防ぎ、避難路や避難場所としても副次的に機能するなど、広域的な防災機能としての役割を担った。

図 2.2.1-1　道路の多様な空間

出典：国土交通省道路局　道路行政の簡単解説

（1）交通機能

道路の交通機能には、**図 2.2.1-2** のように大別して自動車や自転車・歩行者などが安全・円滑・快適に通行できる通行機能、自動車の駐車や歩行者が滞留できるなどの滞留機能、沿道の施設に容易に出入りできるアクセス機能がある。

自動車の交通機能	通行機能	円滑性の確保	・出入制限など規格の高い道路構造 ・交通特性に応じた車線数設定 ・単路の容量だけでなく、交通のネックとなる箇所にも配慮（サグ部、分合流部など）
		安全性の確保	・平面線形と縦断線形の組合せ ・交差点、分合流部での見通し確保
		信頼性の確保	・耐震性の確保、のり面構造 ・除雪や堆雪のための幅員の確保 ・消融雪施設の設置
		快適性の確保	・眺望を考慮した線形 ・情報提供
	アクセス機能	アクセス性の確保	・本線への直接出入り可能な構造 ・適当な交差点間隔を確保 ・停車帯、荷捌きスペースの設置 ・駅前広場、バス停車帯
	滞留機能	滞留空間の確保	・駐車場、タクシープール、バスターミナル ・ＳＡ／ＰＡ、道の駅

図 2.2.1-2　自動車の交通機能

出典：日本道路協会　平成 15 年度地区講習会資料「道路構造令の解説と運用」

(a) 通行機能

歩道、自転車道等は安全性と円滑性を基本的に確保するとともに、必要に応じて快適性と信頼性を確保する必要がある。

円滑性：自動車を一定速度で連続的に通行させることが望ましい。そのためには、交通が集中して渋滞が発生させないように所要の幅員と車線数の確保や、低速車による速度低下が生じないように低速車を考慮したゆずり車線や登坂車線を設置するなどの配慮が必要である。

安全性：曲線区間や下り勾配区間では車線外への逸脱による事故、歩行者共存区間では走行速度を抑制するなどによって車両と人の交通事故を防止する。

快適性：渋滞が少なく（一定の速度で走行できる）、運転のストレスがかからない道路線形および優れた自然景観を確保する。

信頼性：道路の重要性に応じて耐震性の確保、法面区間では崩壊し難い法面勾配や（落石）防護施設の設置を行い、事故時や災害時でも一定量の通行が確保できるようにする必要がある。

地下トンネルの入り口付近では運転者の視認性低下やトンネル空間の圧迫感から自動車速度を減速する傾向にあり、渋滞を発生しやすくなる。坑門形式の変更や入口付近の照明を増やして明るくするなど通行機能を著しく低下させない配慮が必要である。都市部では豪雨と洪水の発生回数の増加が想定され、太平洋沿岸部では東海～東南海・南海地震による甚大な被害が想定されている。幹線道路は火災、地震、水害などに強い構造にして、災害時においても一定の通行機能をもたせる必要がある。

(b) 利便性を考慮した滞留機能

自転車の滞留空間として歩道や道路地下や高架下の駐輪スペースがある。自動車が駐車できる駐車スペース、公共交通機関の滞留空間としてのタクシープール、

バスターミナル、サービスエリア、パーキングエリア、道の駅などがある。また、これらの施設には災害時の車両基地、休憩場所、防災備蓄場所としての機能を持ち合わせている。

東日本大震災において、道の駅、高速道路のサービスエリア、パーキングエリアなどは様々な救助隊や団体の活動拠点や住民の避難場所として利用され、また、電気、水、食料、トイレを提供する防災拠点として機能した。東日本大震災における利用の具体例を**表 2.2.1-1**～**表 2.2.1-3** に示す。

「道の駅」は平成 24 年 9 月現在、全国で 996 駅が整備され、道路利用者の休憩施設の他、地域の情報発信拠点になっている。一方でヘリポートや防災備蓄基地などを併設するなど防災機能を整備する動きが広がっている。富士宮市の道の駅「朝霧高原」では、防災拠点として朝霧防災備蓄基地、富士教育訓練センターなど周辺施設と一体化させ、災害時に一時避難施設の提供、災害・道路情報の提供、緊急車両の集結地の提供、ヘリポート、道路復旧資機材置場・応急給水活動施設などの機能や施設が整備されている。

表 2.2.1-1　東日本大震災における「道の駅」利用の具体例

道の駅名	所在地	路線名	対応の例
三本木	宮城県大崎市	4号	自家発電により24時間開館し、おにぎり、菓子等を提供。情報館にて避難者を受け入れ。
津山	宮城県登米市	45号	自衛隊やレスキュー隊の前進基地、支援隊員への炊き出しの実施、南三陸町のホテル客が避難。
ふくしま東和	福島県二本松市	349号	おにぎり等食料、トイレ、給水サービスを提供。避難住民1500人を受け入れ。
喜多の郷	福島県喜多方市	112号	給水サービス、食事販売、日帰り温泉施設を被災住民に無料開放。
南相馬	福島県南相馬市	6号	避難所として開放、災害応援の拠点として機能。
ひらた	福島県平田村	49号	避難住民に無料で電源、水を提供。村内の病院や避難所に食材を供給。

出典：国土交通省　高速道路のあり方検討有識者委員会・提言資料

表 2.2.1-2　東日本大震災における高速道路の SA・PA 利用の具体例

道路名	休憩施設名	所在地	区間	対応の例
常磐道	四倉ＰＡ	福島県いわき市	いわき中央IC～いわき四倉IC間	原発対応に向かう自衛隊の中継基地として利用
東北道	羽生PA	埼玉県羽生市	羽生IC～館林IC間	被災地へ応援に向かう消防隊の中継基地として利用
東北道	福島松川PA	福島県福島市	二本松IC～福島西IC	福島第一原発からの集団避難住民の輸送中継基地として利用

出典：国土交通省　高速道路のあり方検討有識者委員会・提言資料

表 2.2.1-3　東日本大震災における高速道路の SA・PA 防災備蓄品の活用例

SA･PA	支援先	支援品の概数
折爪SA、紫波SA、岩手山SA、前沢SA	岩手県(対策本部)	・携帯トイレ(22千)、寝袋(8千)、紙オムツ(7千)　等
花輪SA、津軽SA	釜石市震災対策本部	・携帯トイレ(7千)、寝袋(4千)、紙オムツ(3千)、南部せんべい(3千)　等
寒河江SA	仙台東部道路への避難者	・毛布等
長者原SA、安達太良SA、磐梯山SA、西仙北SA	宮城県栗原市	・携帯トイレ(5百)、簡易寝袋(1.1千)、オムツ(7百)等

出典：国土交通省　高速道路のあり方検討有識者委員会・提言資料

図 2.2.1-3　防災拠点（道の駅「朝霧高原」）

出典：国土交通省　中部地方整備局　静岡国道事務所記者発表資料

(c) 沿道施設へのアクセス機能

アクセス機能は通行機能と相反する関係にあり、両者のバランスを考慮した道路整備が行われる。交差道路との出入りしやすい機能、沿道の商業・業務施設への荷物の出し入れ、自動車から商業施設の出入り、公共交通機関との出入りなどの機能がある。交差道路との出入りしやすさを確保するため、交通安全に配慮した交差点間隔や形状の採用、幹線道路に沿って側道の設置、**図 2.2.1-4** のような荷さばき専用帯やベイの設置、バスレーンやバス停留所、タクシー専用帯や専用ベイを設置して一般車両との差別化することで安全と利便性を図り、アクセク機能を向上することができる。

図 2.2.1-4　アクセス機能重視の道路イメージ

出典：札幌市 HP「人と車が共存する都心道路」

(2) 空間機能

空間機能は、都市部においては公共空間が限られており特に重要な役割をもっている。電力・電話・上下水道・地下鉄・駐車場・共同溝・情報ＢＯＸ・地下街等公共公益施設の収容空間、避難路、避難場所、火災延焼防止遮断区間としての防災空間、植樹帯、中央分離帯の緑化等、良好な景観を確保し、近隣住民に快適な生活環境を提供する空間としての機能がある。このように道路が果たす空間機能は極めて大きい。

（ａ）収容空間としての機能

収容空間としての道路地下空間は生活や社会面での安全の確保や、質の高い生活空間の充実を図っていく上で、社会の共有空間として地域、都市のきわめて貴重な空間になっている。そして、近年の都市機能の高度化、高度情報化および地下空間利用技術の発達により、道路地下空間の需要は今後も増加するものと考えられます。

また、地上の収容空間として公共交通機関への出入り口、駐車スペース、地下トンネルの換気施設などの道路付属物のための空間がある。今後の大深度地下利用を考えると、大深度への導入空間であり重要である。また、地下利用を促進することにより生活環境の空間として有効利用することも考えていく必要がある。

このような背景のもと、安全で快適な生活空間づくりのための道路本来の機能空間を確保しつつ、これらの需要にも適切に対処できるように計画的、効果的利用を推進していく必要がある。

以下に、収容空間としての機能、及び内容について列挙する。

（イ）公共交通機関の導入空間機能

・移動の利便性を高める地下鉄、モノレールや新交通システムなど公共交通機関の出入り口としての導入空間としての機能である。

（ロ）供給処理・通信情報施設空間

・上下水道、ガス、電気等の都市に必要なライフラインを収容する機能や光ファイバー等の通信設備を収容する機能である

（ハ）道路付属物のための空間

・電柱、情報板による道案内、道路情報や地下道路トンネルの換気のためのスペース、路上での駐車スペースである。

（ｂ）防災空間としての機能

平成７年１月の阪神・淡路大震災、平成 23 年３月の東日本大震災は、我々に多くの教訓を与えた。

わが国の都市防災対策は関東大震災での大規模な市街地延焼火災により多数の犠牲者（死者の９０％は火災が原因）を出したことから、市街地火災対策を念頭において進められてきた。阪神・淡路大震災の際にも神戸市長田地区の密集地を中心に大規模火災が発生した。あらためて防災対策において、避難路の確保、消防活動の場、延焼遮断帯の形成等との関係において道路空間は重要な要素となり、

防災空間の効果と、重要性が確認されたといえる。

東日本大震災の津波の際には、高架整備された高速道路が住民の避難場所となり、多くの人命を救った。また、盛り土構造の部分が津波の侵入を遮り、内陸部へのがれきの流入を抑制した。このように、道路という構造物には、それ自体に防災機能があることから、今回の経験を踏まえ、盛り土の高速道路の活用を積極的に展開していく必要がある。現在、高速道路に設置された避難場所は全国で 22 か所（建設中を含む）となっている。

写真 2.2.1－1　**高速道路に設置された緊急避難階段（紀北町海山区船津）**

出典：国土交通省中部地方整備局紀勢国道事務所 HP

また、各自治体は、各高速道路株式会社と「津波緊急避難における高速道路敷地の一時使用に関する協定書」を結び、高速道路の空間を防災空間として活用する動きが多くなっている。地下空間は、耐震性に優れているために、大震災時の避難路、救護活動の通路として有効に活用されると考えられるが、地下トンネルへの導入部での耐震性が課題となる。

今年度ニューヨークを襲ったハリケーン「サンディ」により、ニューヨーク市営地下鉄は沿岸部近くなどで浸水し、海水の塩分によるダメージで運休が長期化する恐れがあった。

このように、氾濫区域内の地下空間（地下トンネル）は、河川堤防の決壊により、大規模に浸水し、地下空間が機能不全に陥ることが考えられ、対策が必要となっている。東京地下鉄株式会社では、浸水対策として、止水版、防水扉浸水防止機そしてトンネル断面を閉鎖することができる防水ゲートなどの対策を実施している。

写真 2.2.1－2　ハリケーン「サンディ」の影響で浸水した地下鉄出入り口
出典：ニューヨークタイムズデジタル版

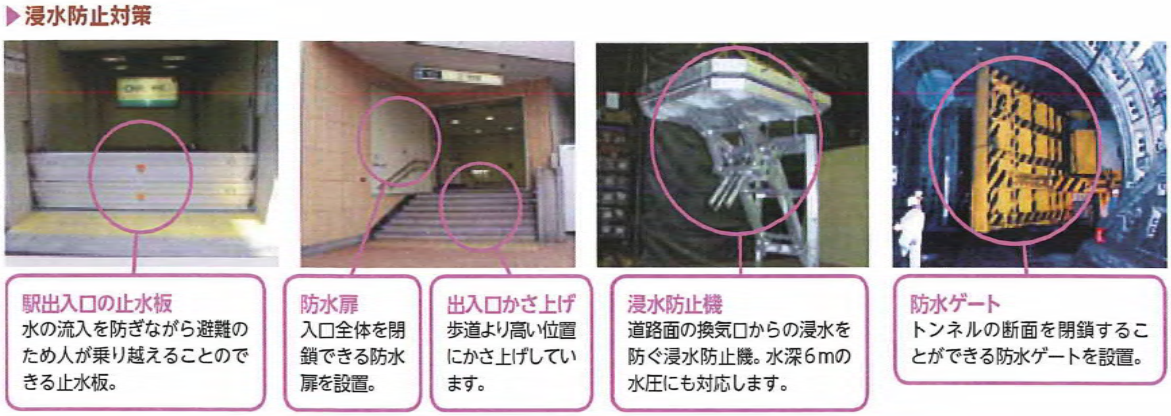


図 3.2.1－5　東京地下鉄株式会社の浸水対策
出典：「東京地下鉄㈱　安全報告書 2012」

以下に、防災空間の機能及び内容について記載する。

（イ）避難・救護機能

地下トンネル、高架道路、盛り土構造の道路が避難場所となる。また、道路のネットワーク、地下トンネルが救護活動の通路、避難路となる。

（ロ）災害防止機能

盛り土構造が津波の進入を遮り内部へのがれき等の流入を抑制したり、・火災等の拡大や延焼防止の空間となっている。

（ハ）生活環境の空間としての機能

植樹帯や歩道などへの並木の設置、中央分離帯を利用した植栽による道路緑化は良好な景観を確保し、近隣住民に快適な環境空間を提供する機能がある。また、緑陰の確保、騒音の低減、大気の浄化などの効果がある。

（ｃ）市街地形成機能

市街地形成機能として、道路は沿道の土地利用の誘導を形成したり、都市の骨格を形成する機能を有している。

また、歩道にベンチを設置したりすることにより、高齢者、身体障害者等の移動の円滑化を図るとともに、高齢者、身体障害者の休憩需要に応じている。歩道に設置したベンチ等は、歩行者の交流の場所としても利用され、生活空間としての機能も持っている。このような場所においては、ベンチ及びそれを覆う上屋や樹木の適切な配置などの配慮がされている場合もある。休憩施設等の配置が望ましい道路として下記の表のような所が考えられる。

表 2.2.1－4　休憩施設の配置が望ましい道路

道　　路	利　用　例
住宅内のコミュニティ道路	立ち話、遊び　等
高齢者等の利用が多い公共施設周辺の道路	休憩、立ち話
橋詰のスペース	休憩、眺望　等
遊歩道等、散策やジョギングに利用される道路	自然とのふれあい、休憩　等
バス停周辺の道路	バス待ちを兼ねた休憩スペース

写真 2.2.1－3　歩道に設置されたベンチ

出典：神戸市 HP

図 2.2－6　新宿駅南口地区基盤整備事業(歩行者広場)

出典：国土交通省関東地方整備局東京国道事務所 HP

市街地形成機能についの以下に項目と内容を列挙する。

（イ）都市構造・土地利用の誘導形成機能

道路は沿道立地を促し、沿道土地利用の誘導を形成する機能ある。

（ロ）街区形成機能

道路は街区の街並みを形成し、都市・地区の骨格を形成する機能がある。

（ハ）生活空間

住宅地内のベンチの設置やバリアフリー化は歩行者を滞留させ、日常の交流の場として利用され生活空間の機能をもつ。

2.2.2　地下道路の特性

都市の過密化に伴い、都市空間の重層的利用が推進される中、周辺環境の抑制や景観保持、地上空間の制約や道路網の防災機能を踏まえた安全性を重視した道路整備の観点などから、都市内道路の地下化による道路整備が様々なところで事業化されている。都市内道路の地下化は、交通渋滞の解消、周辺環境への配慮、用地取得性などから、首都高速道路などの自動車専用道路を中心に、比較的長距離の地下化が事業化されている。一般道路においては、そのアクセス性から、アンダーパス等の比較的距離の短いものに留まっている傾向にある。さらに、「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」により、道路の地下化がさらに加速され、外かく環状道路（大泉 JCT～東名 JCT）など大深度を利用した長距離地下高速道路が計画されている。

ここでは、安全安心な都市形成における地下空間の役割・特性と道路が保有する多面的な機能とを考慮し、地下道路のメリット、デメリットを整理するとともに、課題を抽出する。

1)地下道路のメリット

空港など地上や高架道路として供用することができず道路の地下化が必須である場合や、道路を地下化することで、交通渋滞対策、景観の保全、周辺環境対策、用地問題対策などが図れる他、地下道路は、地上に比べ耐震性が良いなどの防災面や、昨今では災害時の緊急輸送道路としての機能を期待するなど、地下道路のメリットが多面化しており、今後ますます、これらのメリットを活かした地下道路の建設が増えるものと予想される。以下に、地下道路のメリットを整理するとともに事例を示した。

(1)　交通渋滞対策

道路を地下化するメリットとして、交通渋滞対策が挙げられる。都市部などにおいて、交通量の多い主要幹線道路同士の平面交差や鉄道路線と平面交差箇所では、信号待ちや踏切待ちなどにより、交通渋滞が慢性化することが多い。一方の道路の直進交通を地下化（アンダーパス化）することで、交通渋滞の解消が図れる。日本での本格的な地下道路として、昭和 39 年に開通した東京の昭和通りにおける主要な交差点５箇所の連続立体交差化が挙げられる。昭和通りの連続立体交差道路（地下道路）は、慢性的な交通渋滞解消のために建設されたもので、それ以来、交通渋滞解消に対して、有効な手法として、アンダーパス化された地下道路が数多く、供用、事業化されている。

写真 2.2.2-1　昭和通りアンダーパス群

(2)　景観の保全

道路を地下化するメリットとして、景観の保全が挙げられる。たとえば、首都高八重洲線の地下化は、首都東京の玄関口である東京駅の景観に配慮したものであり、赤坂トンネルは、迎賓館前の景観を、世界でも珍しい地下 JCT である首都高の三宅坂 JCT は、半蔵門前や千鳥が淵の桜並木などの景観に配慮したものとされている。このように、道路を地下化することで都市の景観や自然の景観、施設の景観を保全することができる。国交省の「首都高速の再生に関する有識者会議」の提言書では、高架橋が周辺に圧迫感を与え、都市景観を阻害し、河川埋め立て等により、貴重な水辺空間を喪失しているとして、都心環状線の高架橋を撤去し、地下化などを含めた再生を提言している。

千鳥ヶ淵付近　トンネル出入口

地下化により守られた景観（半蔵門付近）

三宅坂 JCT 付近（Mapion 地図より）

図 2.2.2-1　三宅坂 JCT

(3)　空間的制約対策

道路を地下化するメリットとして、空間的制約対策が挙げられる。たとえば、空港へのアクセス道路で、滑走路などを横断する必要がある場合など、地上部や高架などにより対応することは、空間的制約により不可能であり、地下化することが必須となる。また、川や海の航路を横断する場合などは、橋梁化する場合もあるが、航路確保などの理由から地下化されることも少なくない。歴史的価値のある遺跡や公園などがある場合も、地下化される場合が多いと考えられる。羽田国際空港のアクセス道路、東京湾横断道路、首都高速中央環状王子線の飛鳥山トンネルなどが、空間的制約条件がその要因のひとつとして、地下化された事例として挙げられる。

図 2.2.2-2　羽田空港付近の地下道路網（Google　地図より）

(4)　環境対策

道路を地下化するメリットとして、環境対策が挙げられる。地上の道路や高架道路の場合、トンネル構造に比べて振動や騒音が沿道に伝わりやすいことや、トンネル構造の場合、自動車の排気ガスをトンネル内の換気所に集約して、浮遊粒子状物質（SS）などを除去することが可能であることから、道路沿線が住居系の場合には、環境対策として地下化されることが多い。特に、最近は沿道の環境保全を重要視する傾向にあり、最近になって供用、事業化された首都高速中央環状新宿線・品川線や高速川崎縦貫線は、用地問題とともに沿道環境対策として、地下化されている。

図 2.2.2-3　地下道路による環境影響の低減

（5）　事業促進

道路を地下化するメリットとして、用地問題対策などの事業推進が挙げられる。道路建設事業においては、用地を習得することが困難なため事業促進の妨げとなっていることが多い。立体道路制度を利用して道路を地下化することで、区分地上権を設定する必要はあるが、地上部の住居などは立ち退きする必要がないので、事業化の促進が図れる。首都高速横浜環状北線のシールド工法において構築する地下道路は民地下での建設が多く、地下道路部分に区分地上権を設定し、家屋等の移転・立ち退き無しでその部分を補償することで、事業化の促進を図っている。また、外かく環状道路（大泉 JCT～東名 JCT）は、「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」を適用することで、事業化を促進する計画としている。

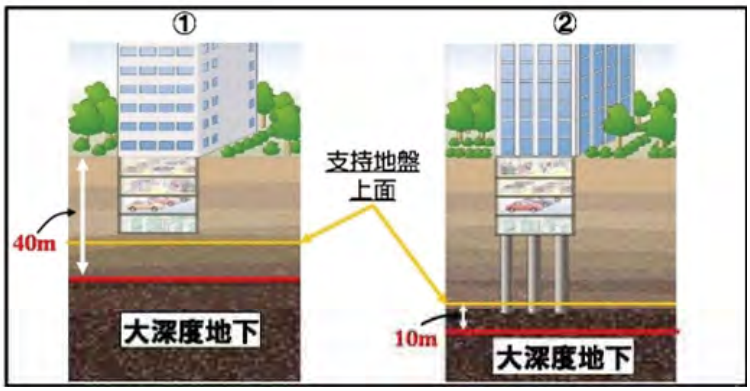


図 2.2.2-4　大深度地下の定義（国交省ホームページより）

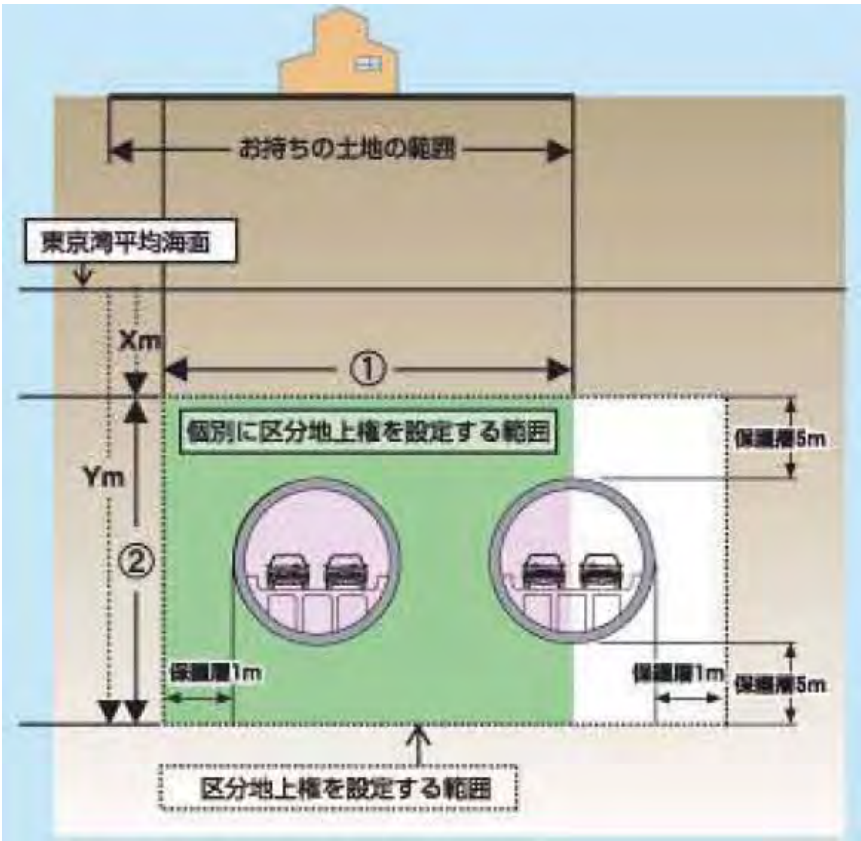


図 2.2.2-5　区分地上権の設定例（横浜環状北線広報誌 より）

(6)　防災対策

道路を地下化するメリットとして、防災対策などが挙げられる。暴風雨や降雪・積雪の影響を回避できるほか、テロなどの武力攻撃災害にも強い。また、阪神・淡路大震災や東日本大震災など、地上部、高架に比べ地下の構造物の損傷度が非常に小さいことが報告されている。阪神・淡路大震災以降、道路構造における耐震性能の向上の必要性が指摘され、高架橋などの耐震補強が進められてきた。東日本大震災を経て、ますます地震などの災害に強い道路整備が重要視されてきており、道路を地下化することで耐震性が向上させ、防災、減災面でのメリットが大きい。

さらに、罹災時、緊急時の地下道路の活用が挙げられる。大震災直後に、緊急輸送を円滑に行うために、高速自動車国道、一般国道及びこれらを連結する幹線道路を緊急輸送道路として指定している。東京都の場合は、第１次緊急輸送道路（応急対策の中枢を担う都本庁舎、立川地域防災センター、重要港湾、空港等を連絡する路線）、第２次緊急輸送道路（一次路線と区市町村役場、主要な防災拠点を連絡する路線）、第３次緊急輸送道路（その他の防災拠点を連絡する路線）を選定している。阪神・淡路大震災では、倒壊建物やガレキ、道路損傷により、救援・救助活動、避難活動、消火活動等に支障をきたしたことを教訓に、緊急輸送道路の中で特に沿道の建築物の耐震化を推進する必要のある道路を特定緊急輸送道路に指定し、沿道の建築物の耐震化を推進する条例を制定し、災害時の道路機能の確保を図っている。道路を地下化することで、その耐震性や地上からの遮断性から、緊急輸送道路としての役割を十分に果たす可能性が高い。

現在、地下高速道路として供用・事業中である首都高速中央環状新宿線・品川線や外郭環状道路などは、交通基盤の復旧活動拠点、物資輸送支援、救援・復旧活動支援といった緊急輸送道路として役割を確実に担うものと考えられる。またこれらの長距離地下道路は、約 1.5～2.0km 間隔で設置される換気所があり、これら換気所を救援・復旧活動や情報伝達、などの拠点として活用できる。

図 2.2.2-6　緊急輸送道路のイメージ（愛媛県ホームページ より）

いまにも道路封鎖しそうな倒壊したビル
（神戸市役所ホームページより）

がれきによる道路封鎖
（東日本大震災と道路パネル展、岩手県提供資料）

写真 2.2.2-2　罹災時のがれきや倒壊物による道路封鎖

(7)　重層利用、有効利用

道路を地下化するメリットとして、道路と他の施設等の重層利用・有効利用などが挙げられる。道路を地下化することで、上部空間を有効に立体的・複合的な利用が可能となる。

東京都環状２号線（新橋・虎ノ門地区）　立体道路制度を活用して当該道路の上空及び路面下において建築物等の整備を一体的に行い、魅力と個性ある複合市街地を形成しつつある。阪神高速大和川線では、高速道路を地下化しその上に高規格堤防（スーパー堤防）を築造する一体整備を行い、水辺空間を活かした良好なまちづくり形成と、浸水被害の発生を未然に防止する事業を進めている。首都高速八重洲線は、地下駐車場と一体整備化され、そのまま東京駅や八重洲地下街などへ行けるなど、アクセス利便性の向上を図っている。札幌の創成川通りでは、アンダーパスを連続化することで混雑緩和とともに、地上部分を緑地化し親水空間を創出した。

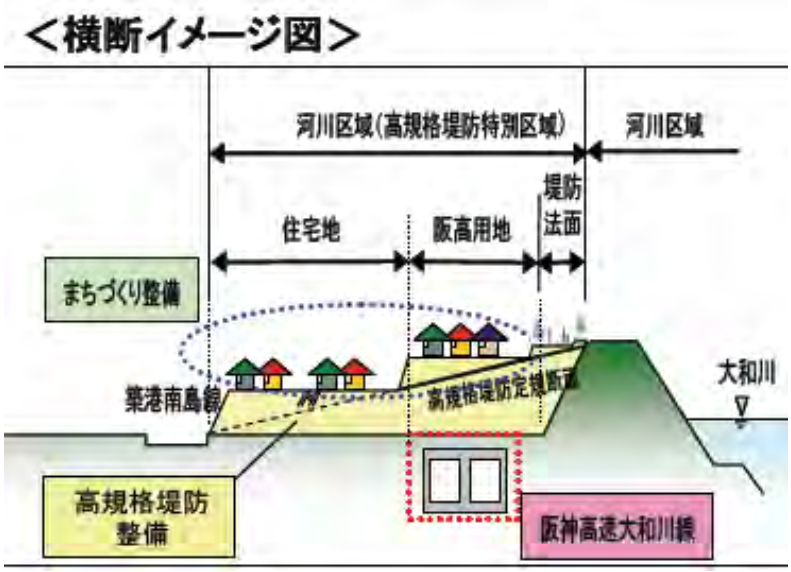


図 3.2.1-7　阪神高速大和川線と高規格堤防との一体整備
（国交省近畿地方整備局ホームページ より）

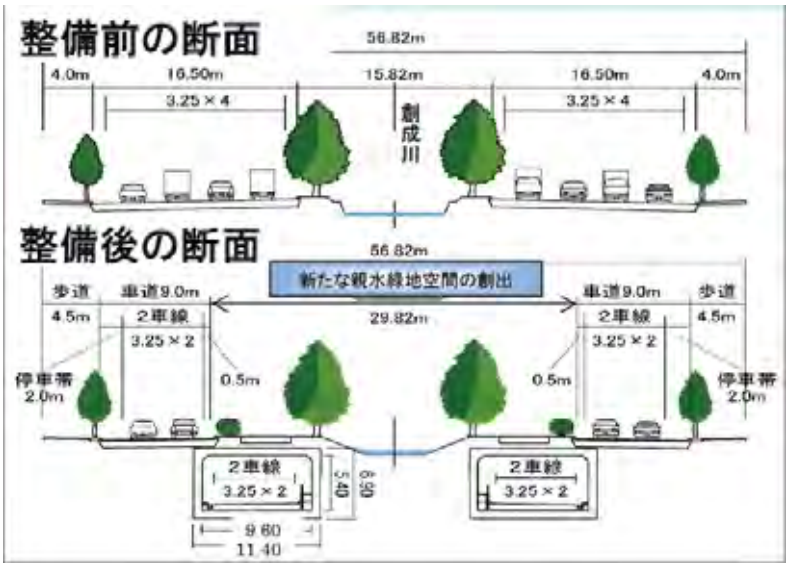


図 2.2.2-8　札幌アンダーパス連続化と地上部の一体整備
（札幌駅前通りと創成川通りの整備による都心の再生（札幌市建設局）より）

以上、地下道路のメリットを述べてきたが、それらを**表 2.2.2-1** にまとめた。

表 2.2.2-1　地下道路のメリットまとめ

地下化のメリット	概要	事例
①交通渋滞解消	立体交差化、通過交通機能	立体交差（アンダーパス）， 昭和通りアンダーパス
②景観の保全	自然景観、都市景観、施設景観	三宅坂 JCT、八重洲トンネル、赤坂トンネル
③空間的制約対策	空港、航路、遺跡、公園	羽田空港アクセス道路、東京湾横断道路、飛鳥山トンネル
④環境対策	沿道環境、住居環境	首都高速中央環状新宿線・品川線
⑤事業促進	用地問題、地価問題、大深度法、立体道路制度	横浜環状北線、外郭環状道路
⑥防災対策	地震対策、風雪害対策、緊急輸送道路	首都高速中央環状新宿線・品川線
⑦重層利用・有効利用	地上部有効利用、地下駐車場、立体道路制度	環状２号、阪神高速大和川線、首都高八重洲線、札幌創成川通り、

2)地下道路のデメリット

上記のメリットに対して､道路地下化の課題も少なくない｡道路を地下に建設する場合、一般的に建設費が地上に建設するよりも高くなる傾向があるほか、防災上、耐震性などのメリットがある一方､トンネル内の火災や災害に対しては､その退避性が地上部より劣る。

また、地上へのアクセスやその維持管理性に関しても、地上の道路よりは優れているとはいえない。このように地下道路のメリットに対して、デメリットも少なくなく、これらのデメリットをいかにして低減するかが今後の課題となる。地下道路のデメリットを以下に整理する。

(1)建設費

一般に、高架構造と比較して、トンネル構造の建設費は高い傾向にある。建設技術の技術開発等による直接建設費そのもののコストダウンはもちろんのこと、立体道路制度などの活用による地上部の有効利用や大深度地下を利用するなどして、用地費や環境対策費などの間接的な費用を総合的に評価することが必要となる。

(2)防災

防災の面からは、耐震性能の向上や騒音・振動が地上へ伝わりにくい等のメリットがある反面、トンネル内での火災発生時における換気や避難路などの対策が講じられている。首都高新宿線では、構造物耐火、非常用施設の設置および運用、交通運用、広報啓蒙活動と連携した総合的な防災安全に着目し対策を講じている。

また、ゲリラ降雨や津波など、地上部が激しい降雨や津波に晒された場合の、地下道路への水流入の防止などの対策や、アンダーパス部などの冠水の防止や告知などを行い、二次災害を防止することが重要となる。

(3)地上へのアクセス性

地上への接続工事が大規模になる傾向があるほか､特に大深度地下で JCT や IC を設ける場合は、規模、難易度、工事費などが増大する可能性が高い。また、換気塔が設置される場合、設置に際しては周辺景観との調和や環境への配慮が必要となる。

(4)走行安全性

地上部の道路の走行と比べて地下道路での走行は、その閉鎖性や視距の確保などから、走行性が劣る傾向にある。首都高新宿線の本線部では、自然光に近い白色の蛍光灯を採用して暗いイメージを払拭するとともに、出入口などの分合流部では、黄色の高圧ナトリウム灯を追加することで、明るさを増しドライバーの注意喚起を促している他、照明方向、カーブ警戒ゼブラなどの各種安全対策など安全で走りやすくするための走行安全支援を行っている。

(5)維持管理性

地下道路の場合、その構造躯体の外面が地中に接っしているため、外面側からの検査や補修が困難である。そのため、躯体の検査や補修などが、内面側からのみとなり、地下道路の維持管理性は、地上部や高架道路と比べて劣る傾向にある。

以上、地下道路のデメリットを述べてきたが、それらを**表 2.2.2-2** にまとめた。

表 2.2.2-2　地下道路のデメリットまとめ

地下化のメリット	概要	対策等
①建設費	直接的な建設費が高価	技術開発による直接的な建設費の縮減, 用地費や環境対策費などを考慮した総合的な評価
②防災	トンネル内火災時における退避性 トンネル内への水流入	構造物の耐火構造、非常用施設の設置・運用 遮水板等の設置 広報啓蒙活動
③地上へのアクセス性	地上への接続工事が大規模	技術開発による工事の安全性向上や建設費縮減等
④走行安全性	走行性の劣化	照明方法、ゼブラ等の安全対策
⑤維持管理性	検査や補修が困難	技術開発による検査性や補修性の向上 高耐久性躯体の構築

3)まとめ

このように、道路を地下化することで交通渋滞解消、環境対策、事業促進、都市空間の有効利用など、都市が抱える問題を解消することができる一方、建設費や維持管理性、地上アクセス性などの課題も残されている。昨今の都市の過密化による都市空間の重層的利用の必要性、周辺環境の抑制、環境保全等の必要性や、また立体道路制度や「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法(大深度法)」などの法制度上の整備などが進み、ますます都市内道路の地下化事業が推進されるものと考えられる。

サスティナブルな都市を目指し、都市への集約化（コンパクトシティー）と安全・安心な都市形成を実現するには、様々な機能を有する道路の地下化を効率的かつ効果的に推進していく必要があり、そのためには、地下化のメリットを大いに活用し、かつデメリットをいかにして低減していくかが大きな課題となる。なお、これらの課題に対しては、来年度に検討を行い、都市への集約化（コンパクトシティー）と安全・安心な都市形成の実現に向けて、本報告書の充実を図る予定である。

参考文献

2.2

1) 国土交通省道路局、道路行政の簡単解説
http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/dorogyousei/index.html
2) 日本道路協会、道路構造令の開設と運用、平成 15 年度地区講習会資料
http://www.road.or.jp/event/pdf/00_zenpen.pdf
3) 国道交通省、高速道路のあり方検討有識者委員会・提言資料
http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/hw_arikata/teigen/t01_data04.pdf
4) 国土交通省、中部地方整備局静岡国道事務所記者発表資料
http://www.cbr.mlit.go.jp/shizukoku/press/h22/pdf/100723_1.pdf
5) 札幌市、人と車が共存する都心道路の実現
http://www.city.sapporo.jp/kikaku/downtown/toshinkotsu/plan/documents/guide30.pdf
6) 国土交通省中部地方整備局紀勢国道事務所 HP
http://www.cbr.mlit.go.jp/kisei/kisya/24nendo/120627.pdf
7) ニューヨークタイムズ
8) 東京地下鉄株式会社、安全報告書 2012
http://www.tokyometro.jp/safety/prevention/safety_report/2012/index.html#page=17
9) 神戸市 HP　歩道のベンチ(東部新都心東西線)
http://www.city.kobe.lg.jp/information/project/urban/hatkobe/touzaisen3.html
10) 国土交通省関東整備局東京国道事務所 HP
http://www.ktr.mlit.go.jp/toukoku/09about/saisei/retokyo002.htm
11) 首都高速道路㈱、品川線事業概要及び事業評価
12) 国交省ホームページ
http://www.mlit.go.jp/toshi/daisei/crd_daisei_tk_000007.html
13) 横浜環状北線広報誌
14) 愛媛県ホームページ
http://www.pref.ehime.jp/070doboku/080dourokensets/00005744041124/bosai/yusouro/index.htm
15) 神戸市役所ホームページ　http://www.city.kobe.lg.jp/safety/hanshinawaji/data/
16) 岩手県提供資料、東日本大震災と道路パネル展
17) 国交省近畿地方整備局ホームページ
http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/zigyohyoka/index-2010-05.html
18) 札幌市建設局、札幌駅前通りと創成川通りの整備による都心の再生

第３章　調査のまとめと今後の課題

3.1 調査のまとめ

本検討テーマ「大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査」は、少子高齢化社会の到来に対する主要施策のひとつであるコンパクトシティー(集約型都市構造）の形成に寄与する安全・安心で高効率、快適なインフラ整備の要素としての地下に整備される道路の適用性の検討を行うものである。

本年度は標記テーマの検討のための基礎的条件、情報の確認として以下の項目について調査、検討を行った。

・ 都市の安全・安心機能に関する考察

都市における安全・安心を阻害する要素は、自然災害（地震、洪水等)、及び人為的要素（事故、テロ等）が存在する。

これらから都市を守るべき機能としては、ソフト面（情報システムの整備、地域コミュニティーの醸成等）とハード面（各種社会インフラ整備、維持管理）が存在するが本検討では、このうちハード面について検討を進めることを確認した。

・ 災害の種類と特性に関する考察

自然災害は、規模、予測可否、発生頻度、被災地域の大きさ、継続時間等の様々の特性を有している。

本稿では、このうち地震、降雨に関する災害特性を中心に整理し、都市における安全・安心の実現との関わりを整理した。また、合わせて近年における自然災害の発生状況、被災事例を整理し、都市等における自然災害に対する脆弱となる側面を確認した。

・ 社会インフラの役割に関する考察

道路、河川、鉄道等の社会インフラ群は、それぞれが単一の機能を持ち、社会を支えるのではなく、様々の機能により総合的に安全・安心な都市環境を実現している。

本稿では、代表的なインフラである道路、都市施設（上下水道、電力、通信等)、港湾・空港、鉄道、臨海工業施設につき、その果たしている役割の概要を整理した。

・ 地下空間の役割に関する考察

地下空間は、過密した都市部における残された利用可能空間としての大きな位置づけを有している。

本稿では、インフラ整備空間としての地下空間のもつ特性を整理するとともに、大深度利用を中心に地下利用インフラの事例、計画について整理した。

・ 道路の役割に関する考察

本検討主テーマに沿い社会インフラとしての道路の持つ役割（機能）について整理を行った。項目としては交通機能、通行機能、滞留機能、アクアセス機能、空間機能（地下収納)、防災機能、都市形成機能について概説した。

・ 地下道路の特性に関する考察

地下空間の持つ特性、道路の持つべき機能を勘案し、地下空間の建設される道路の特性（長所、短所）を検討、整理した。

以上の検討作業の他、現地調査として首都高速道路における地下構造部、自動車専用道の地下化が提案されている地区について現地踏査を行い、地下道路整備に関する知見の助とした。

3.2 今後の課題

本年度検討の検討では、地下空間を利用した道路整備に関係する様々な視点での基礎的条件の整理を行った。今後、より具体的な地下道路の適用性を検証するためには、以下に示す項目の検討が必要であると考えられる。

・地域リスクの確認

地域ごとに異なる災害リスク等を勘案した地下道路整備の適用性

・交通、物流の確認

ミッシングリンク、道路施設の過不足等を勘案した地下道路整備の適用性

・都市環境整備の確認

景観、騒音、排気ガス等を勘案した地下道路整備の適用性

・地下道路整備の試検討

標記諸条件を勘案した地下道路路線の設定、およびその整備、機能における課題、対応策等の整理

書 名　平成 24 年度
防災・減災型地下インフラの調査に関する調査報告書

発 行　平成 25 年 3 月
一般財団法人　エンジニアリング協会
〒105-0001
東京都港区虎ノ門三丁目 18 番 19 号　虎ノ門マリンビル 10 階
TEL　03（5405）7201（代表）
印　刷　株式会社　リョーサン