

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 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
1.4 ヒアリング調査	I - 3
第 2 章 調査成果	I - 25
2.1 東日本大震災の概要	I - 25
2.2 被害調査結果	I - 34
第 3 章 調査のまとめと今後の課題	I - 99
3.1 調査のまとめ	I - 99
3.2 今後の課題	I - 101

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 1 章 調査経緯	II - 1
1.1 調査方針	II - 1
1.2 調査内容	II - 2
1.3 調査状況	II - 3
第 2 章 調査成果	II - 7
2.1 平成 24 年度調査成果	II - 7
2.2 地下街の現況調査	II - 9
2.3 都市再生安全確保計画制度の進捗について	II - 41
2.4 地下街のあるべき姿	II - 50
第 3 章 調査のまとめと今後の課題	II - 59
3.1 調査のまとめ	II - 59

3.2 今後の課題	Ⅱ - 62
-----------	--------

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 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・ヒアリング調査	Ⅲ - 5
第 2 章 調査結果	Ⅲ - 15
2.1 災害時における地下水の利用形態	Ⅲ - 15
2.2 災害時に必要とされる地下水の環境条件	Ⅲ - 29
2.3 災害時地下水利用の実態	Ⅲ - 54
2.4 望まれる災害時の配水ネットワーク	Ⅲ - 68
2.5 地域における自助・共助・公助の考え方	Ⅲ - 84
第 3 章 調査のまとめと今後の課題	Ⅲ - 95
3.1 調査のまとめ	Ⅲ - 95
3.2 今後の課題	Ⅲ - 95

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 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 ヒアリング調査	Ⅳ - 6
第 2 章 調査成果	Ⅳ - 19
2.1 道路の役割と地下化適用性	Ⅳ - 19
2.2 都市部危険性（ハザード）の調査	Ⅳ - 32
2.3 ミッシングリンクの調査	Ⅳ - 179
2.4 地下化道路路線の試検討	Ⅳ - 205
第 3 章 調査のまとめと今後の課題	Ⅳ - 261
3.1 調査のまとめ	Ⅳ - 261
3.2 今後の課題	Ⅳ - 262

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、災害時に有用となる配水ネットワークや地下水利用上の地域連携のあり方に

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・学・官の各方面で検討が進められている。

地下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 年度より、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

以上の各検討項目の成果概要を以降にまとめる。なお、本検討は、2 ヶ年検討の初年度（平成 24 年度）に実施した基礎的調査検討に基づき、より具体的な方策、課題についてまとめるものである。

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。

「浅い施設」としては、ライフライン関連施設に着目し、電力、ガス、上水道、下水道、情報通信、共同溝、道路、鉄道、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として、鉄道・道路、地下鉄・共同溝、エネルギー関連施設、鉱山、地熱、電力関連施設とした。

平成25年度においては、継続して被害調査を実施するとともに、調査結果を踏まえて被害を低減する方策についての検討を実施した。その結果の概要は以下の通りである。

- ・ 電力施設では、地震動による被害は総じて少なく、沿岸部における津波および液状化被害が甚大であった。このことから、地域ごとに想定される地震、津波の規模に応じた液状化対策や津波対策を進めるべきである。
- ・ 中央防災会議の報告にあるように、頻度の高い津波に対しては機能に重大な支障をきたさないこと、最大クラスの津波に対しては復旧が容易となることを目標に、適切な措置を施すことも重要である。
- ・ エネルギー関連施設では、貯蔵タンクは地上より地下に設置されたものが地震・津波に強く、今回の震災からもその優位性が示された。よって、地上にあるタンクを地下化することで、大規模地震時にも、被害を軽減することが可能であると考えられる。しかし、液状化や津波による洗掘の被害が生じていることからこれらの対策を施すことは必要である。
- ・ 上下水道や情報通信のライフライン施設では、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。また、施設の二重化やネットワーク構築によるバックアップ機能の強化が重要である。
- ・ 道路・鉄道におけるトンネルでは、今回の震災では、ほとんど被災例が報告されず地震に強い構造物であることが示された。しかし、過去の内陸型の地震では被災したトンネルの事例も報告されており、日常点検等で機能低下が見られる場合など、早期の補修を実施することが望ましい。
- ・ 地下鉄を地上の鉄道と比較して被害状況を分析した結果、地下鉄は地震による構造物へのダメージが地上構造物よりもはるかに小さいと評価できる。そのため、地下鉄は地震時には、設備面さえ早期に復旧することができれば、早い段階で利用可能な移動手段となる。しかし、現在運用されている地下鉄網は、相互乗り入れ等によって地上区間を有する鉄道網と接続されているため、地上接続部やその延長上の耐震対策の実施が、実際の運用上においては重要になると考えられる。

以上、被害を低減する方策について検討した結果、以下のようなことが課題として認識された。

- ・ 南海トラフ大地震等、今後発生が予想される大地震に対しては、地域ごとに想定さ

れる地震や津波の規模に応じた対策の推進

- ・ 地上施設に比較して優位性が明らかとなった地下構造物の利用の推進
例えば、地上タンクの地下化、ライフライン施設の共同溝化の推進
- ・ 災害時における、新しい地下利用の創出
例えば、津波避難用の地下シェルター

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＞

都市内地下空間である地下街について災害時に有効利用できる可能性を探るために前年度に行った災害発生状況、地下街の被災状況および該当する法律・条令・ガイドライン等の調査と八重洲地下街へのヒアリングにより、災害時の地下街の実態について調査した。

今年度は実態調査を補強するため、大阪と福岡の地下街へのヒアリングを行い、地方都市における地下街の状況についても把握するよう努めた。

調査の結果、ほとんどの地下街は交通結節点に付随もしくは近接しているため、災害発生時に自然滞留が起こるとともに帰宅困難者にとっても交通機関の復旧に際して即時に行動がとれる場所であり、施設の安全とインフラ設備の維持が保たれた状態であれば一時滞留（避難）場所として有効であるとの結論に至った。

これを踏まえ、地下街のあり方について、浸水災害、火災災害、地震災害に対するの備えと避難誘導體制や情報提供など管理体制について考察した。

今後の課題として、災害時に地下街を有効利用するためには、その経営がほとんどの場合が民間であることから二次被害等の発生にも留意し、その際の責任の所在について明らかにしておく必要があるという点があげられる。

平成 24 年 9 月には東京都を中心に官民が一体となって「首都圏直下地震帰宅困難者等対策協議会」が組織され、その中で「駅前滞留者対策ガイドライン」が策定されるなど一定の前進が見られるほか、国土交通省においても平成 26 年度予算に「大都市のターミナル駅周辺の地下街の耐震補強に対する補助制度」を計上し、対策費の 3 分の 2 を国および自治体が補助することにより今度 10 年以内を目処に地下街の耐震補強を促進させることとなった。

このような動きがますます加速し、行政が積極的に滞留者の保護に対してより中心的な役割を果たすことが望まれる。

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や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、ソフト面とハード面の組合せ等による災害への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」の考え方が必要とされるようになってきている。

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いる。

初年度調査結果として、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る一方、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ている。

本年度においては、これらの観点から地下水の利用形態や環境条件を平常時・災害時で再整理すると共に、東京 23 区における地下水利用の実態を取りまとめ、今後発生が予想される都市圏における地震・豪雨などの災害に対して、災害時を想定した平常時からの地下水利用のあり方について提案することとした。

再整理や取りまとめの結果、地下水は平常時には飲用、生活用、雑用、医療用、消防水利、地中熱利用など幅広いポテンシャルを活用して利用されている。しかし、地震、津波、豪雨、渇水などの災害時には火災、地盤沈下、停電、断水、地すべり、交通遮断、燃料不足、行政機能喪失などの被害事象が複数同時に生じることが想定されるにも拘らず、災害時の地下水利用計画は多くの場合は平常時の地下水利用形態がそのまま維持できるものとして成り立っていることが明らかとなった。

このため、地域の被災状況に関わりなく減災と地域 BCP の観点から利用形態の維持、復活を図ることが重要と考え、ハードの面から過年度調査結果である地域内連携貯留施設構想に加え、大深度地下貯留管構想(大都市カナート構想)を提案すると共に、ソフトの面からは災害に備える事前段階から発災後の時間経過に応じて地域における公助・共助・自助はどうあるべきかについて取りまとめた。

また最後に、地下水を利用して災害に強い街づくりを進めるために、以下に示すような公助の立場からの公的補助等の仕組みづくりの提言を行った。

① 自助・共助の活性化

- ・ 防災井戸設置に向けた地域住民への啓発
- ・ 地域住民間のコミュニケーションの場の提供
- ・ 平常時からの井戸・湧水とのふれあい水辺環境の創造

② 安全な水質・水源の確保

- ・ 平常時利用のための水質検査体制の確立

- ・ 災害時利用目的の多様化に向けた浄化システムの設置
 - ・ 災害時非常電源設備の充実配備
 - ・ 電源喪失に対応した手動ポンプ設置
 - ・ 井戸周辺環境の耐震化・オープンスペース化
- ③ 水利用情報の周知
- ・ 防災マップの電子情報化に加え、誰でも分かる掲示板・標識の設置
 - ・ 地域内・外の連携した防災訓練の実施
- ④ 地下河川・地下調節池等空間の平常時有効利用
- ⑤ 水循環管理体制の構築
- ・ 水量・水質保全や地下水有効利用のための流域自治体の有機的連携
 - ・ 井戸等災害対策施設設置に向けた行政権限の一元化

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＞

首都圏等の成熟・密集した都市環境での安全、安心、快適性の実現の為には、ソフト、ハード両面にわたる都市環境整備（コミュニティ醸成、社会インフラ更新・再構築等）が必要である。

本稿では地下に整備する道路による地上空間、地下空間の有機的、効率的な連携の適用性を検討するものであり、平成 24 年度においては、初年度検討として以下を行っている。

- ・ 都市の安全・安心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
- ・ 都市の安・安心を脅かす災害の「規模」、「予測の可否」、「頻度」、「継続時間」等の特性の整理、その都市における安全・安心の実現とのかかわりの整理
- ・ 災害特性に対応する都市の安全・安心の実現のための基盤技術、社会インフラの調査
- ・ 地下空間持つ特性の調査、その社会インフラへの適用性の調査・検討
- ・ 道路の持つ多面的な機能の調査、その安全・安心に果たす役割の調査検討
- ・ 地下道路の持つ特性・機能の調査、その都市形成に資する適用性と課題の整理検討

本年度は、表記検討成果を受け、地下道路網の整備の関わる下記項目の検討を行った。

① 道路の役割と地下化適用性

基幹社会インフラである道路の多面的な役割を再整理するとともに、その地下空間への整備の適用性の検討を行った。

② 都市部危険性（ハザード）の調査

国土における地震、風雨、洪水、火災等の様々なハザードの概要を検討するとともに、東京特別区で公開されているハザード情報群を収集・整理した。併せて総合的な都市危険度を判断することを目的に東西 2 断面、南北 2 断面の各種ハザード情報を重ね合わせる検討を行った。

③ ミッシングリンクの調査

道路網の役割には、日常的な社会・経済活動のための常時で機能すべきもの、災害時における避難、物資輸送等の機能すべき非常時におけるものに大別される。

この2つの視点にたち、主に首都圏を中心とした、道路網のミッシングリンクについて調査を行った。

④ 地下化道路路線の試検討

以上①～③の検討結果に基づき、今後整備の有効性が期待される地下道路路線として、1号上野線の荒川以北までの延伸（南北軸）、立川防災拠点から都市部への接続（東西軸）の2ケースにつき試検討を行った。また併せて地下道路内での防災、地下道路に併設される立坑の防災利用の可能性を検討した。以上の検討結果、今後の主たる課題として以下を確認した。

- ・基幹社会インフラとしての道路役割は多く、機能維持・保全の観点から地下化の意義は大きい。
- ・地下空間の被災形態は、地上部と異なることから道路網の多重性とともにも多様性を実現する意義は大きい。
- ・現在まとめられているハザードデータ群は行政単位で仕様の統一が不十分な点があるとともに、複数のハザードを重ね合わせ総合的な危険度を判断するのは、工数を有する。現況でのIT技術を活用したハザードの仕様統一的、総合的な整備（ハザードビッグデータ整備）が期待される。
- ・試検討した2路線（1号上野線延伸、立川都心接続）は、常時ミッシングリンク、非常時ミッシングリンクの観点からともにも整備が期待されるものであり、今後の深化した検討が期待される。

閉塞空間での災害発生抑止とともに、外環境から遮断される環境となる地下空間活用も期待される。