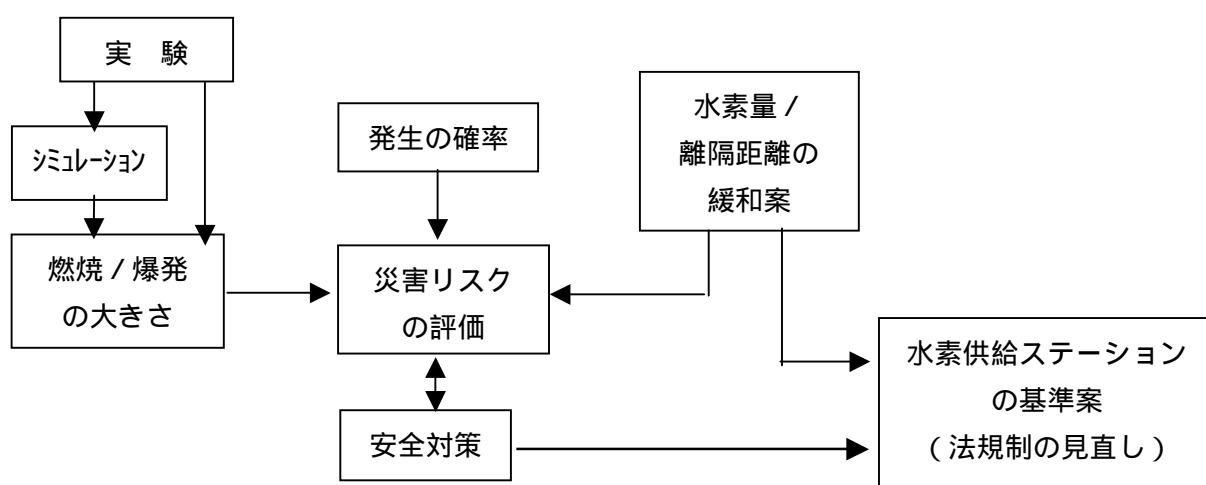


2 タスク 2 安全対策に関する調査・研究

2.1 研究開発目標

WE-NET、タスク 2 の第 期(平成 11 年度～15 年度)計画では、水素関連施設で発生する可能性のある災害事象、原因、発生頻度に関するデータを収集、整理するとともに、これらをもとにして想定水素供給ステーションにおける災害リスクを評価する。また、水素の漏えい、着火性、拡散、爆発等の実験を行いシミュレーションモデルを構築して、予想される災害の大きさを推測することができるようにする。そして、水素供給ステーションの設置場所を制約する離隔距離と水素貯蔵量に関する法規定の緩和を図るため、安全を確保できる対策を技術基準案としてまとめることとしている。



2.2 平成 13 年度の研究開発成果

平成 13 年度では主にダクト形爆発試験装置と準開放形試験装置を使用した水素の爆発実験を本格的に実施し、また、高圧水素のピンホールからの噴出、着火実験を開始した。以下に活動成果の概要を示す。

2.2.1 水素供給ステーションの安全チェック

平成 13 年度に WE-NET 事業、タスク 7 で建設した大阪および四国の水素供給ステーションの安全対策に関し、設計、建設者とは異なる視点から当タスク WG が中心となりチェックした。チェック項目リストと提言は当該ステーションの安全性向上に役立てられるとともに、今後のステーション技術指針の検討に活用される。

2.2.2 高圧水素の漏えい、着火

高圧水素漏えい試験装置を設置し、噴出元圧が 17MPa までの試験を実施した。理想気体の噴出重量流量は噴出圧力にほぼ比例するといわれるが、水素の流量は特に高圧ではそれより顕著に大きくなった。着火源がない場合自己着火は起きにくかった。火炎の長さとは幅はノズルの径に比例し、また、噴出圧力の 0.5 乗程度に比例した。また、輻射熱・温度についてもデータを取得した。火炎の

様子を図 2.2.2-1 に示す。



(1 MPa)



(10 MPa)



(14 MPa)

図 2.2.2-1 水素噴出火炎の例 (Na による炎色反応にて可視化)
(ノズル口径: 1 mm 火炎長さ: ~1.7 m)

2.2.3 ダクト形装置による水素爆発実験

昨年度に実施したダクト形装置による水素爆発実験におけるイオン電流検出ではS/N比が小さく、火炎伝播速度の測定精度が十分ではなかった。そこで、平成13年度に新たなイオンプローブを開発、製作して使用するとともに、水素に0.1vol%のメタンを添加することによりS/N比を向上させることができた。一連のダクト実験を完了させ、水素爆発に関する有用なデータを取得した。

2.2.4 準開放形装置による水素爆発実験

ガス体積 5.2 m³ の準開放形爆発試験装置による障害物無し、電気火花着火の条件で、水素濃度 30%と 57%の爆燃に伴う 11m 地点における爆風圧はそれぞれ 1.5 kPa、3.1 kPa であった。都市ガス

(9.5%)の爆燃に伴う爆風圧 0.18kPa (日本原子力研究所の結果) に比べ、水素の爆燃ではそれより1桁大きい爆風圧であったものの、危険限界値 (WE-NET 安全設計指針案) 9.8kPa は超えなかった。しかし、水素混合気内に密な障害物がある場合はこれより大きな爆風圧、火炎伝播速度となり、爆ごうへの転移が部分的に生じた。図 2.2.4-1 に爆発の様子、表 2.2.4-1 に爆風圧の測定値を示す。

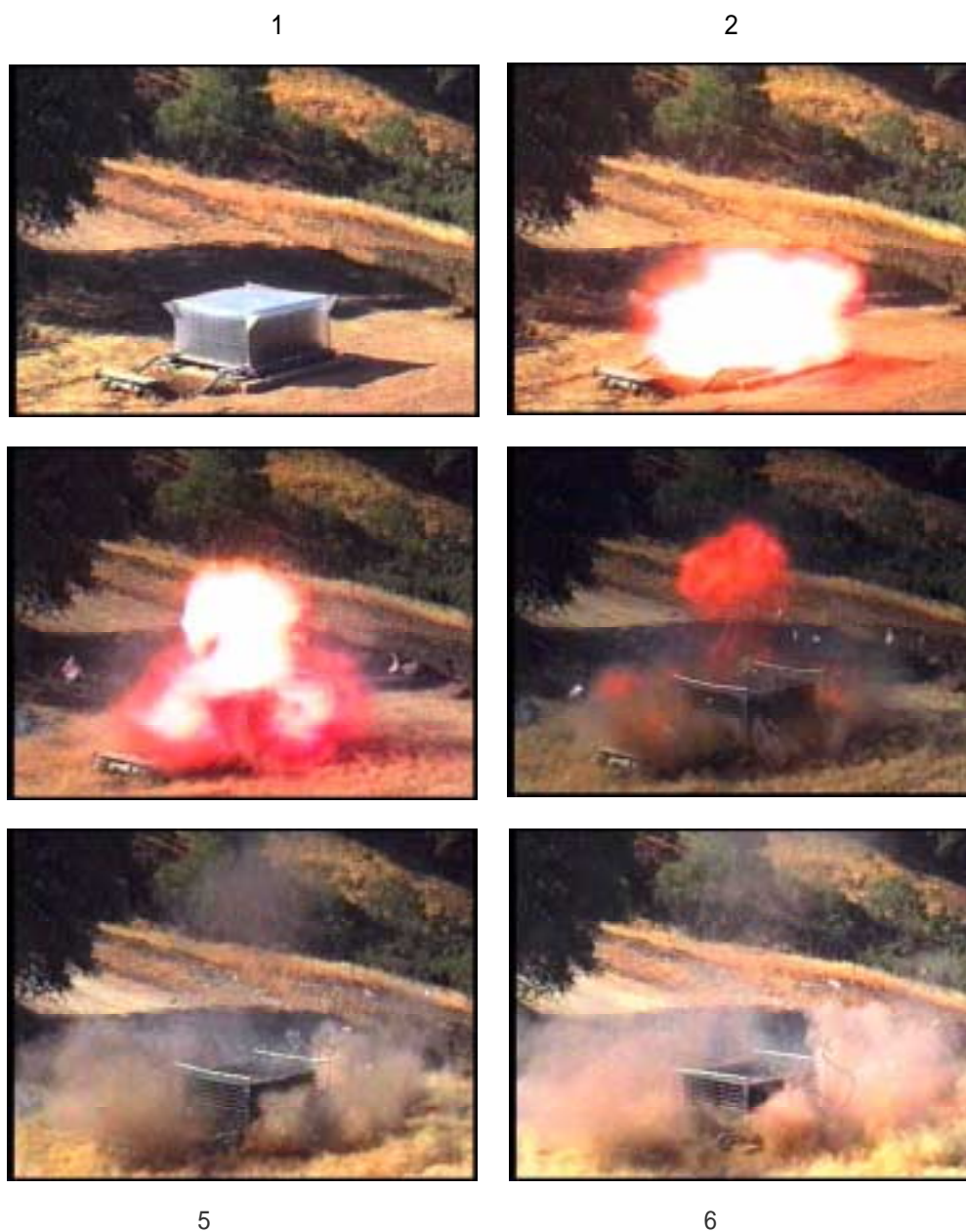


図 2.2.4-1 準開放型装置による水素の爆燃 (test No.2-01)

表 2.2.4-1 準開放形装置による水素爆燃の最大爆風圧とインパルス

Test No.	最大爆風圧 (kPa)					インパルス (Pa-s)	備考
	混合気からの距離 (m)						
	障害物 上部	混合気 下端	10m	20m	40m	距離 10m	
1	66.0	41.5	9.09	4.32	1.62	16	水素濃度 20%
1-01	60.9	53.2	9.82	4.07	1.63	29	水素濃度 60%
2-01	3,270	764	23	7.3	2.7	42	水素濃度 30%
3-01	-	2.14	0.44	0.20	0.11	10	水素濃度 20% 障害物なし
4-01	-	8.21	1.54	0.85	0.38	26	水素濃度 30% 障害物なし
5-01	-	11.4	3.13	1.62	0.79	32	水素濃度 57% 障害物なし
6-01	-	1,290	22.7	7.87	2.74	45	水素濃度 30% 障害物なし 爆薬で点火
(参考 *) 都市ガス	-	0.40	0.18	0.09	0.03	~ 4	都市ガス 濃度 9.5% 障害物なし

水素 / 空気体積 : 5.2m³

(参考 *) 日本原子力研究所の実験結果

2.2.5 シミュレーションコードの改良

水素の爆燃現象の解析を実施する際の、解析パラメータ設定方法について見通しが得られ、今年度実施した爆発実験の予備解析及び再現解析を行った。また、想定される事故の影響に関する予備評価として、水素の拡散をシミュレートする CHAMPAGNE コードと水素爆燃をシミュレートする AutoReaGas コードをつなぐための解析条件、解析モデルを検討した。さらに、予備評価を通して解析上の問題点を把握できた。

昨年度に実施した液体水素の流出・蒸発実験結果に基づいて、そのためのシミュレーションモデルを改良し、評価精度を向上させた。

2.3 今後の研究開発課題

平成 13 年度の主な成果として、水素の爆燃実験により水素濃度、障害物の大きさと数、着火エネルギーの違いによる爆風圧と火炎伝播速度への影響を把握するとともに、燃焼地点からの距離と爆風圧減衰の関係を求めることができた。また、高圧水素ガスをピンホールから噴出させたときの元

圧力と噴出量、火炎サイズ等との関係と、噴出水素は通常の条件では自己着火しにくいことを明らかにした。

今後は水素の爆燃における水素量の影響と障壁の効果等をさらに検討するとともに、40 MPa の高圧からの水素噴出および拡散の挙動を試験する計画である。また、想定される水素供給ステーションの災害リスクを評価し、リスクの大きな因子を洗い出し必要な安全対策を提言したい。水素貯蔵量、離隔距離等の現行の規定をどこまで緩和できるか明らかにし、水素供給ステーションの技術基準案に反映させることができれば幸いである。

