

水素スタンドの安全対策

小森雅浩

(財)石油産業活性化センター、自動車・新燃料部

〒105-0001 東京都港区虎ノ門4-3-9

Safety Measures of Hydrogen Fuelling Station

Masahiro Komori

Japan Petroleum Energy Center, Auto Oil and New Fuels Dept.

4-3-9 Toranomom, Minato-ku, Tokyo

Abstract: Japan Petroleum Energy Center have studied safety issues related to hydrogen fuelling station under NEDO initiative. This article describes the outline of the project and several area of the study.

Keywords: Hydrogen, Hydrogen Fuelling Station, Safety

1. 背景

エネルギーセキュリティや世界的な広がりを見せている温室効果ガス排出削減の動きの中で、今、注目を集めているのが、二酸化炭素の排出されない燃料である水素を有効活用した燃料電池である。この燃料電池の普及にあたって、必要となる水素の製造、運搬、貯蔵に関しては、安全性の観点から既存の法規制の見直しが産業界より要望されている。

こうした状況を踏まえて、当センターでは、燃料電池自動車の普及に対応する水素スタンドの導入・普及を図るため、平成15年度から16年度にかけてNEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）委託事業として、「水素安全利用等基盤技術開発 - 水素インフラに関する安全技術研究」に参画し、規制の見直し等に取り組んできた。その成果を受けて、平成17年3月に35MPa充てん対応型水素スタンドに関わる高圧ガス保安法、消防法、建築基準法の関連法規の規制見直しが実現した。

当センターはこれに引き続き、平成17年度から平成21年度にかけてNEDO委託事業「水素社会構築共通基盤整備 - 水素インフラに関する安全技術研究」に参画し、更なる高圧化を目指す70MPa充てん対応型水素スタンドに関する検討等を行ってきた。ここでは、昨年度で終了した同事業の検討成果について紹介する。

2. 実施体制

本事業は、当センターが代表者となりNEDOより受託して、三菱重工業株式会社、株式会社 日本製鋼所、株式会社 タツノ・メカトロニクス、一般社団法人 日本産業・医療ガス協会、出光興産株式会社、財団法人 エンジニアリング振興協会、住金機工株式会社、高圧昭和ポンベ株式会社の9者による体制により実施している。実施体制を図1に示す。

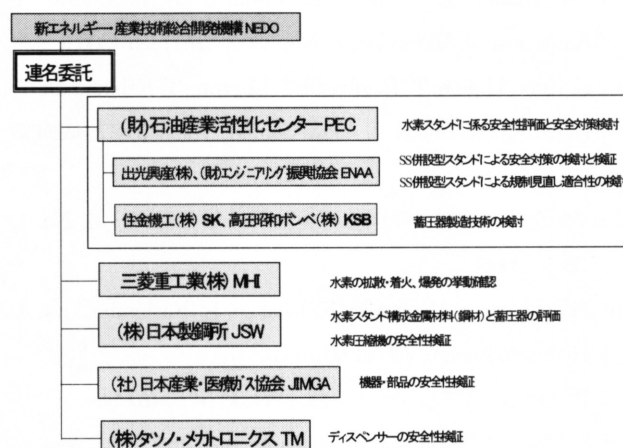


図1. 「プロジェクトの実施体制」

3. 水素スタンドの特徴

水素スタンドとはFCVに燃料水素を供給する設備であ

るが、国内ではJHFCプロジェクトを中心に十数カ所、海外では主に北米・欧州において数十ヶ所の水素スタンドが建設・運用されている。水素スタンドは発展途上の新しい設備であるといえ、いくつかのタイプ・設備構成のスタンドが考えられるが、最も典型的な水素スタンドとしてオンサイト型差圧充てん式水素スタンドの設備構成の例を図2に示す。

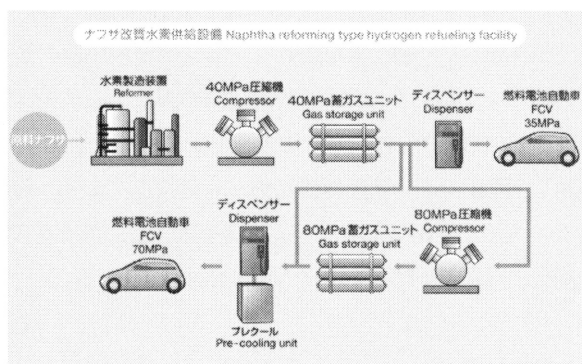


図2. 水素スタンド設備

(出典：JHFCホームページ

<http://www.jhfc.jp/station/kanto/asahi.html>)

図2に示すように水素スタンドは、圧縮機、蓄圧器ユニット、ディスペンサー、プレクール設備、水素製造装置（1MPa未満）、連絡配管の各設備により構成される。

水素スタンド系内で最大の水素インベントリーを持つのは蓄圧器ユニットである。個々の水素スタンドの仕様によって異なるが、蓄圧器1本当たり30～160Nm³程度の水素が貯蔵される。また、スタンド全体では複数本の蓄圧器を持つことにより、将来的な水素スタンドにおいては全体で数千Nm³の貯蔵が必要になると見込まれている。

これに対し、水素スタンドで使用される高圧水素配管は内径6mm程度の小径配管であり、連絡配管、ディスペンサー、プレクール設備、圧縮機の系内に存在する高圧水素量は極限られている。例えば、配管内径を6mm、ディスペンサーやプレクール設備を含めた水素スタンドの配管総延長を200mと想定すると、配管内幾何容積は0.0057m³である。そして、系内圧力80MPaの場合系内水素インベントリーは3.0Nm³であり、蓄圧器ユニット内インベントリーと比較すると極めて少ない水素量である。

このように、水素スタンドに存在する最大のハザードは蓄圧器ユニット内高圧水素であり、水素スタンドの安全確保上、蓄圧器の水素を系外に漏えいさせないことがキーであるといえる。

また、水素スタンドの設備レイアウト・使用条件に着目すると、以下の点が言える。水素スタンドの水素製造装置、圧縮機、蓄圧器等の設備は、防火壁等で区画され部外者の立ち入ることができない設備エリアに設置される。しかし、ディスペンサーに関しては、FCVへの給ガスという設備の性格上、顧客であるドライバーやスタンド従業員から設備を隔離することができない。したがって、比較的小規模の漏えいであっても、その影響が周辺へのヒトに及ぶ可能性がある。

4. 研究の成果と取組の内容

水素インフラに係わる安全性の検証は、スタンドモデルを作成し、産業界で一般的に用いられている安全性評価手法により、事故要因・想定事故のリストアップを行った後、機器・材料の安全性検証とともに事故が発生した場合の影響度を考慮して、リスク全体を評価する手法を採用している。

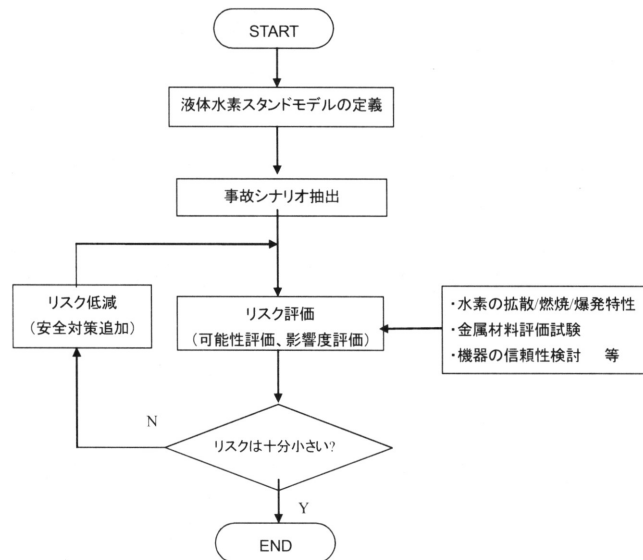


図3. リスク評価の検討フロー

図3のような水素スタンドの安全性評価を進めるためには、水素スタンドの設備構成、想定される事故シナリオ等を反映した幅広い検討が必要になってくる。そのために、本プロジェクトには多数の企業・団体が参画し、それぞれが担当する得意分野の検討を行った。その中からいくつかの検討結果を下に示す。

4.1. 70MPa充てん対応水素ディスペンサーの安全性検証

水素スタンドにおいては、遮断弁・調節弁等の弁類、流

量計、安全弁、圧力計などの多量の機器が使用される。そして、水素ディスペンサーではそれら機器の大部分が使用される。また、水素スタンドの運用を考えると、水素ディスペンサーの周辺にはドライバーなどの一般市民が近く可能性があり、ディスペンサー構成機器の信頼性を評価することは非常に重要である。

そこで、水素ディスペンサーメーカーであるタツノ・メカトロニクスにより、水素ディスペンサーの各種構成機器について各種安全性検証試験を実施し、70MPa充てん対応の技術基準案の作成に資するデータ収集及び評価を行った。特に、充てんホースに関しては、水素スタンドのプレクール設備により冷却されることを考慮し、低温環境における「応力繰返し試験」、「冷熱繰返し試験」、「屈曲繰返し試験」を実施している。図4に屈曲繰返し試験の試験装置概要を示す。実際の試験にあたっては、試験装置を恒温槽に入れ低温状態での試験を行っている。

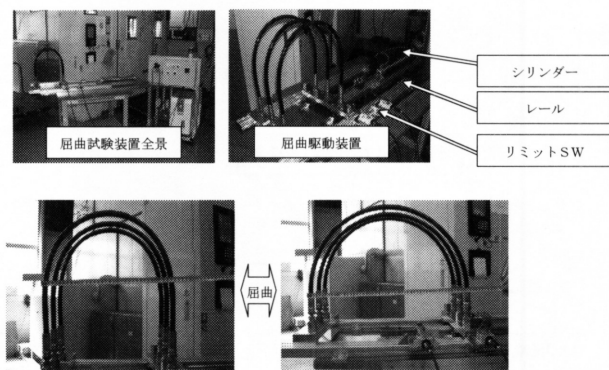


図4. 屈曲繰返し試験装置

上記の各種試験の結果、水素ディスペンサーの各種構成機器について十分な信頼性を持つことが検証された。

4.2 蓄圧器の材料評価と製造技術検討

水素スタンドの常温・高圧の水素環境下では、金属材料の機械的性質が変化する「水素脆化」と呼ばれる現象が発生することが知られている。水素スタンドにおいてはクロム・モリブデン鋼等の低合金鋼で製作される蓄圧器に高圧水素を貯蔵するため、蓄圧器の水素脆化に対する健全性を確保することが安全上極めて重要である。そこで、本プロジェクトにおいて、日本で初めて、(株)日本製鋼所 室蘭研究所に80~90MPa迄の超高圧水素雰囲気下で疲労試験が可能な評価試験装置「金属材料試験用超高圧疲労試験装置」等を導入した。(株)日本製鋼所では、この試験装

置を活用し、蓄圧器の素材候補となるSCM435、SNCM439等の材料に対して、引張、疲労、破壊靱性、疲労き裂進展試験等の評価試験を行い、蓄圧器の設計強度評価に必要な各種データを採取している。さらに、これら評価データを活用し、鋼製蓄圧器の材料選択と安全性検証の考え方について検討し、水素脆化を前提とした安全な蓄圧器の設計方法を示すことができた。

また、ボンベ型蓄圧器メーカーである住金機工(株)、高圧昭和ボンベ(株)の2社では、ボンベ型蓄圧器の製造技術検討を実施した。ボンベ型蓄圧器の製造上の技術課題である熱処理条件、口絞り部の内面しわ対策などについて検討し、信頼の高い蓄圧器製造方法を確立している。その上で、実際に70MPa充填対応蓄圧器を製作し、高圧ガス保安協会の詳細基準事前評価を受験し合格している。

5. おわりに

当センターでは、(社)日本産業・医療ガス協会と協力し、先の図2に示した水素スタンドのリスク評価検討を行い、水素スタンドで必要とされる安全対策に関する検討を行った。リスク評価においては、上述の水素ディスペンサー安全性検証や蓄圧器の材料評価・製造技術検討だけではなく、他のプロジェクト参加団体の検討結果についても、最終的にリスク評価の中で集約し安全対策に反映させている。検討の結果、従来の35MPa充填対応型水素スタンドで必要とされる安全対策に加え、高圧化に対応した金属材料選択と離隔距離、プレクール設備による充填水素ガス冷却と充填プロトコルに対応した対策等が必要になることを明確化し、それら安全対策の具体案を策定した。

本プロジェクトの結果を取りまとめた70MPa充てん対応水素スタンドに関する技術基準案は、本年3月に経済産業省原子力安全・保安院保安課殿に提出している。今後、本プロジェクト成果をもとに、70MPa充てん対応水素スタンドに対応する規制見直しを関連業界から働きかけていくこととなる。

また、燃料電池自動車・水素インフラについては、2015年の普及開始を見据えて、コスト面、性能面、安全面等での検討が精力的に実施されている。水素スタンドに関しても、本格普及をはかるためにはより一層の規制見直しを行っていかねばならぬ課題が残っている。当センターでは、これらも燃料電池自動車・水素インフラの普及に向けた各種検討にこれからも注力していく予定である。