

目 次

1. はじめに
2. 自動車エネルギーとしての水素
3. 水素ステーション普及に向けた取り組み
4. 水素ステーションに関する技術開発・実証
5. 規制見直しについて
6. 水素ステーション用高圧水素充填ホースの開発

水素ステーション用高圧水素充填ホースの開発概要

●目的

- 水素ステーションの常用圧力82MPaに対応した樹脂製充填ホースとシールシステムの実用化技術開発を行う。
- 実績データや材料の基礎評価結果を踏まえ、さらに高性能化を目指した試作品の開発を行う。
- 樹脂製の高圧水素用ホースとシールシステムの健全性を評価するため、試験の種類・条件、評価基準等、水素ステーションでの使用に関する評価基準策定に資する資料作りを行う。

●背景

- 技術開発で70MPaまでの圧力については主要機器の1年間の耐久性（ノーメンテナンス性）が確認され、ステーション先行整備のための基礎条件が70MPaまでは整った状況。
- 2015年度以降のFCV普及に向けては、更なる充填圧力(82MPa, 87.5MPa)の高圧化が必須。

●開発項目と目標

| 対象 | | (1)製品開発※1 | (2)基準化 |
|------------|---------|--|---|
| 平成27年度 | ホース | ・82MPa(-40℃)ホース開発 九州大学, 日本合成化学工業, 横浜ゴム, HySUT | ・ホース信頼性評価基準案策定 ※最終的にはJPEC-S (業界自主基準) |
| | シールシステム | ・82MPa(-40℃)シールシステム開発 九州大学, CERI, NOK | ・シールシステム材料評価データ取りまとめ |
| 平成29年度(参考) | ホース | ・87.5MPa(-40℃)ホース開発 | |
| | シールシステム | ・87.5MPa(-40℃)シールシステム開発 | ・シールシステムの信頼性評価基準案策定 ※最終的にはJIS B2401化 |

※1：FCV普及初期の1年間ノーメンテナンス(温度・圧力サイクル6,600回の耐久性を保持) なお、6,600回とは、FCV普及初期1年間の充填回数945回を参考として算出された圧力サイクル2,200回の3倍に相当する値で、ラボ試験目標値。

水素充填技術

FCVの優位性の一つが、長い航続距離と充填時間の短かさである。従って、安全を担保しつつガソリン車並みの短時間（3～5分程度）で充填する急速充填技術（充填プロトコル）の技術開発が重要である。

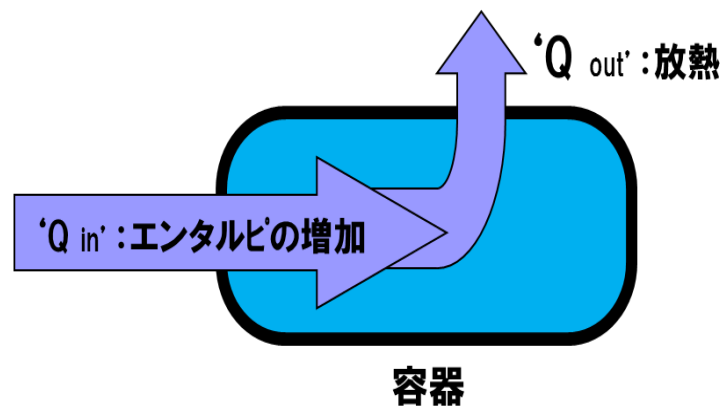
しかし、この急速充填技術は技術的な難易度（プレクール、流量/昇圧率コントロール）も高く、実用性に富んだプロトコルとしないと、水素ステーションの設備費が高価になる可能性があり、クルマ側とインフラ側と共同で密に連携しながら研究開発を行うことが必要である。

また、FCVは国際商品であり、世界のどこにいても同一のインターフェースで接続（コネクタ規格）、充填（プロトコル規格）できることが必要であり、この規格の国際標準と国内基準の調和、国際連携は非常に重要となってくる。

充填プロトコル

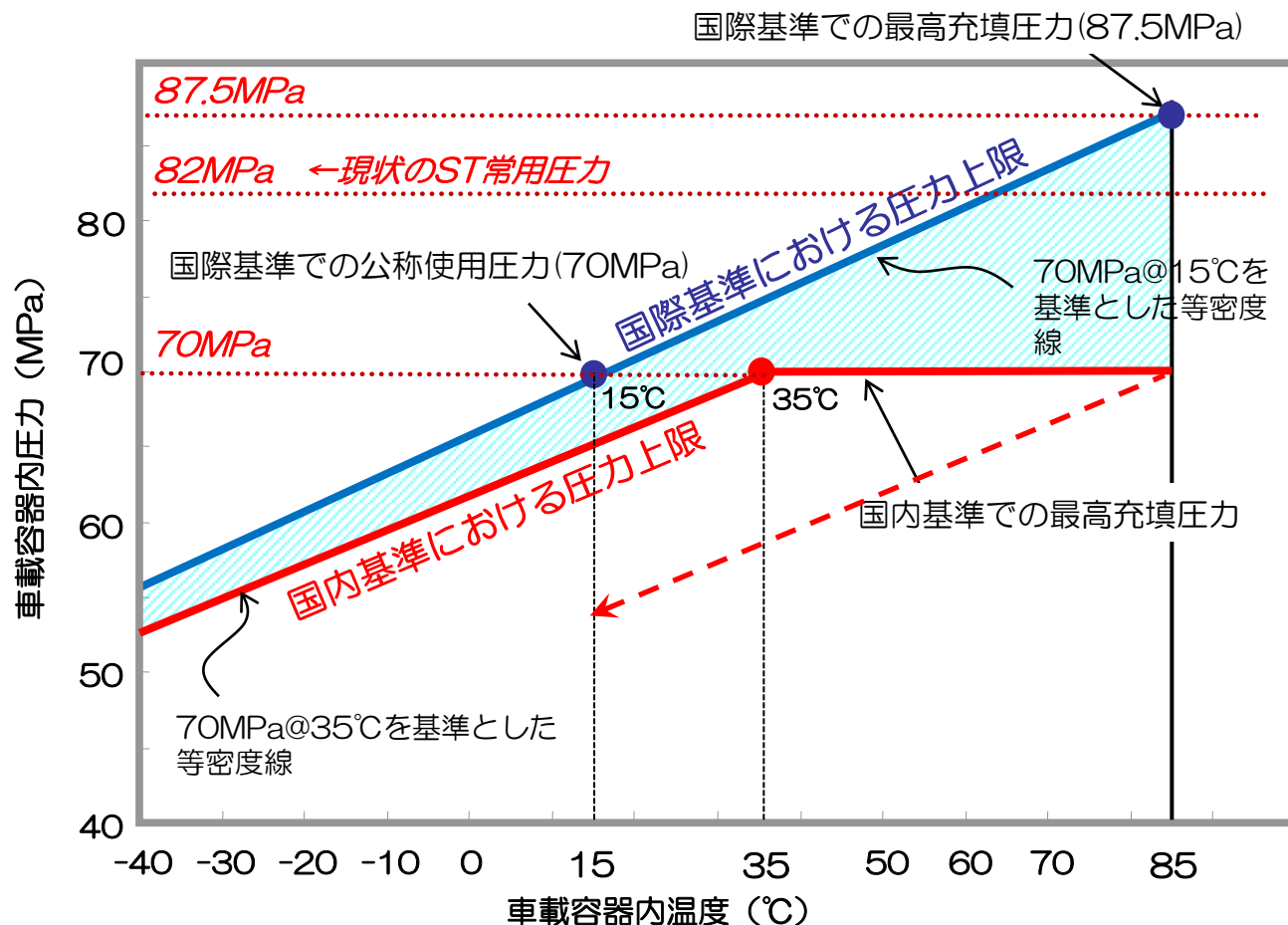
水素のようなガス体を容器に充填すると、外部からエンタルピ（エネルギー）を与えることになり、容器内のガス温度は上昇する。FCVが目指している急速充填（水素5kg/3分充填）をすると、放熱が追い付かずに容器内のガス温度は大幅に上昇することになる。

従って、安全に急速充填するには、容器の安全使用範囲に入るような充填方法（プロトコル）を考慮する必要がある。また、この温度上昇を防止する為に、水素を冷却して充填するプレクール技術が非常に重要である。

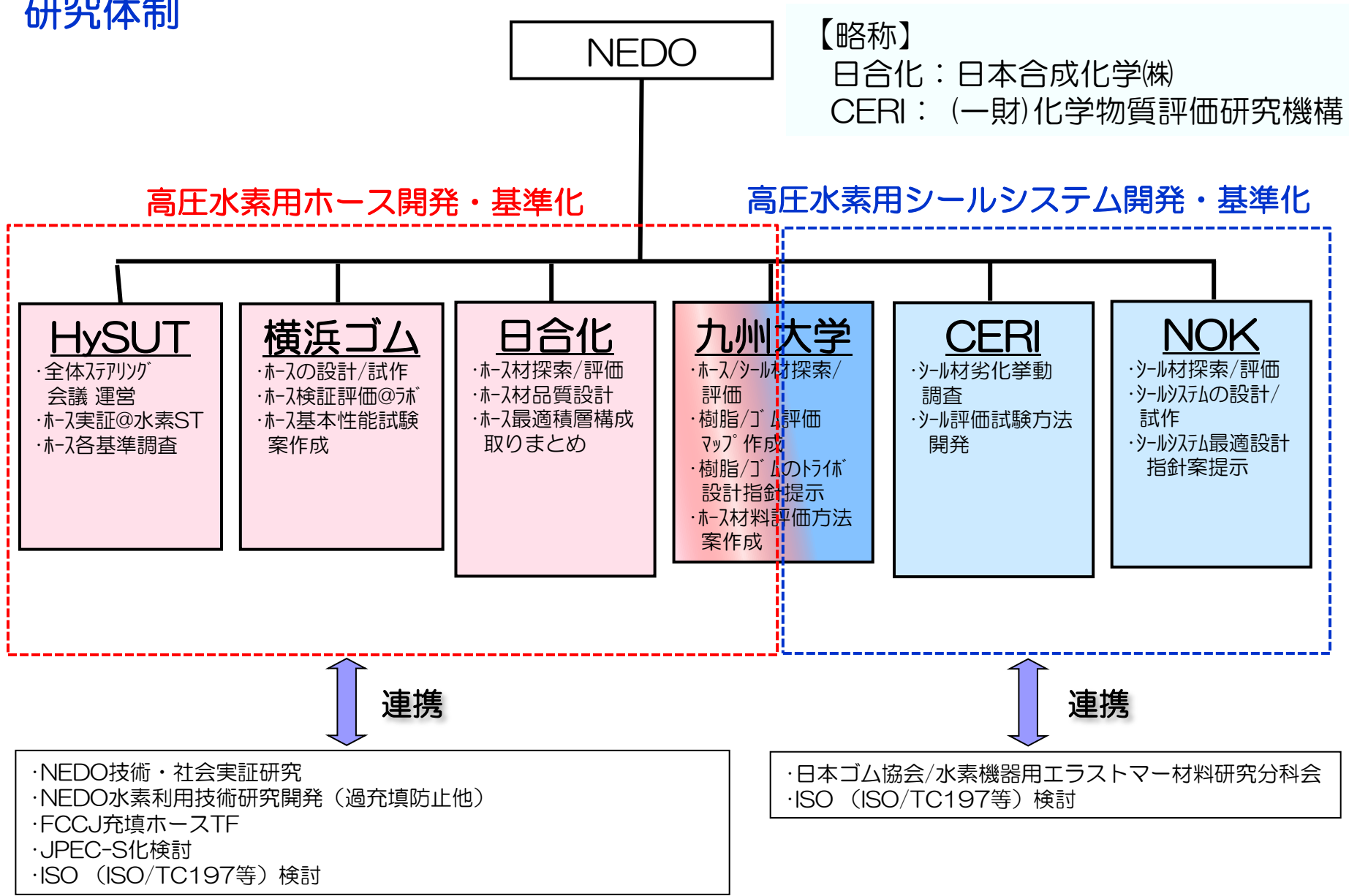


水素充填圧力：日本固有の課題

- 日本は法規の違いで赤実線より下の充填であり、欧米より充填量が少なかった。
⇒ 日本の法規では、充填中の一時的な圧力上昇を最高充填圧（@35℃）で制限されている為、充填終了後の容器内ガス温度が下がると圧力も下がり（赤破線）、実質的な充填量が少なくなってしまう。
- 国際基準容器（gtr容器）の法規が導入され、青線の充填（最高充填圧力 87.5MPa）が可能になった。
⇒ 但し、現時点ではSTの常用圧力上限の82MPaまでが充填可能である。



研究体制



平成25年度研究成果

ホース開発仕様の作成/関係者合意

| 項目 | 数値 | 根拠 |
|--------|---------------------|--|
| 設計圧力 | 90.2MPa | 常用圧82MPa×1.1と規定。 |
| 設計温度 | -40~65℃ | 下限は-40℃プレクールカテゴリーの水素ガス温度下限値から決定。 上限は直射日光も考慮した環境温度（外気温）で決定。この値はANSI/CSA HGV4.2（ISOが引用予定）の許容値と同値。 |
| 繰り返し回数 | 100,000回 | 最終プロダクトとしては、6,600回を目標としているが、ラボ等の基礎評価においては100,000回を目指す。これは、従来のNEDO水素製造輸送貯蔵システム等開発PJの目標回数30,000回/年（※）をもとに3年の耐久性+ α として決定。なお、本値は、ANSI CSA HGV4.2の許容値と同値。 |
| 引張強度 | 2,000N以上 | ISOで規定される予定の緊急離脱加 ^ラ 分離力1,000Nの2倍とする。 なお、本値は、ANSI CSA HGV4.2の許容値1,780Nより厳しい条件。 |
| 水素透過量 | 500cc/(hr・m) [仮] | JPEC検討を参考に決定。拡散濃度を考慮し、水素ディスペンサー防爆基準の許容値を下回る値として設定。 |

※耐久目標30,000回とは、充填回数20,000回/年（≒充填台数5台/時間×13時間営業×300日/年、ステーション設置ディスペンサー1台）と想定し、安全率1.5で算出したもの。

平成25年度研究成果

82MPa級ホース開発 - 要求特性と検討仕様 -

●要求特性（代表）

| | |
|----------|--------------|
| 常用圧力 | 82MPa |
| 設計圧力 | 90.2MPa |
| 耐圧力 | 360.8MPa |
| 充填ガス温度 | -40℃ |
| 引張破断荷重 | 2kN以上 |
| 水素ガス透過量 | 500ml/hr・m以下 |
| 加圧/屈曲耐久性 | 30,000回以上 |
| 接ガス部金属材料 | SUH660 |

●検討中の82MPa級ホース仕様

| | | |
|--------|----|----------------------|
| 内径 | | Φ8.0〔mm〕 |
| 内面層 | 材料 | ナイロン系樹脂 及び耐水素特殊樹脂 |
| 補強層 | 材料 | 高強度特殊繊維 又はワイヤ |
| | 構造 | ブレード |
| 外面層 | 材料 | ポリエステル |
| 最小曲げ半径 | | R=190〔mm〕 |

●70MPa級ホースをベースに開発



70MPa級ホースの構造 及び 金具の形状

平成25年度研究成果

82MPa級ホース開発 -試験項目-

ホースの破損モード調査から、
試験条件を見直し中

⇒ 水素雰囲気、低温(-40℃)の影響大

| 項目 | 試験条件 | 目標性能 | 項目 | 試験条件 | 目標性能 |
|--------|---|----------------------|-------------|--|----------------------|
| 耐圧試験 | 流体:水 圧力:360.8MPa 保持時間:5分 | 漏れ, 破壊等の異常がない事 | オゾン劣化試験 | オゾン濃度:50pphm 試験温度:40℃ 試験時間:72h | き裂発生等の異常がない事 |
| 破壊試験 | 流体:水 ホースが破壊するまで加圧上昇させる | 360.8MPa以下で破壊しない事 | 屈曲疲労試験 | 無加圧、常温 屈曲角度:90° | 10万回まで破壊しない事 |
| 気密試験 | 流体:水素、ヘリウム 圧力:82MPa 保持時間:10分以上 | 漏れ, 膨れ等の異常がない事 | 低温揺動試験 | 無加圧 雰囲気温度:-40℃ <耐圧試験> 圧力:164MPa | 揺動10万回後、耐圧試験にて異常ない事 |
| 衝撃圧力試験 | 流体:油 圧力:90.2MPa×100% 油温:65℃ | 10万回まで漏れ, 破壊等の異常がない事 | 水素ガス透過試験 | 流体:水素ガス 圧力:82MPa 雰囲気温度:40℃ | 透過量: :500ml/h・m以下 |
| 低温曲げ試験 | -40℃×24h放置後、 最小曲げ半径で曲げる <耐圧試験> 圧力:164MPa | き裂, 漏れ等の異常がない事 | 水素ガスインパルス試験 | 【検討案】 流体:水素ガス 圧力:82MPa ガス温度:-40℃ (入口) 雰囲気温度:30℃ | 6600回まで異常ない事 |
| 引張試験 | 無加圧、常温 | 破断荷重: :2kN以上 | | | |

ご清聴ありがとうございました。



謝辞

本報告の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の共同研究業務の結果得られた成果を引用させていただいております。