

70MPa圧縮水素自動車燃料用容器 の技術基準に関する検討状況について

平成25年2月20日

経済産業省

商務流通保安グループ

高圧ガス保安室

水素関連の規制見直しの実施状況について

〇水素スタンド : 常用の圧力 現行 40MPa → 改正後 82MPa

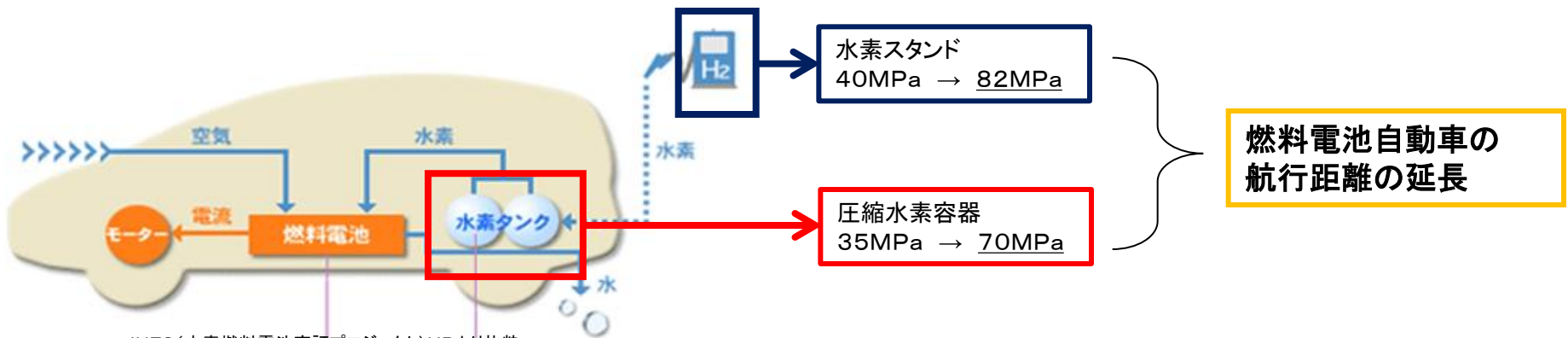
〇燃料電池自動車: 充填圧力 35MPa → 70MPa

〇水素スタンドの技術基準(省令・例示基準)(改正済)

→省 令:平成24年11月26日 改正・施行

→例示基準:平成24年12月26日 改正・施行

〇燃料電池自動車の圧縮水素容器の技術基準(改正等を実施中)



* JHFC(水素燃料電池実証プロジェクト)HPより抜粋

燃料電池自動車の圧縮水素容器の技術基準について

○省令(容器保安規則)

定義、容器の製造の方法(性能規定)、容器検査(性能規定)、
容器の刻印、容器の表示、容器の再検査等を規定

○告示(容器保安規則に基づき表示等の細目、容器再検査の方法等を定める告示)

容器の表示の方式や容器再検査の方法等の詳細を規定

○例示基準

省令に規定された容器の製造の方法、容器検査についての
詳細な基準(容器の材料、肉厚等の技術上の基準、容器検査の方法等)を規定

省令・告示については改正を行うとともに、例示基準については、高压ガス保安協会が策定した技術基準(70MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器の技術基準KHK S0128(2010))を例示基準として指定する予定。

意見聴取会における検討について

1. 意見聴取会の開催趣旨

燃料電池自動車の圧縮水素容器については、70MPaの高い圧力を充填することから、技術基準の改正等については、専門家の意見を聞いた上で慎重に進める必要があることから、「70MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器の技術基準に関する意見聴取会」を開催。

2. 委員

辻	裕一	東京電機大学	工学部機械工学科	教授
竹花	立美	高圧ガス保安協会	総合研究所	所長
鶴田	俊	秋田県立大学	システム科学技術学部	教授
堀口	貞茲	独立行政法人	産業技術総合研究所	安全科学研究部門 爆発利用・産業保安研究グループ
				テクニカルスタッフ

3. 開催実績

1) 第1回（平成25年1月21日）

主な議題：70MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器の安全対策、技術基準の策定について

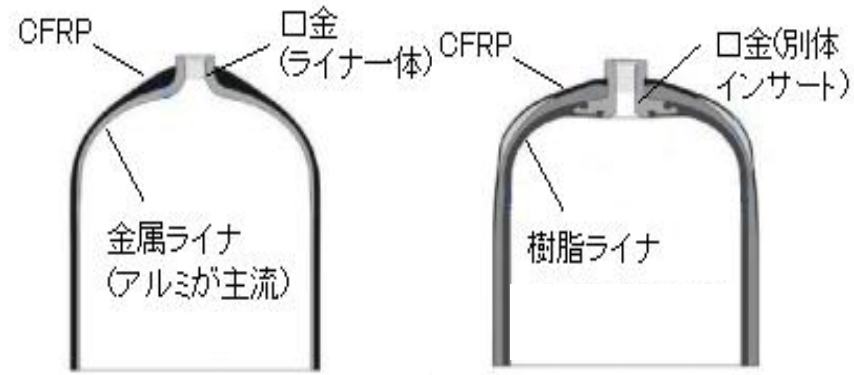
2) 第2回（平成25年1月30日）

主な議題：前回意見聴取会における意見の整理等について

意見聴取会における主要な検討ポイント

圧縮水素自動車燃料装置用容器の構造

○圧縮水素容器は、金属又は樹脂ライナにCFRP(炭素繊維)を巻き付けた2重構造の容器。【右図参照】



【主要な検討のポイント】

- ①常温では、70MPaの水素は、容器に使用予定の金属材料(SUS316L、A6061)に安全面で重大な影響を及ぼさないか。
- ②70MPaの水素を圧縮水素自動車の容器に充填する場合、容器の温度と圧力が一定以上に上昇することを防止するため、事前にスタンド側で水素を冷却(プレクール)した上で充填する。70MPaの冷却された水素は、容器に使用予定の金属材料(SUS316L、A6061)に安全面で重大な影響を及ぼさないか。
- ③圧縮水素自動車燃料装置用容器の健全性を確認するために、一定期間ごとに容器再検査を実施することとなっているが、容器再検査の一つとして、耐圧試験を実施し、容器の耐圧性能について確認する必要があるか。
- ④水素は、微量ではあるが容器の樹脂ライナを透過する。透過した水素が車庫、駐車場、トンネル内で一定の濃度以上になることを防ぐために、安全率も踏まえ、透過量を設定(内容積1リットル、毎時間当たり、5ミリリットル)したが、適切か。

意見聴取会における意見等について

【主要な意見等】

1. 主要な検討のポイント(前ページ)について

- 1) ①について、使用する予定の金属材料の制限等はないとの結論を得た。
- 2) ②について、使用する予定の金属材料のうち、SUS316Lについては低温(－40度)において材料特性が低下する試験結果が示されたことから、SUS316Lの中でも材料特性の低下をまねかない材料に制限するとの結論を得た。
- 3) ③について、容器検査において可能な限り想定される損傷に耐え得るものであることを予め確認するため、サイクル試験等を実施していること、サイクル試験については使用される最大の年数(15年)を踏まえ十分な安全性を確認していること、使用材料は水素による脆化を起こさない材料に限定し、腐食による減肉等が容器内面に生じる可能性はないこと、熱影響等については、車両の内部に組み込まれた状態で当該容器は使用されることから、通常の使用状態で大きな影響を受ける可能性はなく、火災等により熱影響があった場合には、外観検査によりその判断が可能であること等により、容器再検査においては、外観検査と漏えい試験を実施することとし、耐圧試験は不要との結論を得た。
- 4) ④については、適切との結論を得た。

意見聴取会における意見等について

【主要な意見等】

2. その他

1) 圧縮水素容器に使用される樹脂ライナについて、以下により、材料に影響を及ぼす可能性があるかについて確認し、仮に影響があった場合、技術基準において、安全性の確認を行う必要があるのではないか。

○高圧の水素による樹脂ライナへの影響

○樹脂ライナの製造過程で使われる重合反応触媒等の残留金属、添加剤、並びに製造ロットごとのバラツキの影響

○樹脂の特性が変化する温度(ガラス転移温度)の影響

本件についての対応として、経済産業省として、さらに樹脂材料の専門家へのヒアリング等を実施し、その結果を踏まえ、必要に応じて技術基準に反映させることとする。

2) 圧縮水素容器に事故や不具合について、行政当局への報告体制を構築する必要があるのではないか。

本件についての対応として、経済産業省として、事故や容器検査及び容器再検査時の不具合についての情報収集体制について、検討することとする。

今後の予定について

1. 意見聴取会における意見に対して回答及び対応を整理し、委員に提示。
2. 上の了解が得られた場合には、省令、告示及び例示基準の改正案等を作成し、改正案のパブリックコメントを実施予定。
3. パブリックコメントの結果を踏まえ、省令、告示、例示基準の改正手続きを実施予定。

70MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器に係る技術基準の策定について

平成25年1月21日
経済産業省
商務流通保安グループ
高圧ガス保安室

1. 経緯

(1) 35MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器に係る技術基準

圧縮水素自動車燃料装置用容器に係る技術基準については、既に、35MPaに対応した省令、告示及び例示基準が制定されているところ。

【省令等の内容】

○省令（容器保安規則）

定義、容器検査、容器の刻印等、容器の表示、容器等の再検査等を規定

○告示（容器保安規則に基づき表示等の細目、容器再検査の方法等を定める告示）

表示の方式や容器再検査の方法等を規定

○例示基準「圧縮水素自動車燃料装置用容器の技術基準（JARIS001（2004）」（以下「JARIS001」という。）

容器の材料、肉厚等の技術上の基準、容器検査の方法、その規格に関する具体的な基準を規定

※なお、当該例示基準は日本自動車研究所が策定し、経済産業省が例示基準として指定

(2) 平成27年（2015年）からの70MPaの圧力の容器を備えた燃料電池自動車の一般への普及開始を前に、当該圧力を踏まえた技術基準の制定が必要とされている。既に、高圧ガス保安協会は、同協会内の移動容器規格委員会における審議を経て、将来的には例示基準として申請することを予定した技術基準「70MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器の技術基準KHKS0128（2010）」（以下「KHKS0128」という。）を策定した。

当該技術基準が策定された後、容器保安規則の機能性基準の運用に関する通達に基づき、高圧ガス保安協会内の高圧ガス容器規格検討委員会において、当該技術基準を例示基準化することについて、審議・了承を得ているところ。

2. 技術的な評価についての基本的な考え方

(1) 水素の充填圧力が高くなること等による影響を踏まえた対応

既に策定されている35MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器に係る技術基準を踏まえ、最高充填圧力が35MPaから70MPaに圧力が高くなることによる70MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器のリスクに対応した対策の妥当性について評価を実施。

- ・水素の充填圧力が70MPaに圧力が高くなることによる使用材料への影響
- ・急速充填に対応するため水素を事前に冷却（プレクール）することによる低温高圧水素環境下での使用材料への影響
- ・水素の充填圧力が70MPaに圧力が高くなることによる水素ガス透過量に関する検討（プラスチック製ライナーのみ）

（２）事故事例を踏まえた留意点への対応

35MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器、圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器のこれまでの事故事例から以下に留意することが必要。

①35MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器の事故事例

【事故事例】

- ・国内にて、社内用試験のための水素燃料電池バスの起動時に、圧縮水素自動車燃料装置用容器のライナー部から水素が漏えい。（2006年発生）

【主な原因】

- ・容器製造工程において、カーボンファイバー層の硬化時の樹脂の重合反応熱により、ライナーの一部が溶融し、カーボンファイバー層とライナー間に隙間が生じた結果、口金付近に大きな引張応力が発生し、亀裂が発生したことによるもの。

【対応】

- ・カーボンファイバー層の硬化時の温度を低くすることにより、ライナー部の溶融を防止。

→KHKS0128には、ライナーの溶融温度を100℃以上とすること及び樹脂の硬化温度は、ライナー及び繊維に影響を与えない温度とすることと規定。

②圧縮天然ガス自動車用容器の事故事例の分析

【事故事例】

- ・米国にてトラックの圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器に充填中、当該容器が破裂。（1994年2件発生）

【主な原因】

- ・容器に漏えいした酸性液体（バッテリー液）が、付着されたことによりグラスファイバー製の容器外面に応力腐食割れが発生したことによるもの。

【対応】

- ・容器が使用される環境を想定した確認試験の実施。

- 容器にバッテリー液等が付着する可能性を想定した試験液環境下における試験をKHK S 0 1 2 8に規定。なお、NGV 2（CSA／ANSI）、例示基準（圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の技術基準（日本ガス協会基準）にも同様の試験が規定
- KHK S 0 1 2 8では、グラスファイバーは、保護層（耐圧部ではない。）にのみ使用が認められており、又、圧縮水素自動車燃料装置用容器の耐圧部に使用されるカーボンファイバーは、試験液環境下において影響がないことが試験結果により確認されている。

3. 圧縮水素自動車燃料装置用容器の容器検査及び容器再検査について

（1）容器検査について

容器については、材料、肉厚などを規定した製造の方法の基準に従い製造するとともに、

（容器検査）

- ・ 耐圧試験（組試験）

容器としての内圧による耐圧性能を評価

- ・ 気密試験（組試験）

気密性が保持されているかを評価

- ・ 圧力サイクル試験（設計確認試験及び組試験）

容器への充填と使用の繰り返し応力による疲労損傷を評価

※その他、火炎暴露試験（設計）、落下試験（設計）、環境試験等（設計） を実施

（2）容器再検査について

供用中においては、容器の損傷、劣化等がないことを定期的な容器再検査で確認。

（容器再検査）

- ・ 外観検査

- ・ 漏洩検査

4. 主な検討の内容

（1）使用材料への影響について（例示基準）

【検討の視点】

- ①水素は金属材料の脆化を促進する懸念があるため、JARIS 0 0 1（最高充填圧力35MPa）では、45MPa水素環境中における引張特性、疲労き裂進展試験等の結果から、耐圧部である金属ライナーの規格材料は、水素に対して有効と考えられるオーステナイト系ステンレス鋼SUS 3 1 6 L及びAl-Mg-Si系アルミニウム合金A 6 0 6 1に限定している。

- ②今回、KHKS0128（最高充てん圧力70MPa）の制定のため、同材料の常温における90MPa水素環境中における低ひずみ速度引張試験（SSRT）、疲労試験及び疲労き裂進展試験の結果について評価したところ、45MPa水素環境中の試験と同様に、90MPa水素環境中の材料特性は、大気中と同程度の特性が認められた。
- ③一方、NEDOの委託研究において、低温高圧水素環境下で、SUS316Lの低ひずみ速度引張試験（SSRT）の実施したところ、水素の影響により材料特性が低下するという結果が示されており、昨年12月26日に改定された水素スタンドの例示基準には、低温高圧水素環境下で使用されるSUS316Lに対して、成分及び絞りに対する制限を設けた上で、その使用を認めているところ。
- ④70MPaの圧縮水素自動車燃料装置用容器については、水素スタンド側で-40℃にプレクールされた水素が充填されるため、ライナーに使用されるSUS316Lの材料特性が低温水素の影響によって低下する可能性がある。なお、容器附属品に使用されるSUS316Lについても、同様に材料特性が低下する可能性がある。

【方向性（案）】

OKHKS0128及び容器附属品の基準に対して、低温水素環境下における水素脆化に対する影響を考慮した材料の選定。

（2）自家用車について使用実績を踏まえた試験回数の設定（省令、例示基準）

【検討の視点】

- ①圧縮水素自動車燃料装置用容器については、1日2回程度充填を行い、容器を15年間使用するとの想定で、圧力サイクル試験回数は、11,250回（750回／年×15年）と設定。
- ②その後、日本自動車工業会が、自家用乗用車についての使用実績データを収集し、廃車された約104万件の自動車の生涯走行距離のデータを調査した結果、乗用車の平均走行距離は約11.4万km、軽乗用車で約9.5万kmであった。乗用車の廃車時の平均走行距離の6σの走行距離は、約48万キロであり、300キロメートル走行毎に水素を充てんすると仮定したときの充てん回数は、1,600回（480,000÷300）、200キロメートル走行毎に充てんしたと仮定しても2,400回となる。従って、自家用乗用車について、圧力サイクル試験の回数は、原則5,500回（15年）とすることを検討。
- ③なお、国連の枠組みの中で、自動車の環境・安全性能等に関する世界統一基準（gtr）が検討される中で、項目の一つとして「圧縮水素自動車燃料装置用容器」が規定されており、その中でも乗用車については圧力サイクル試験の回数は5,500（15年）回とする方向で検討中。

【方向性（案）】

○自家用自動車については、圧力サイクル試験の回数は原則5,500回（15年）とする方向。なお、タクシー等の商用車については十分なデータが収集できていない状況。

※省令では、いわゆる自家用（圧縮水素自動）車の容器を、新たに「低充填サイクル圧縮水素自動車燃料装置用容器」として規定。また、当該容器の刻印の方式も規定。

（３）ガス透過試験について（例示基準）

【検討の視点】

- ①プラスチック製ライナーを使用する複合容器の場合、水素の分子が小さいことから、微量の水素がライナーを透過するため、ガス透過試験が要求されており、水素透過に関する検討を実施。
- ②日本自動車研究所が行った検討結果から、内容積1L当たり毎時間当たり5mIの水素ガス透過率とした場合、車庫、駐車場、トンネル内における透過した水素ガスによる濃度は、水素の爆発下限界に対して、100倍以上の安全率を有することを確認。

【方向性（案）】

○ガス透過試験における合格基準として、水素のガス透過率が内容積1L当たり毎時間当たり5mI未満と規定。

（４）使用環境負荷試験について（例示基準）

【検討の視点】

○JARI S001の環境試験（KHKS0128における使用環境負荷試験に相当）では、浸漬試験及び環境暴露試験を要求していたが、環境暴露時間を延長することにより浸漬試験と同様の結果が得られるとの海外試験機関のデータがあり。

【方向性（案）】

○JARI S001では、浸漬試験及び環境暴露試験120分以上（40分×3回）としていたところを、NGV2（CSA/ANSI）、例示基準（圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の技術基準（日本ガス協会基準））に合わせて、合計の環境暴露時間を48時間以上（16時間以上×3回）に延長し、浸漬試験を削除。

（５）容器再検査の方法について（省令）

【検討の視点】

○圧縮水素自動車燃料装置用の容器の容器再検査において、他の一般の容器などで

求めている耐圧試験を実施する必要があるのか。

【方向性（案）】

○圧縮水素自動車燃料装置用容器については、車両の内部に組み込まれた状態で使用されるため、車両へのバラ積み等、容器本体のみが個々に移動する一般の容器とは異なりその使用環境を比較的想定しやすい。容器検査においては、可能な限り想定される損傷に耐えうるものであることを予め確認するために、落下試験、環境試験及びサイクル試験を実施している。このうち、サイクル試験については、使用される最大の年数（１５年）を踏まえて、充てんと使用を繰り返すことにより生じる応力による疲労に対し、容器検査の時点で、当該疲労に対する十分な安全性があることを確認している。また、燃料として用いられる水素は、高純度であることと、使用材料を水素による脆化を起こさない材料に限定していることから、腐食による減肉等が容器内面に生じる可能性はない。さらに、熱影響等については、前述のとおり、車両の内部に組み込まれた状態で当該容器は使用されることから、通常の使用状態で大きな影響を受ける可能性はなく、火災等により熱影響があった場合には、外観検査によりその判断が可能である。従って、容器再検査においては、外観検査と漏えい試験を実施することとし、耐圧試験は不要とする。なお、圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器についても、同様の考え方により安全の確保が図られている。

（６）その他

KHKS0128におけるJARIS001からの変更点（例示基準）

- ①容器の使用環境において想定される負荷に対して問題のないことを累積的に評価するため、JARIS001で個別の試験項目としていた加速応力破裂試験を環境試験に組み入れ、１つの容器で実施することを規定。
- ②JARIS001で規定している小石衝撃試験については、道路運送車両法に基づく「圧縮水素ガスを燃料とする自動車の燃料装置の技術基準」において、損傷のおそれがある容器は保護することが義務づけられているため削除。
- ③JARIS001では、許容欠陥を実験により決定する方法又は解析により決定する方法のどちらかを選択できる規定となっているが、現在流通している３５MPaの容器は、解析による方法しか用いられていないため、実績のある解析による方法のみを規定。
- ④JARIS001ではA6061について「過剰シリコンのアルミニウム合金であって、耐力が２５０N/mm²を超えるものは使用しないこと。」と規定していたが、A6061は過剰シリコンのアルミニウム合金に該当しない材料であるため当該規定を削除。
- ⑤各引用規格の最新版化。

以上