

5. 水素・燃料電池自動車の世界統一基準について

自動車基準認証国際調和技術支援室

※成澤 和幸

1. はじめに

平成 25 (2013) 年 6 月、国連 (UN/ECE) の自動車基準調和世界フォーラム (WP29) において、水素を燃料とする内燃機関自動車、燃料電池自動車 (以下「水素・燃料電池自動車」という。) の安全性に関する世界統一基準 (HFCV-GTR) が成立した。13 番目の世界統一基準 (GTR) である。

日本では、早くから水素を燃料とする燃料電池自動車 (以下「水素燃料電池自動車」という。) の開発が進んでおり、政府もその開発・普及を後押ししていた。その手段の一つとして安全基準の整備が不可欠とされていた。そこで、初めに、試験的に製作した自動車のより広範囲な公道走行を可能とするために、暫定的な要求事項を記述した「大臣認定走行を行う燃料電池自動車の安全性の確保及び環境の保全に関する技術指針」が平成 14 (2002) 年 10 月に関係機関に通達された。この技術指針に沿って製作された試作車は、国土交通省の大臣認定を受け、第三者の運行により公道を走行することが出来るようになった。しかし、あくまでも暫定的な措置であることから、早期の技術基準の確立が必要とされ、交通安全環境研究所が中核的研究機関となって基準内容の検討作業を行った。

平成 15 (2003)、16 (2004) 年度に実施したこの作業は燃料電池自動車実用化促進プロジェクトと呼ばれ、産学官の連携の下、実験データの収集や解析を行う活動を進めた。この際、技術的な将来性を考慮して圧縮水素を燃料とする自動車の安全基準完成を目標とした。様々な議論を経て、平成 17 (2005) 年 3 月、圧縮水素を燃料とする自動車の技術基準が世界に先駆けて国土交通省から公布された。

同じ頃、水素・燃料電池自動車の開発機運が世界的に高まっており、WP29 でも欧州勢が圧縮水素及び液化水素を燃料とする自動車の国際基準作りを検討し

ていた。日本としては、世界に先駆けて定めた圧縮水素を燃料とする自動車の技術基準を国際基準に反映させることにより、大量普及に資するとともに日本の自動車メーカーの国際競争力を向上することを目的に、積極的にリーダーシップを取るべく国際会議の議論に加わることにした。

2. 国連における議論の経緯

先に述べたように、日本が水素燃料電池自動車の開発を行っていた頃、時を同じくして、欧州では水素燃料電池自動車に加え水素内燃機関自動車の開発も進んでいた。このため、国際的な場でも技術基準が求められていた。

WP29 では、相互承認のための UN ECE 規則 (UN ECE Regulation : 1958 年協定) と世界統一基準 (GTR : 1998 年協定) の両者を扱っているが、先に議論が出たのは UN ECE 規則の新規作成であった。

2. 1. UN ECE 規則作成活動

WP29 傘下に組織されている排出ガスエネルギー専門家会議 (GRPE) では、平成 13 (2001) 年 1 月、内燃機関自動車の燃料供給系を水素燃料に変更した自動車の安全基準の検討を欧州の主導で開始した。具体的には既に存在する圧縮天然ガス (CNG) 自動車のための UN ECE 規則 (R110) に手を加え、水素燃料用に改変した新規規則の制定を目指した。R110 はもともとガソリン車の構造を変更して CNG 自動車にするための規則で、ガス配管部品の構造や取り付け方法を細かく規定している基準である。たとえば、高圧充填して使用する CNG 容器の取り付け方法についても、自動車の衝突試験を課して安全性を確認するのではなく、取り付け方法、取り付け強度を規定している。この基本的な考え方を変更することなく圧縮水素及

び液化水素を燃料に用いた自動車用の新規則が提案された。

平成 15 (2003) 年 5 月の GRPE でこれらの内容を議論した。この際、米国から将来技術である水素・燃料電池自動車のための基準は、米国も加われるより広い枠組みで取り扱うべきであり、世界統一基準(GTR)の作成を目指すべきとの主張を行った。また、基準のあり方についても、将来技術の進展を妨げる、設計基準主体の規則ではなく、試験法を整えた上での性能基準であるべきとの主張を行った。

日本は、水素・燃料電池自動車の安全性は部品重視ではなく、システム全体で見るべきと考えていた。そこで、1958 年協定下の新 UN ECE 規則を先に作成すること自体には反対しないが、今回提案されている内容には賛成出来ず、また、新規則ができたとしても採用はできない旨説明した。

その後、関係国の調整の結果、圧縮水素及び液化水素を燃料に用いた自動車用の新 UN ECE 規則作成作業は凍結され、世界統一基準 (GTR) 作成作業を優先して実施することになった。

2. 2. GTR 活動

2. 2. 1. GTR の基本概念

初めに全体計画を議論した。この作業に当たっては、水素・燃料電池自動車の基準を定めるに必要な項目の洗い出し、GTR 構成のあり方など基本的な事項を網羅的に検討した。その結果、図 1 に示す全体構成が定められ、作業を実行に移した。

GTR 作成のため、米国、ドイツ、日本が共同スポンサーとなり基準原案を作成するための水素・燃料電池自動車インフォーマルグループ (Hydrogen/Fuel Cell Vehicles) を立ち上げた。これは安全性に関する議論を行う SGS (Subgroup Safety) と環境性能を議論する SGE (Subgroup on the Environment) の二つで構成された。

日本としては、国際的な基準作成の場でリーダーシップを取っていくことを基本方針として、交通安全環境研究所職員が HFCV-SGS グループの議長職を勤めるとともに、日本が世界に先駆けて定めた技術基準を国際基準に反映させるよう活動していくこととした。

HFCV-SGS については、米国、独、日本により提案されたアクションプランが、平成 19 (2007) 年 6 月、WP29 で承認された。Phase1 として平成 22 (2010) 年までに GTR を成立させることを目的とし

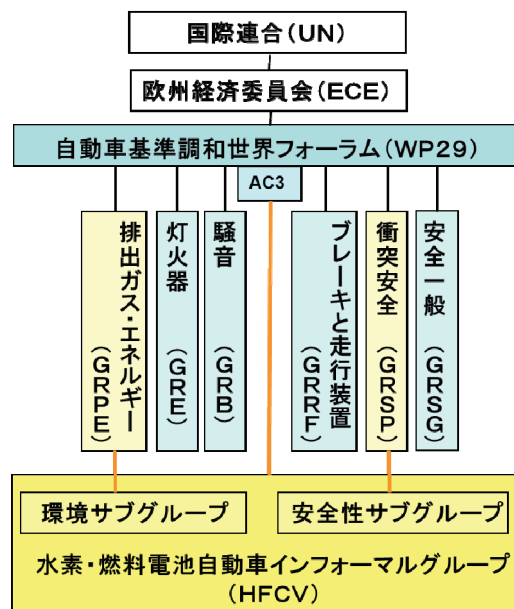
た。これにしたがって第 1 回 HFCV-SGS 会合が平成 19 年 9 月にドイツのボンで開催され活動を開始した。

HFCV-SGE については、基準の必要性も含めてインフォーマルグループで技術的な検討をすることになった。様々な調査を実施した結果、当面基準化する項目は無いとの結論に達し、平成 23 (2011) 年 11 月に報告書を WP29 に提出した。したがって今後の記述は HFCV-SGS の活動に絞る。

2. 2. 2. HFCV-SGS の活動

HFCV-SGS インフォーマルグループは国、自動車メーカー、ISO などの関係者から構成される。積極的に活動に参加した国は、スポンサーである米国、ドイツ、日本に加え、カナダ、中国、韓国であった。1998 年協定成立当初、GTR は日米欧の三極間による統一基準の意味合いが強かったが、この HFCV-GTR の活動になってから、三極以外のアジアの国が活発に参加したことが特徴的である。

当初、Phase1 は平成 22 (2010) 年までの予定であったが、技術議論の深化や様々な利害の調整に時間がかかり、数度の延長を余儀なくされた。予定より 3 年ほど遅れ GTR として成立したことは、冒頭に述べたとおりである。



HFCVはWP29/AC3に直結する組織。HFCV内に環境と安全のサブグループを設け、両サブグループはP E、SPの下に位置付けられる。

図 1 水素・燃料電池自動車インフォーマルグループの構成

3. HFCV-GTR の概要

以下に、成立した水素・燃料電池自動車の安全性に関する HFCV-GTR の内容を概説する。¹⁾ この GTR は水素を燃料とする乗用自動車に適用することとしている。また、内燃機関自動車、燃料電池自動車両者に適用できる。ただし、燃料搭載形態は、圧縮水素と液化水素の二種のみを取り扱っている。基準の主たる技術内容は、圧縮水素容器、水素安全、電気安全の三部に大別できる。液化水素自動車に関しても要件が記載されているが付属的な扱いである。これは、主として欧州がその必要性を述べたものの重要性が低いと判断されたためである。したがって、以下、圧縮水素容器、水素安全、電気安全に関する要件について概説する。

3. 1. 圧縮水素容器

最高充填圧 70MPa の使用を対象とした圧縮水素容器の要件は従来の安全性確保の考え方とは大きく異なっている。従前は落下試験、化学物質暴露試験、破裂試験など幾つかの試験を個別に行って評価していた。この GTR ではシーケンシャル試験の考え方をより積極的に取り入れている。図 2 に耐久性能試験におけるその手順を示す。15-25℃の常用温度条件以外に -40℃や+85℃の温度条件下での加圧-減圧を連続して繰り返す試験になっている。すなわち、実用状態における使用条件を可能な限り単純化して様々な試験を一連の流れの中で実施するようになっている。

図 3 には火炎暴露試験の概念を示す。現在の火炎暴露試験は容器全体を火炎であぶり、圧力逃がし弁 (TPRD) が作動して安全に水素ガスが放出されるか見るものである。HFCV-GTR では自動車の実用状態における火災に様々な形態があることを考慮して TPRD の最も遠い場所から加熱する局所的火炎暴露 (片あぶり) 試験を加えた。

3. 2. 水素安全

水素安全に関しては、日本の保安基準をベースに議論が進められた。したがって、基本の考え方は世界に先駆けて定められた日本の基準と概ね同じである。

3. 2. 1. 通常使用時

通常使用時の水素安全確保に関する主な規定は以下である。

*水素放出方向

火災状態において TPRD が作動した場合の水素放出方向が定められている。車室内等に放出してはいけ

ない、という基本概念は日本の基準とほぼ同じであるが、あらたに、車両の前方向、車両の後部あるいは側面から水平 (路面と平行) 方向に放出してはならない、という規定が加えられた。

*パージ水素濃度

燃料電池から水素を含むガスがパージされる場合は、起動時および停止時を含めた通常の運用中、任意の 3 秒間において平均濃度が 4% を超えないこと、かついかなる時点でも 8% を超えないこと、とされた。日本の基準では単に 4% を超えないこと、とされていたが、高速応答型の水素計が使えるように変更された。図 4 にパージガス水素濃度試験の概要を記す。

*水素漏れ

水素貯蔵システムから万が一水素漏れが生じた場合でも、客室内や他の密閉空間、半密閉空間に放出してはいけないことになっている。

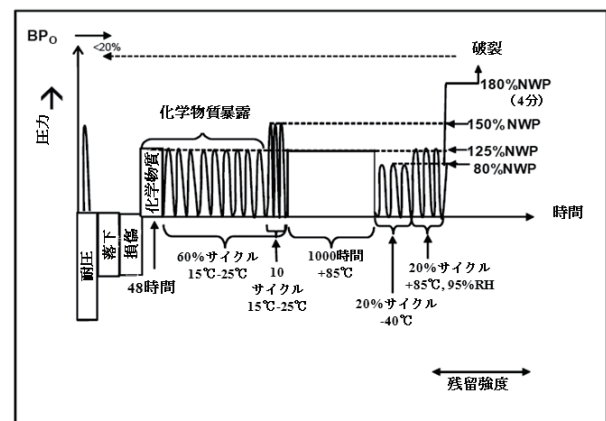


図2 圧縮水素容器の耐久性能試験の概要

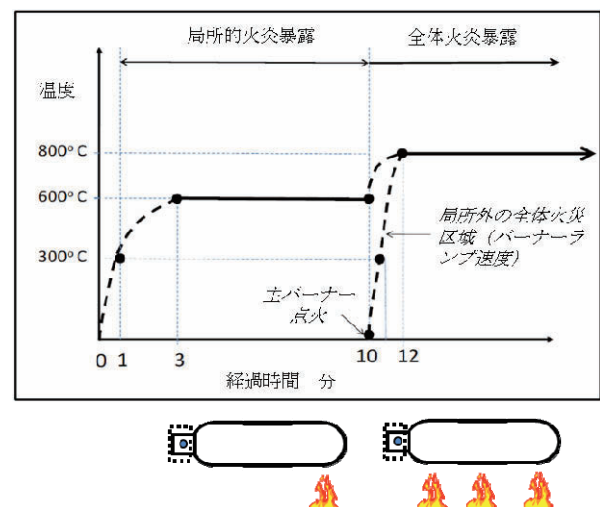
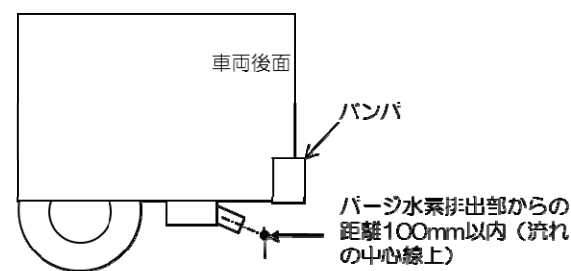


図3 火炎暴露試験の概念



センサ位置

図4 パージガス試験の概要

また配管等で漏れが生じた場合、客室内の水素濃度が $2\pm 1.0\%$ で警報を発し、水素濃度が $3\pm 1.0\%$ を検知した場合、水素容器の主止弁を閉じることとなっている。日本の基準では水素濃度4%を検知した場合に、警報を発し、容器の主止弁を閉じることになっていた。ので厳しい方向になっている。

3. 2. 2. 衝突時の燃料漏れ

衝突時の燃料漏れ試験に関しても、世界に先駆けて導入した日本の知見を参考に議論が進んだ。まず、衝突試験方法については、水素・燃料電池自動車固有の方法を考案することはせずに、各国が既に実施している試験を用いることになった。すなわち乗員保護性能を確認するための前面衝突試験、オフセット衝突試験や後突燃料漏れ試験である。

衝突時の燃料漏れの許容限度は衝突後少なくとも60分間、平均118NL/分を超えないこととされた。日本の基準では131NL/分であるが、これはガソリン車の許容燃料漏れ量とエネルギー的に等価な値として定めた。HFCV-GTRでは、日本の基準の算出に用いた高位発熱量ではなく低位発熱量を用いたためより厳しい値になった。また衝突後の客室内への水素流入許容限度に関する規定が付け加えられた。なお衝突時の試験燃料として、日本の基準ではヘリウムガスを容器に充填し、衝突後の漏れ量の結果を水素に換算して評価することにしてある。これに対しHFCV-GTRでは、試験燃料としてヘリウムと水素どちらを使用しても良いことになっている。

3. 3. 電気安全

高電圧による感電保護を主たる目的とした電気安全に関しては、日本では水素燃料電池自動車のために、水素安全性基準の制定と同時に平成17(2005)年3月に定められた。その後、日本は電気自動車全般

についての電気安全基準を平成19(2007)年11月に世界に先駆け定めた。その後国際基準策定に当たり、日本の基準に準拠するようWP29の場で各国と調整を続けてきた。その結果、平成22(2010)年3月、UN ECE規則R100等が改訂され、電気安全に関する国際基準が定まった。

HFCV-GTRの電気安全要件については、直接接点の保護、間接接点の保護などR100の内容をほぼ採用している。あわせて衝突試験時の電気安全確認要件も定めてある。

ここでは細部の技術的な解説は省略するが、水素燃料電池自動車特有の課題について記す。燃料電池は水の電気分解の逆の原理で、水素と酸素を反応させ電気を作り出すとともに水を生成する。したがって原理的に高電圧と水が共存する状態となり対策が必要になる。この点が他の電気自動車の要件に付け加える事項となる。

4. 今後の課題

以上述べたように、水素・燃料電池自動車のための世界統一基準(HFCV-GTR)のPhase1作業は終了したが、残された課題が幾つかある。それらはPhase2の活動の中で解決されなければならない。

それらは、乗用車のみを対象としているHFCV-GTRの他車種への拡大、水素・燃料電池自動車独自の衝突試験方法、燃料供給口に関する要求事項、圧縮水素容器に用いる材料の試験方法や最低破裂要件の再検討等があげられている。

今後、HFCV-GTRをよりよいものとするためにさらに努力を続けていく必要がある。

最後に、このHFCV-GTRを成立させるに当たり、十年を超える活動の間、様々な場面でご協力を頂いた関係各位に深甚な謝意を表したい。

参考文献

- 1) ECE/TRANS/180/Add.13
Global technical regulation on hydrogen and fuel cell vehicles
http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29glob_registry.html