

⑤ 燃料電池自動車の水素燃料消費率測定法のバリデーショント国際基準調和活動への貢献

環境研究部 ※小鹿 健一郎
自動車認証審査部 菊野 樹

1. はじめに

燃料電池自動車の水素燃料消費率測定法を含む WLTP(Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure)¹⁾が国際技術基準 (Global technical regulation No. 15: GTR-15) として 2016 年 11 月に成立した。日本政府は GTR-15 の国内法への取り込みを進めており、2017 年 4 月より交通安全環境研究所が燃料電池自動車の水素燃料消費率測定法のバリデーションを行うこととなった。バリデーションは GTR-15 の記載に基づいて実施した試験が①技術的に正しく測定が行える内容であること②公正な審査が実施可能あることの 2 つを最終確認する作業である。この作業は GTR が成立する前に実施されることが通例であるが、燃料電池自動車においては、本試験法の法文案の活発な議論が行われていた当時、量産型の燃料電池自動車が販売されていない状態であったため、バリデーションは行われず GTR が成立するという特殊な状況となった。

2. バリデーションの実施体制

本バリデーションは、環境研究部、自動車認証審査部の共同プロジェクトとして実施された。環境研究部が量産型車両を用いた実験を行い、自動車認証審査部が試験規程 (TRIAS: Test Requirements and Instructions for Automobile Standards)案の作成を行った。また、バリデーション実施によって、GTR-15 の記述に対して、公正な試験実施に必要な追加の要件等があることが判明した場合は、GTR-15 の修正を日本として提案することを本プロジェクトの最終的な目標として設定した。

3. バリデーションの実施と結果²⁾

3. 1. GTR-15 に記載された測定方法

ここでは、GTR-15 に記載された燃料電池自動車の水素燃料消費率の測定方法 (重量法) の概要について説明する。水素燃料消費率は、ある距離を走行したときにどれだけの重量の水素が消費されたかを表す値である。消費された水素重量の計測方法として、本測定法では、車載タンクは使用せず、外付けボンベから水素供給配管を通じて、車載の燃料電池に水素を供給するように準備し、走行試験前後の外付けボンベの重量を計量し、その差分を消費された水素重量とすることになっている (図 1)。

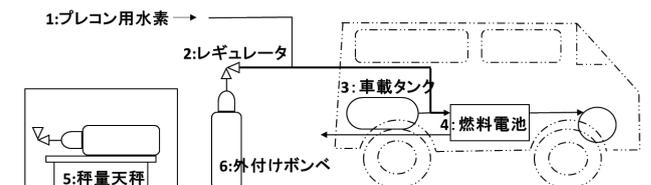


図 1 水素燃料消費率試験の概要を示す模式図

3. 2. 本測定法に特有と考えられる要素と影響度評価

本測定法と内燃機関車等の燃費測定法を比べて特有と考えられる要素に、①天秤を用いたタンクの計量、②配管を用いた車載燃料電池への水素供給がある。本バリデーションでは、①計量精度による燃費への影響の大きさ、②供給配管管理による燃費への影響の大きさを評価した。

影響評価の結果、①計量精度による燃費への影響は最大 0.5%であることが推定された。これは GTR-15 で規定されている天秤の最小読み取り値が 0.1 g であり、最も影響が大きくなると想定される WLTC Low フェーズにおける水素消費量が 20.6 g 程度であるとの関係から推定された。他方、②供給配管管理による燃費への影響の大きさは、今回試験した 2 種類の燃料電池自動車に対する試験条件の範囲では、最大 0.3%であることが推定された。

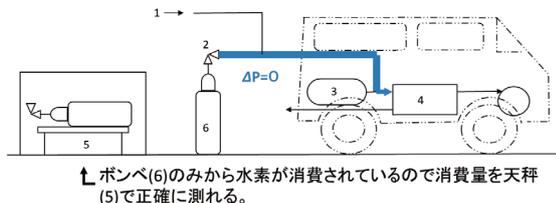
3. 3. 本試験法に対するバリデーション結果と発生しうる課題の整理

前述の燃費への影響度評価の結果、GTR-15に記載された燃料電池自動車の水素燃料消費率の測定方法を用いることで、内燃機関自動車等の燃費試験に比べて遜色なく、公正な試験が実施可能であることを確認した。

一方、2車種の量産車を対象とした試験では問題とならなかったが、今後対応が必要になるケースがあることも本バリデーションにより判明した。それは、前述②の供給配管管理にかかわるものであった。GTR-15に供給配管の具体的設計の要件の記載はなく、自動車メーカーが試験設備と車両(車載燃料電池)の制約の範囲内で、配管の長さや径、配管内圧力等を自由に設定することができる状態である。このため、供給配管の設計(配管の大きさや配管内圧力調整能力)によっては、次のような場合に正確な水素消費量を求めるのが困難になる可能性がある(図2)。

正確な水素消費量の測定のためには、外付け水素ポンベから、車載の燃料電池スタックに水素を供給する配管内(図2-aの青色の配管部分)の水素量は、車両試験の前後で変化しないように制御される必要がある(図2-a)。試験後の配管内圧力が試験前の配管内圧力より低下している場合、燃料電池自動車は外付けの水素ポンベ内の水素および、配管内に存在する水素の両方を消費して走行しており、外付けポンベの重量計測結果のみでは、水素消費量が過少評価されてしまう(図2-b)。

(a) 水素消費量が天秤で正確に測れるケース:走行試験前後で配管内圧力差=ゼロ



(b) 水素消費量が天秤で正確に測れないケースの例:走行試験後に配管内圧力低下

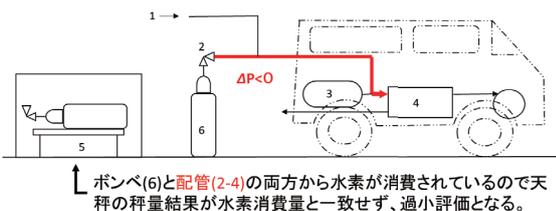


図2 配管管理が水素燃料消費率の測定結果に影響を及ぼす場合の例

4. GTR-15に対する修正提案の内容

前節3.3に示したケースが発生しても対応できるように、日本から第24回WLTPインフォーマル会議(2018年9月)においてGTR-15の修正案を提案した。修正案の主旨は、走行試験前後で配管内の圧力に変化(試験結果に影響を及ぼすレベル)が発生した場合、配管内から消費された水素量を計算(実在気体の状態方程式)により求めることで、測定結果を補正し、走行に使用した水素量を正確に求めることを可能にするものであった。

5. おわりに

今回、燃料電池自動車の水素燃料消費率測定法のバリデーションを世界の公的研究機関に先駆けて実施した。バリデーションの結果、本調査において評価した項目の影響度はどれも0.5%未満と低い値であったことからGTR-15に記載された方法でFCVの水素燃料消費率が適正に測定できると結論づけた。また、今回のバリデーションでは、配管の設計や制御が水素燃料消費率の測定に影響を与える可能性が示唆された。(今回の調査では、問題はなかったが、将来問題となるケースが起こる可能性がある。)このバリデーション結果をJASICにおいて審議し、GTR-15への配管補正に関する要件の追記を日本として提案することとなった。日本の提案内容は第178回WP29で了承され、GTR-15 Amendment 5として2019年6月に成立した。

参考文献

- 1) 国連 UN-ECE GRPE ホームページ:
https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2016/wp29grpe/ECE-TRANS-WP29-GRPE-2016-03e_clean.docx
- 2) Kenichiroh Koshika et. al., "Validation of Test Procedure for Measuring the Fuel Consumption of Production-Model FCVs" WCX SAE World Congress Experience, (2019)