

⑧ FCV における水素燃料消費率測定方法の国内導入に関する検討

—実車を用いた WLTP のバリデーション—

自動車研究部 ※小鹿 健一郎 新国 哲也

1. はじめに

自動車の性能評価手法の共通化について、国際基準調和を推進しようという潮流を背景に、2016年11月に WLTP(Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure)¹⁾が国際技術基準(Global technical regulation)として成立した。この WLTP には燃料電池自動車の水素燃料消費率の測定方法も含まれており、国内導入が完了すると、国内で販売される燃料電池自動車の水素燃料消費率をカタログ等に表示することが可能となる。2014年12月より国内でも量産型の燃料電池自動車が販売されているが、現状では水素燃料消費率の試験法が未整備であるため、自動車メーカーが独自に測定した一充填走行距離を参考値として表示する状態にある(2017年9月現在)。本研究では、水素燃料消費率の測定において影響を与える因子を抽出し、それらが実際にどの程度影響を与えるか実車を用いて明らかにすることを目的とした。

2. 実験の概要

WLTP 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参照し¹⁾、WLTC(Worldwide Light-duty Test Cycles)(図1)における Low フェーズ、Medium フェーズ、High フェーズおよび Low-Medium-High の3フェーズ連続(以後 LMH と記述)における水素燃料消費率を求める。ここで得られる水素燃料消費率および水素使用量をもとに、①水素ポンベの重量測定による影響、②水素供給配管の構造に由来する水素損失の影響、③水素ポンベ切り替えの影響を評価する。また、④Low フェーズ、Medium フェーズ、High フェーズそれぞれの水素燃料消費率を LMH での水素燃料消費率を求める際に使用した補正直線の傾きを使用して簡便に補正する場合(簡便法を使用した場合)の影響についても評価する。ここで①②③は、車外の水素ポンベを使用することに起因す

る燃料電池自動車特有の因子であり、④は駆動用バッテリーを搭載する車両(ハイブリッド車)にも共通する因子である。さらに、⑤実験の繰り返しの際に発生する誤差の影響についても一例を示し、これらの影響度を比較する。

実験装置等の概略としては、燃料電池自動車の外部に設置された水素ボンベから、車両内の燃料電池に水素が供給される仕組みとなっている。消費した水素の量は、当該水素ボンベの走行前後の重量差で定義される。走行試験はシャシダイナモメーター上で行い、ローラの回転数より実走行距離が計測される。

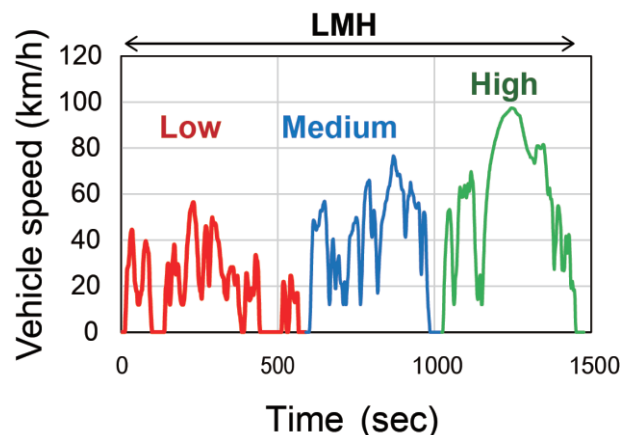


図1 試験に使用した走行パターン(WLTC)

3. 実験結果

3. 1. 走行パターンによる水素消費量の比較

走行パターンの燃費への影響度を評価するために、各走行パターンにおける水素消費量を測定し、Low フェーズの走行における水素消費量が最も小さいことを明らかにした(図2)。これにより、水素消費量の測定精度が燃費に与える影響が最も大きい走行パターンが Low フェーズであることが示された。また実際の車両試験の結果と、今後の車両性能の向上を想定し、Low フェーズの水素燃料消費率 150 km/kg の車

両を想定して影響度評価(3.2.および 3.3.)を行うこととした。

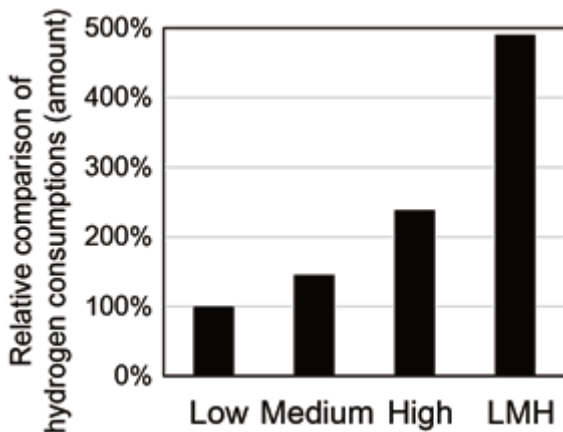


図2 各車速パターンに対する水素燃料消費量の相対比較 (Low=100%)

3. 2. 燃料電池自動車に特有の要因が燃費に与える影響度評価

①約 50 kg の水素ボンベに対して約 20 g の水素消費量を測定する計量器の測定精度に起因する影響、②水素供給配管の構造に由来する水素損失の影響 (一部の水素が配管内に留まり走行に使用されない)、③各フェーズ間の水素ボンベ切り替えに伴う影響をそれぞれ評価したところ、Low フェーズの水素燃料消費率 150 km/kg に対する最大誤差は、それぞれ、0.5%、0.3%、ほとんど影響なしであった。

3. 3. 燃料電池自動車に特有でない要因が燃費に与える影響度評価

燃料電池自動車に特有でない要因として④簡便法(前述)を使用した際の影響度と⑤試験の繰り返し誤差による影響度を評価した。簡便法を用いた際の影響を評価するために、試験開始時のハイブリッドシステムにおける駆動用バッテリーの残存電力量を調整し、試験前後における駆動用バッテリーからの電力収支を変化させて Low フェーズの燃費を求めた。簡便法を用いた際の影響は、単位距離あたり電力収支(図3横軸)の絶対値が大きいほど燃費への影響度も大きい。これは LMH で求めた補正直線を Low フェーズの燃費の補正に適用した場合、試験前後の電力収支が大きいと誤差が生ずることを示す。その大きさは、今回の試験における単位距離あたり電力収支の実測幅 (-30.0~+31.4 Wh/km) の範囲で最大 1.8%であった。一方、

試験の繰り返し誤差は、8回の試験で最大 2.0%であった。

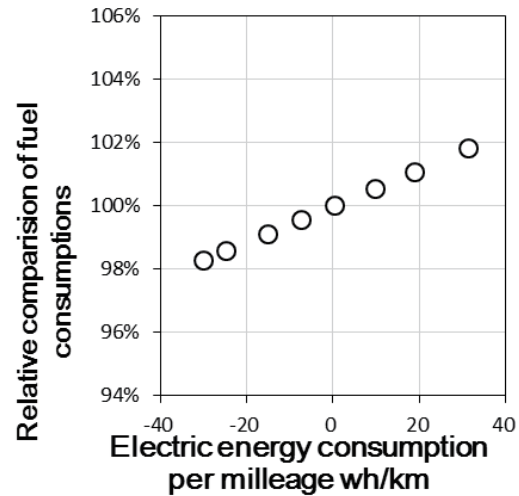


図3 簡便法を使用した際の燃費への影響

4. おわりに

今回、本研究では、水素燃料消費率の測定において影響を与える因子を抽出し、それらが実際にどの程度影響を与えるか実車を用いて明らかにした。前述①②③の車外の水素ボンベを使用することに起因する燃料電池自動車特有の因子が燃費におよぼす影響は 1%未満と考えられ、ハイブリッド車や内燃機関車にも共通する因子④⑤が燃費におよぼす影響に比べて、同等かまたは小さいことが示された。また今回の試験結果から、WLTPに規定された天秤等の機器および測定プロセスにおける測定精度を総合的に勘案すると、最小読み取り値 (0.1 g) の天秤を用いて約 20 g の水素を計量する本手法では、水素燃料消費率は整数 3 桁で表示されることが妥当であることが示された (例、149 km/kg、151 km/kg 等)。試験法が国内導入された際は、水素燃料消費率は整数 3 桁での表示となる見込みである。

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