

## ⑨ HILS の知見を活用したディーゼル重量車の高精度排出ガス試験法の一検討

自動車研究部 ※奥井 伸宜 山口 恭平

### 1. はじめに

地球温暖化による気候変動等への対策の一つとして、自動車から排出される二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 等の低減が求められている。それに加えて、重量ディーゼル車においては、相次ぐ排出ガス規制強化 (直近のものは 2016~2018 年規制) への対応も求められ、燃費性能及び排出ガス特性の両立に向けた研究、開発が進められている。その結果現行モデルでは過給装置、排出ガス再循環装置 (EGR : Exhaust Gas Recirculation) 及び排出ガス後処理装置等が導入されている。一方、これらの環境対応技術搭載車では、実路走行時とモード試験時の燃費性能及び排出ガス特性が乖離しているという指摘がある。当研究所では、乖離する原因を抽出し対策を施すことで、実車両の使用状態に近づけた試験法策定に向けた技術的検討を行っている。

過去に実施した研究で、ハイブリッド重量車の燃費性能及び排出ガス特性を調査した結果、人間がアクセルペダル及びブレーキペダルを操作し運転した場合よりも、HILS (Hardware-In-the-Loop-Simulator) 上に組み込まれるドライバモデルで運転した方が、それらの値が優れることが分かり、ペダル操作の違いが乖離の一要因となることを報告した<sup>2)</sup>。

そこで本研究では、「ギヤの変速操作」に着目した。始めに、実車両における走行時の変速特性を調査し

た。次に認証試験モードに、取得した実車両の変速特性を考慮させ、台上試験でエンジン性能や排出ガス特性を評価した。以下に、結果を紹介する。

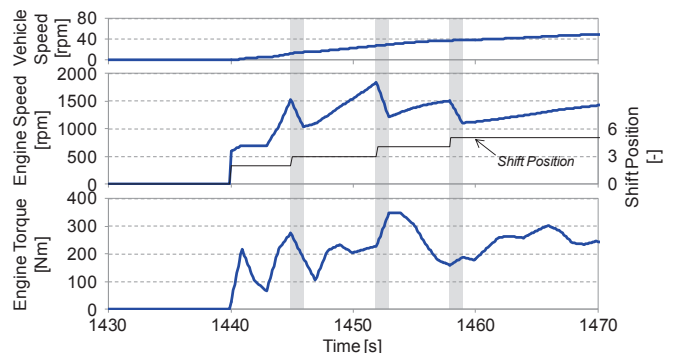
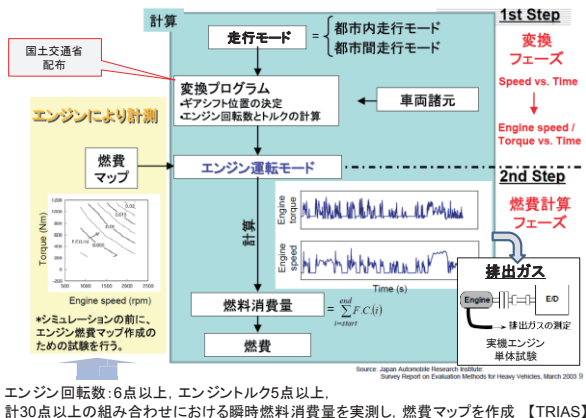
### 2. 従来重量車の排出ガス・燃費試験法

図 1 に示すように、重量車における排出ガス等の試験では実車両を使用せず、計算機上で仮想車両を走行させ、エンジン運転モード (1 秒ごとのエンジン回転数、エンジントルク) を算出する。このエンジン運転モードの指令に基づき、実エンジンの燃費マップから燃費を、エンジン単体運転から排出ガスを評価する<sup>3)</sup>。

図 2 に、運転パターンの一例 (JE05 モード高速走行開始部) を示す。車両総重量 (GVW : Gross Vehicle Weight) 8t/6 速 MT (Manual Transmission) の中型重量車を対象とした。エンジン回転数は、ギヤ変速に伴い高回転数から低回転数へ変動し、その時間幅は 1 秒である (図中の灰色部)。一方、エンジントルクは、ギヤ変速に伴う大きな変動は確認されず、滑らかかつ連続した正側のエンジントルクとなっている。

### 3. 実車両の変速特性の調査

本調査では、仕様の異なる 3 車両、重量車 A (GVW=6.6t/6 速 MT)、ハイブリッド重量車 B (GVW=6.3t/6 速 AMT (Automated Manual Transmission))、重量車 C (GVW=25t/7 速 MT) を用い、シャシダ



エンジン回転数: 6点以上、エンジントルク5点以上、計30点以上の組み合わせにおける瞬間燃料消費量を実測し、燃費マップを作成【TRIAS】

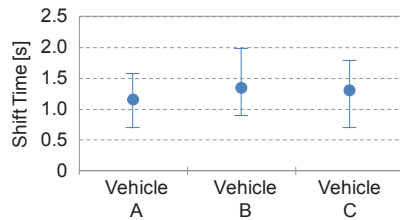


図3 実車両の変速時間 (JE05 モード)

イナモーターで、JE05 モードを走行した。

実車両では、変速時にアクセル開度=0%とした後、クラッチを切る。つまり、動力伝達が切れるため、「トルク中断」が発生することを確認した。また、図3に示す通り、トルク中断が発生する時間(変速時間)を調査した結果、車両重量や変速機の違いによらず、平均で約1.3秒生じることを確認した。

#### 4. 従来試験法の高度化

3章の結果を受け、従来試験法のエンジン運転モードの変速時に、トルク中断時間「1秒」を設定した。ここで、従来試験法の比較対象として、実車両相当の運転挙動が再現できる「拡張HILS(従来HILSのエンジン部分をモデルから実機に変更した装置)2)」を用いた。車両諸元は、2章で用いた中型重量車である。

JE05モード走行全体における、従来試験法で求めたNOx排出率及びトルク中断時間を考慮した際のNOx排出率を図4右側に、拡張HILSで算出した変速時間0秒及び1秒でのNOx排出率を図4左側に示す。これらNOxの計測個所は、排出ガス後処理装置の上流である。従来試験法の変速時にトルク中断時間を考慮させれば、拡張HILSで求めた実車相当とほぼ同じNOx排出率を示すことが分かった。

この図4におけるエンジン出力、NOx、EGR率の各履歴を図5に示す。JE05モード高速走行開始部である。トルク中断1秒を考慮したエンジン単体試験及び拡張HILSによる運転の各履歴は、ほぼ同等の傾向を示した。例えば、両条件ともエンジン出力は、変速時に0kW付近まで低減した。また、NOxは変速直後に多く排出される傾向を示し、この時のEGR率は低くなる傾向を示した。この理由は、基準車速に追従するため、変速直後はエンジンに対し高出力値が要求されるが、この急速なエンジン出力(トルク)の増加に対応するためEGRを減量することから、NOxが排出されやすい状態となったからである。一方、従来試験法では、変速に伴うトルク中断が発生せず、エンジン

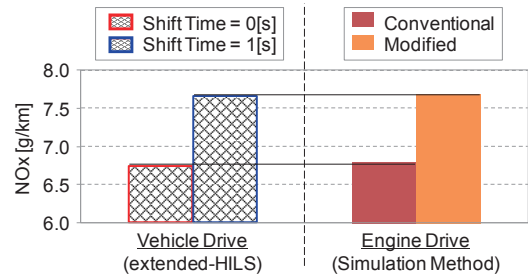


図4 変速時間を考慮した際のNOx排出率

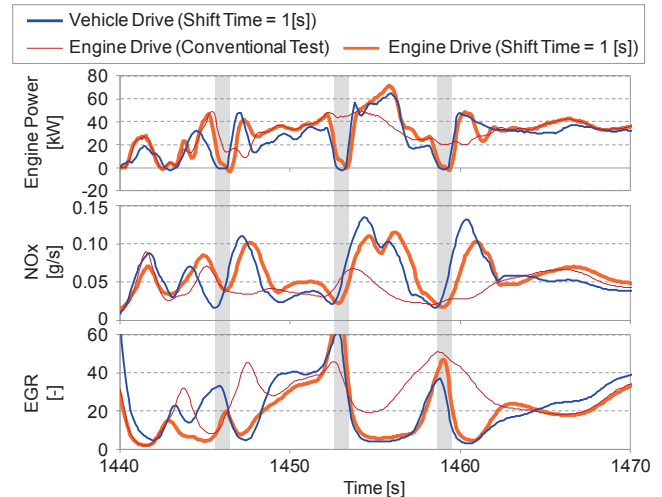


図5 変速時間を考慮した際のエンジン性能等履歴

出力が滑らかかつ連続的に推移していることから、変速直後であってもEGR率20%程度以上を確保でき、NOxがより低減できる状態にあったと考えられる。

#### 5. まとめ

最新ディーゼル重量車の排出ガス試験法の高精度化を検討するにあたり、ギヤの変速操作に着目した。

- (1) 実車両の変速操作には、約1秒の「トルク中断」が発生することが分かった。
- (2) 従来試験法の変速時に1秒の「トルク中断(アクセル開度=0%)」を適用すれば、実車両と同等のエンジン性能及び排出ガス特性が得られた。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省：技術指針「ハードウェアインザループシミュレータシステムを用いた電気ハイブリッド重量車の燃料消費率及び排出ガスの試験法について」, 国自環第281号
- 2) 奥井伸宜：HILSドライバモデルの運転操作の違いがハイブリッド重量車の燃費性能・排出ガス特性に及ぼす影響, 自動車技術会論文集, Vol.47, No.5, p.1191-1196 (2016)
- 3) 国土交通省：重量車排出ガスの測定方法(別添41), p.34-36 (2008)