

報告

大型自動車排出ガス実験システムに係る基礎的検討 (その2)

横田久司 竹永裕二 清宮隆治
 梅原秀夫 福岡三郎 飯田靖雄
 舟島正直 吉村睦男

1 はじめに

大型自動車排出ガス実験システム（以下、大型システムと記する。）の主な性能、機能等に関する基礎的検討については前報に報告した。

そのなかで、シャンドイナモメータ（以下、C/Dと記する。）を用いて排出ガス測定を行う際の、動力吸収性能等に関するクロスチェックの必要性を指摘したが、今回、(財)日本自動車研究所（以下、JARIと記する。）とのクロスチェック測定を行ったので、その結果を報告する。

また、粒子状物質（以下、PMと記する。）サンプリング方法として、大型システムに付属の希釈トンネル・サンプリング装置（以下、DLSと記する。）及びハイ・ボリューム・エアー・サンプラ（以下、HVSと記する。）の比較検討を行ったのでその結果を報告する。

併せて、今年度から、C/Dの負荷設定の精度向上と安

定性確保のために、従来の高速道路に替えてテストコースとして使用することになった通産省工業技術院機械技術研究所試走路の概要及び試験内容を紹介します。

2 クロスチェック

(1) 実験装置及び実験車の概要

実験車は、最大積載量11.5トンの大型貨物車（元年規制車）及び同4トンの中型貨物車で、表1に車両諸元を示した。

表2、表3にC/D及び排出ガス計測システムの比較を示した。JARIのC/Dは、渦電流電気動力式であり、慣性は、固定慣性及びフライホイールにより全てが機械慣性で250kgピッチに設定され、固定慣性及びフライホイールの機械的損失は動力計により補償されている。

一方、環境科学研究所（以下、環研と記する。）のC/Dは直流電気動力式であり、大部分を固定慣性及びフ

表1 車両諸元

試験自動車	大型貨物車	中型貨物車
車名	いすゞ	三菱
型式	U-CXG18	FK417K
車両重量(kg)	8,220	3,600
最大積載量(kg)	11,500	4,000
車両重量(kg)	19,830	7,765
原動機型式	6RB1	6D16
総排気量(cc)	13,741	7,545
最高出力(ps/rpm)	340/2,000	185/2,800
変速比	1速	7.826
	2速	4.565
	3速	2.698
	4速	1.844
	5速	1.369
	6速	1.000
	7速	0.742
終減速比	4.333	4.444
タイヤサイズ	10.00-20-14PR	225/70R 17.5
等価慣性重量(kg)	13,250	5,500

表2 シャンドイナモメータ主要諸元

		東京都環境科学研究所	(財)日本自動車研究所
製作		神明電舎	神明電舎
車速		0~120km/h	0~120km/h
ローラ	型式	シングル	シングル
	直径	1.061mm	1.061mm
	幅	900mm	850mm
動力計	形式	直流電気動力計	渦電流電気動力計
	吸収	370kw	370kw
	駆動	300kw	—
慣性補償	慣性重量	3,000~20,000kg	4,000~20,000kg
	固定	4,500kg	調整ピッチ:250kg
	固定	7,500kg	
	フライホイール	4,000kg/枚	
	電気慣性	-1,500~4,500kg	
エンジン	風速	0~100km/h	70km/h固定
冷却ファン	風量	Max 1.875m ³	
タイヤ	風速	0~100km/h	付き
冷却ファン	風量	MAX 100m ³ (4ヶ所)	

表3 排出ガス計測システム主要諸元

東京都環境科学研究所		(財) 日本自動車研究所	
機器(型式)	概略仕様	機器(型式)	概略仕様
自動車排出ガス分析装置 (MEXA-9400F)	直接測定用 CO, CO ₂ , NO (NDIR) THC (H-FID): 191℃保温 NO _x (H-CLD): 65℃保温 O ₂ (磁気圧式) CVS測定用 CO, CO ₂ (NDIR) THC (H-FID) CH ₄ (GC)	自動車排出ガス分析装置 (MEXA-9100D)	直接測定用 CO, CO ₂ , NO (NDIR) THC (FID) NO _x (CLD) O ₂ (磁気圧式)
CVS装置 (CVS-120T)	CFV方式 流量: 120, 90, 60, 40m ³ /min ベンチュリ自動交換 熱交換器	無し	瞬時値演算方式
希釈トンネル (DLT-24120W)	主希釈トンネル トンネル直径 609.6mm 有効長さ 6503.3mm 最大流量 120m ³ /min	無し	

表4 排出ガスクロスチェック結果

4トン車 (FK417K)

走行パターン	NO _x (g/km)		CO(g/km)		HC(g/km)		CO ₂ (g/km)		燃費率(km/l)		
	環研	JARI	環研	JARI	環研	JARI	環研	JARI	環研	JARI	
M-15	1	4.48	4.47	2.84	2.74	1.90	1.59	515.1	514.9	5.11	4.83
	2	4.52	—	2.80	—	1.90	—	515.5	—	5.10	—
	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	平均	4.50	4.47	2.82	2.74	1.90	1.59	515.3	514.9	5.11	4.83
NO.05	1	3.60	3.25	2.36	2.30	1.50	1.58	395.7	382.6	6.64	6.49
	2	3.53	3.27	2.46	2.38	1.69	1.67	401.3	387.3	6.54	6.39
	3	3.51	—	2.54	—	1.81	—	400.7	—	6.54	—
	平均	3.55	3.26	2.45	2.34	1.67	1.63	399.2	385.0	6.57	6.44
NO.10	1	2.86	2.86	1.39	1.32	1.03	0.74	333.6	346.4	7.92	7.32
	2	2.81	2.83	1.25	1.31	0.89	0.65	324.6	340.1	8.15	7.41
	3	2.79	—	1.25	—	0.91	—	322.6	—	8.20	—
	平均	2.82	2.85	1.30	1.32	0.94	0.70	326.9	343.3	8.09	7.37

11.5トン車 (U-CXG18)

走行パターン	NO _x (g/km)		CO(g/km)		HC(g/km)		CO ₂ (g/km)		燃費率(km/l)		
	環研	JARI	環研	JARI	環研	JARI	環研	JARI	環研	JARI	
M-15	1	9.53	9.86	3.57	3.07	1.59	1.88	1083.0	958.6	2.46	2.32
	2	9.94	—	3.04	—	1.70	—	1059.6	—	2.51	—
	3	10.09	—	3.02	—	1.73	—	1065.3	—	2.50	—
	平均	9.85	9.86	3.21	3.07	1.67	1.88	1069.3	958.6	2.49	2.32
NO.05	1	7.53	7.16	2.56	2.52	1.59	1.74	748.8	697.8	—	3.37
	2	7.83	7.10	2.71	2.47	1.65	1.79	768.1	694.6	3.45	3.36
	3	7.74	—	2.77	—	1.66	—	762.8	—	3.48	—
	平均	7.70	7.13	2.68	2.50	1.63	1.77	759.9	695.7	3.47	3.37
NO.10	1	5.71	5.76	1.40	1.32	0.83	0.87	613.3	606.8	4.34	4.06
	2	5.90	5.76	1.35	1.46	0.84	0.84	615.6	613.7	4.33	3.99
	3	5.50	—	1.12	—	0.66	—	584.6	—	4.56	—
	4	5.53	—	1.22	—	0.71	—	597.7	—	4.46	—
	平均	5.66	5.76	1.27	1.39	0.76	0.86	602.8	610.3	4.42	4.03

ライホイールで設定し、残りを電気慣性で補償している。そのため、過渡運転時には、制御応答時間の遅れによる誤差を生じるが、その遅れは、10~20Hzであり実用上問題は無いとされている。

実験に際し、慣性重量は半積載状態とし、JARIと環研の条件を等しくしている。

排出ガス計測システムは、JARIは排出ガス濃度を直接分析計で測定し、エンジンへの吸入空気流量と燃料流量を計測して計算した排出ガス流量との瞬時値演算方式であるのに対し、環研は、CVS - BAG方式（THCのみ、CVS積算方式）である。

井上らは²⁾両方式の比較測定を行い、演算方式がCVS方式より約4%程低い結果を得た。そして、演算方式はCVS法とほぼ同等の結果が得られると評価している。

(2) 実験方法

ア 走行抵抗の設定

JARIのテストコースにおいて、惰行法により走行抵抗を測定し、C/Dに設定した。JARIは多点設定方式、環研は2次関数設定方式である。

イ 試験モード

クロスチェックには、M-15、東京都実走行パターンNO.5、NO.10の3種類の試験モードを使用した。

試験車は、運転の個人差を除くため、JARIのドライバー1名が双方の施設で運転を行った。

(3) 結果及び考察

表4に、排出量 (g/km) 及び燃費率 (km/l) の測定結果を示した。各々の試験結果について、環研とJARIの値の比を求め、表5に示した。

4トン車、10トン車共に、THCを除いてその差は数%以内である。また、標準偏差も同程度である。したがって、全般的にはよい一致をみたといえる。

両者の差は小さいものであるが、環研側が若干大きい値となっている。この結果については、両者の相違点である①動力計、②走行抵抗設定方式、③慣性設定方式、④排出量計算方法等の違いによる影響について、詳細な検討が必要であろう。

THCについては、若干差異が大きく、変動が大きくなっている。この原因については現在のところ不明である。

表5 測定データの比

4トン車 (FK417K)

走行パターン	NO _x	CO	HC	CO ₂	燃費率
M-15	1.01	1.03	1.19	1.00	1.06
NO.05	1.09	1.05	1.02	1.04	1.02
NO.10	0.99	0.98	1.34	0.95	1.10
平均	1.03	1.02	1.19	1.00	1.06

11.5トン車 (U-CXG18)

走行パターン	NO _x	CO	HC	CO ₂	燃費率
M-15	1.00	1.05	0.89	1.12	1.07
NO.05	1.08	1.07	0.92	1.09	1.03
NO.10	0.98	0.92	0.88	0.99	1.10
平均	1.02	1.01	0.90	1.07	1.07

全平均	1.02	1.02	1.04	1.03	1.06
標準偏差	0.04	0.05	0.17	0.06	0.03

注) 1. 表4の各走行パターン毎の平均値の環研/JARIの比を示した。

3 粒子状物質サンプリング方法の検討

(1) 実験方法及び装置

PMの採取は、希釈トンネルからDLS、HVSを用いて行った。図1にPMサンプリング系統図を示した。また、表6にDLS及びHVSの装置仕様を示した。

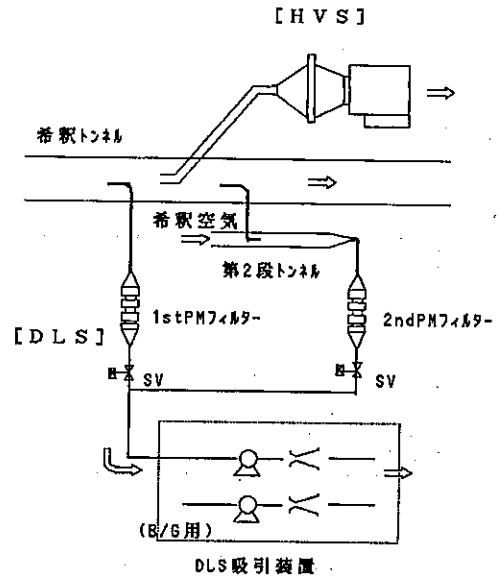


図1 PMサンプリング系統図

表6 DLS と HVS の比較

	DLS	HVS
サンプル流量	75~150 l/min	800~900 l/min
サンプル吸引系路	第1段トンネル或は第2段トンネルから吸引	第1段トンネルから吸引
吸引方式	ルーツブロワ	整流子モータ
流量検出素子	ベンチュリー流量計	7ロート式(バイパス方式)
流量設定	コントロール装置付き 温度, 圧力補正 流量演算機能付き	手動(スライダック調整)
PM捕集フィルター	外径70mm	203mm × 253mm

DLSの場合、フィルターの圧損400mmHgが捕集の限界であること及び捕集後のフィルターの計量限界を考慮して第1段、第2段トンネルを使い分けている。実際には、東京都突走行パターンの後半(NO. 6 ~ NO. 7以降)において第2段トンネルを使用することが多い。

(2) 結果及び考察

図2に、平成3年度に両方式で測定を行った全データのDLS及びHVSによるPMデータ(g/km)を示した。おおむね、よい一致をしていると判断される。

この結果から、HVS法は、排出ガスの温度補正をしていないこと、PM捕集中に流量補正を目視により行う必要があることなどの手間が必要であるが、分析のために多量のPM試料が必要な微量有害物質(多環芳香族炭化水素等)の測定のための簡易な採取方法としては使えることが確認できた。

また、第1段、第2段トンネルを前述のような理由で使い分けているが、PM測定結果はほとんど同等の結果が得られている。

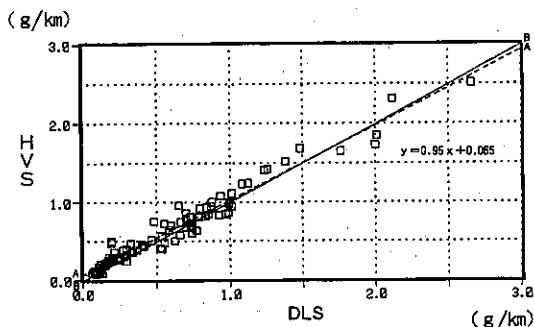


図2 HVS と DLS によるPM排出量 (g/km) の比較

4 テストコースにおける路上走行抵抗測定

大型トラック、バスについては、各自動車メーカーが基本的な車両型式の走行抵抗係数(転がり抵抗係数、前面投影面積、空気抵抗係数)を把握しているが、

- 一般に使用されている車両の形状、架装は、ユーザーの注文生産的要素が大きく、必ずしも基本車型と同一とはいえない。

- 実際の試験車は、タイヤの摩耗、タイヤ空気圧、機械的損失等の程度が走行抵抗に大きく影響することが明らかである。

等の理由から、各試験車について走行抵抗を測定する必要がある。

(1) 試験内容

路上における走行抵抗をC/D上に再現させることを、負荷設定といい、運輸省が定める惰行法(参考)を大型車についても準用した。

試験車を指定速度+5km/hを超える速度から、変速機を中立にして惰行させ、惰行時間を測定し、転がり抵抗、空気抵抗を求める。

測定回数は、各車速とも、上下方向について各々3回程度繰り返し測定を行っている。

(2) 試走路概要

試走路は直線部幅員12mで3車線、一周3,200m、アスファルト舗装である。上記道路は、直線部分が約800mあり、縦断勾配が平坦であることから、テストコースとして選定した。

参考：運輸省が定める試験法(ディーゼル10・15モード: TRIAS 24-3-1985)に規定されている負荷設定の主な事項

① 走行抵抗を測定する試験路についての規定

- 乾燥した直線平坦路であること。
- 大気圧、気温、風の測定を行うこと。
- 風の状態は、試験路に平行な風速成分が平均5 m/sec以下、垂直な風速成分が平均2 m/sec以下

② 負荷設定(試験路における走行抵抗の測定)方法の規定

- 走行抵抗の測定を行う速度：20km/h ~ 70km/h
- 試験車の運転状態：変速機を中立にして、ブレーキ操作及びハンドル操作は行わない。

5 おわりに

前年に引き続き、大型自動車排出ガス実験システムに関する基礎的検討結果について報告した。大型トラック、バス等の車両の排出ガス測定が行えるのは、我が国では施設も少なく、特に CVS 装置付きという条件では当研究所のみである。

また、重量ディーゼル車に対する新しい排出ガス試験モード（D-13モード）は、エンジン・ダイナモ・メータを使用することを前提に規定されている。

このことは、当研究所において大型トラック、バス等の排出ガス測定をC/Dを用いて行う場合、C/Dの負荷設定、排出ガスの測定方法等について、運輸省が定める試験法やEPAの試験方法を参考にしながら、新たに検討を重ねて行かなければならない面が数多いということで

ある。

また、当研究所独自の排出ガス測定に関する実用的なルール作りが、測定結果の信頼性、再現性を高める上でも必要であろう。

今後も、必要に応じて本システムの性能、機能等に関するチェックを行っていかねばならない。

参考文献

- 1) 横田ら：「大型自動車排出ガス実験システムについて」、東京都環境科学研究所年報1991-2
- 2) 井上浩一ら：「渦室式ディーゼルエンジンの汚染物質排出量の検討——NO_xを中心にして——」、東京都公害研究所年報1980，昭和55年3月