

報 告

大型自動車排出ガス実験システムについて

横 田 久 司 福 岡 三 郎 飯 田 靖 雄
舟 島 正 直 竹 永 裕 二 梅 原 秀 夫
吉 村 睦 男

1 はじめに

当所では、平成2年度に自動車排出ガス実験施設を更新し、新たに大型自動車排出ガス実験システム（以下、システムという。）を増設した。本システムは、車両総重量最大20トンまでのトラック、バスの排出ガス測定が可能となるものであり、国内では数少ない施設の一つである。

自動車排出ガスに関しては、従来から、小型シャシダイナモメータ等を利用して、

- ① 都内における排出量算出のための排出係数（エミッション・ファクタ）等基礎資料の作成
- ② ライトバンの乗用車なみ規制の技術的可能性の確認
- ③ LPG車の排出ガス対策の改善
- ④ 使用過程車の排出ガス規制上の問題点の抽出

等の調査研究を行ってきた。

しかしながら、東京等の大都市におけるNO₂による大気汚染はいまだに深刻な状況にある。NO_xの排出状況を見ると、ディーゼル自動車の影響が大きく、とりわけ大型ディーゼル車（10トン車クラス）は、走行条件によっては、ガソリン乗用車の20～30倍となることもあり、NO_xや浮遊粒子状物質の発生源として大きなウエートを占める大型トラック、バス等の大型ディーゼル車対策が緊急の課題となっている。

そのため、都では、大型トラック、バスの排出ガス低減対策に関する具体的な調査研究を、独自に進めるべく、システムの整備を進めてきた。

法による規制がエンジン単体を対象としているのに対し、本システムは、実際に路上を走行している車両を対象に、汚染物質の排出状況を把握することを第一の目的としている。

本システムにより、大型ディーゼル車について、

- ① 都内における排出量算出のためのエミッション・ファクタ等の基礎資料の作成
等、従来、委託により行ってきた調査に加えて、
- ② NO_x低減手法の検討
- ③ 浮遊粒子状物質の排出実態の把握
- ④ 浮遊粒子状物質低減手法の検討
等、多くの調査研究が可能になる。

ここでは、当システムの概要を紹介すると共に、システムの性能、機能等に関する基礎的検討結果について述べる。

2 システムの概要

(1) 設計概要

大型自動車の排出ガス測定については、わが国に法的な規格がないため、システムの設計に当たっては、①運輸省の定める新型自動車試験方法¹⁾、及び②米国EPAの大型エンジン試験方法の規格を参考にした。

システムの系統図を図1に示した。

(2) シャシダイナモメータ諸元

シャシダイナモメータの主要諸元を表1に示した。

(3) 排出ガス計測システム諸元

排出ガス計測システムの主要諸元及びEPA規格との主要箇所についての比較を表2に示した。なお、大型自動車排出ガス実験室は、室温25±5℃にコントロールされている。

3 システムの性能に関する基礎的検討

排出ガス測定は、試験車両をシャシダイナモメータに乗せて、規定のモード運転を行い、この間の排出ガスを採取して、排出ガスの濃度測定を行い、計算により単位走行距離当りの排出重量を求めることにより実施される。

したがって、排出ガス試験を正確かつ再現性よく実施

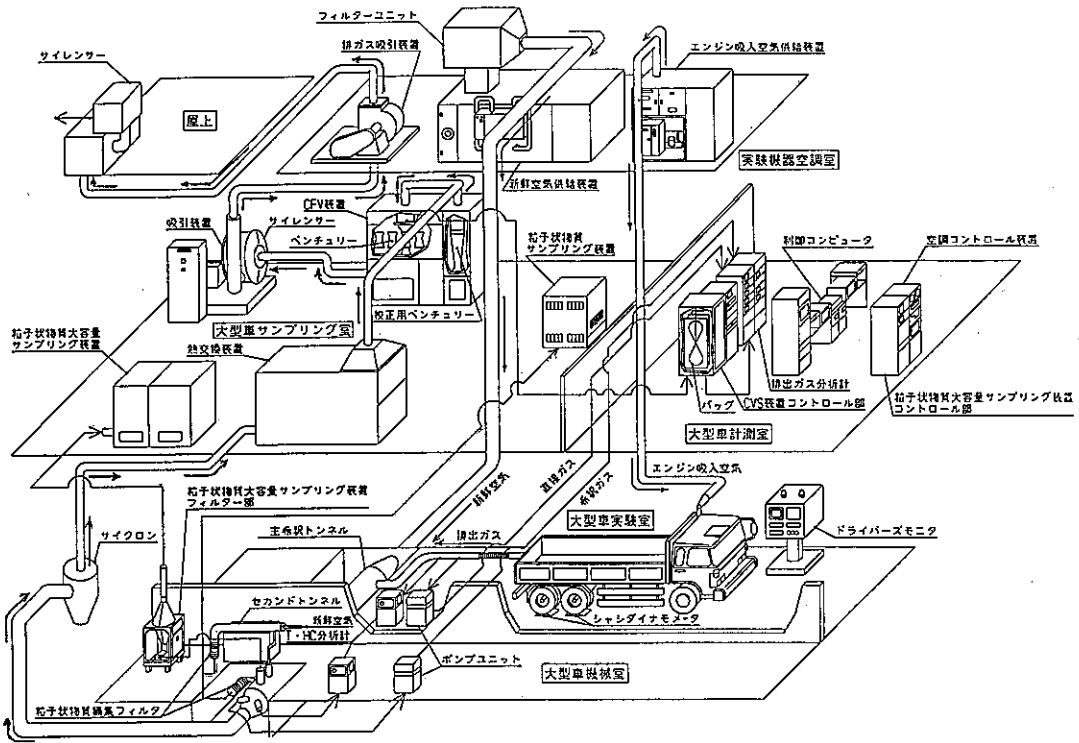


図1 大型自動車排出ガス実験システム系統図

表1 大型シャシダイナモメータ主要諸元

試 験 車 両	トラック、バス	
車 両 総 重 量	3,000 ~ 20,000kg	
駆 動 輪	後軸 / 2軸, 1軸	
ホ イ ー ル ベ ー ス	2,000 ~ 8,000mm	
ト レ ッ ド	1,240 ~ 2,050mm	
車 速	0 ~ 120km/h	
ロ ー ラ	型 式	シングル
	直 径	1,061mm
	幅	900mm
	内 幅	800mm
	前後ローラ間	1,300mm
動 力 計	形 式	直流電気動力計
	吸 収	370kW
	駆 動	300kW

慣 性 補 償	慣 性 重 量	3,000 ~ 20,000kg
	固 定 (1 軸)	4,500kg
	固 定 (2 軸)	7,500kg
	フ ラ イ ホ イ ー ル (2 枚)	4,000kg/枚
	電 気 慣 性	-1,500 ~ 4,500kg
エ ン ジ ン	風 速	0 ~ 100km/h
冷 却 フ ァ ン	風 量	Max 1,875m³
補 助 冷 却 フ ァ ン	風 速	10 ~ 80km/h
	風 量	Max 513m³
タ イ ヤ 冷 却 フ ァ ン	風 速	0 ~ 100km/h
	風 量	Max 100m³ (4ヶ所)

表2 大型自動車用排出ガス計測システム主要機器仕様

項番	機器 (型式)	概略仕様	EPA規格との比較
1	自動車排出ガス分析装置 (MEXA-9400F)	直接測定用 分析項目 CO, CO ₂ , NO (NDIR) THC (H-FID) : 191°C加熱 NO _x (H-CLD) : 65°C保温 O ₂ (磁気圧式) 応答時間 5.1 ~ 8.4sec CVS測定用 分析項目 CO, CO ₂ (NDIR) THC (H-FID) CH ₄ (GC)	加熱サンプリング : 191°C 保温サンプリング : 55°C以上 サンプルプローブ入口から20sec以内
2	C V S 装置 (CVS-120T)	臨海流量ベンチュリ方式 (CFV) 流量 : 120, 90, 60, 40m ³ /min ベンチュリ自動交換 熱交換器	CFV-CVSには熱交換器が必要
3	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 2段希釈トンネル方式 内径 82.7mm以上 滞留時間 2.7sec プローブ長さ 900mm フィルタ径 70mm	457mm以上 直径の10倍以上 (採取点) 内径 76.2mm以上 0.25sec以上 プローブ長さ 914mm以下 フィルタ径 70mm以上
4	粒子状物質サンプリング装置 (DLS-150)	サンプル流量 75 ~ 150 l/min サンプリング箇所 1段, 2段希釈トンネル 及びバックグラウンド 流量検出 : ベンチュリ流量計	
5	粒子状物質測定機 (UHVS-5)	サンプル流量 2 ~ 5m ³ /min フィルタ面積 508mm×508mm 流量検出 : ベンチュリ流量計	
6	制御コンピュータ (VETS-9000)	CPU : 32bits OS : HP-UX バッグマス解析 モーダルマス解析	
7	空気清浄機	希釈トンネル用 流量 140m ³ /min (Max) 温度 25±5°C 湿度 50±10%以内 エンジン吸入空気 温度 25±5°C 湿度 50±70%可変	温度 25±5°C
8	排気設備	流量 200m ³ /min (最大)	

すること、すなわち実際の道路上の運転状態や汚染物質の排出状態を再現するためには、

- ① シャシダイナモメータの動力吸収特性を路上走行抵抗に合致させること。
 - ② 走行サイクルを忠実に、かつ再現性よく実行すること。
シャシダイナモメータにおける自動車の運転は、運転指示計（ドライバーズエイド）に表示された走行パターンを人間が追跡する形をとっており、熟練性が必要とされることが問題点の一つである。
 - ③ 大気状態（大気圧、温度、湿度）が変動する場合には、標準状態に換算できること
 - ④ 排出ガスサンプリング装置（CVS装置）の精度と信頼性を向上すること。
 - ⑤ 排出ガス分析計の精度と信頼性を向上すること。
- 等が必要である。

このうち、③に関わる実験室空調、希釈トンネル用空気及びエンジン吸入空気は、前節に示したように、規定の条件に制御が可能である。また、④、⑤の装置本体については、納入時試験において確認したので省略する。

ここでは、主に①、②とシステムの総合的性能について検討した結果を報告する。試験には、大型バスを使用した。バスの諸元等は、環境保全局行政交流会誌³⁾を参照。

(1) シャシダイナモメータの予備試験

ア シャシダイナモメータへの負荷設定

惰行法による走行抵抗の測定を行い、次の走行抵抗曲線を得た。

$$F = a \cdot V^2 + b \dots \textcircled{1}$$

ただし、F: 走行抵抗 (kgf)

a: 空気抵抗係数=0.0256

V: 車速 (km/h)

b: 転がり抵抗=98.13 (kgf)

①式により、走行抵抗をシャシダイナモメータに設定した。図2に示すように低速部分では走行抵抗に匹敵する機械的損失（以下、メカニカル・ロスという。）があるが、電気慣性によって補償されている。

イ スリップ特性試験

(ア) シャシダイナモメータでは、試験車をローラに乗せた状態で運転を行う。従って、できるだけスリップの少ない状態が望ましい。文献(4)の方法により、ロードローラ回転数を一定にして、トルクを変化させたとき

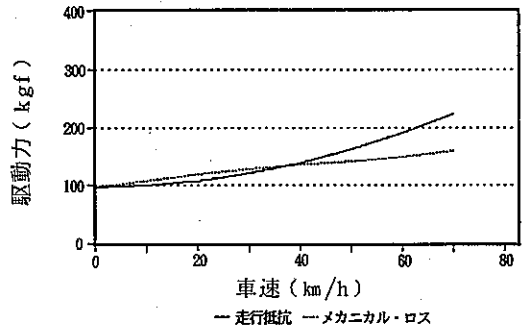


図2 大型バスの走行抵抗曲線

のエンジン回転数の変化によりスリップ比を調べた。

$$Snl = (Np(x) - Np(0)) / Np(0) \times 100 \dots \textcircled{2}$$

Snl : ロードローラ に対する変速機出力軸のスリップ比

$Np(x)$: トルクが、 $x \text{ kg}\cdot\text{m}$ のときのエンジン回転数

$Np(0)$: トルクが、 $0 \text{ kg}\cdot\text{m}$ のときのエンジン回転数

図3に示したように、タイヤ空気圧による大きな違いはなく、最大駆動力に近づくにつれ、スリップ比が大きくなり、最大1.5%程度であった。

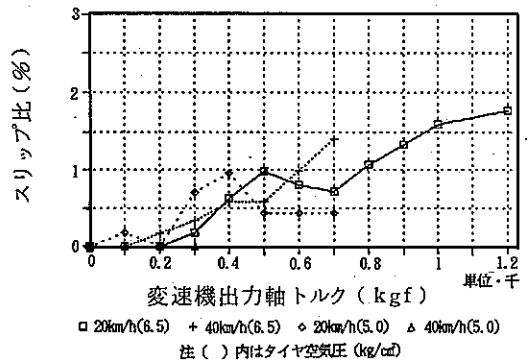


図3 スリップの影響

(イ) バス車載の車速計、及び非接触速度計（㈱小野測器製LC-660B）から算出した距離とシャシダイナモメータのローラ回転数から算出した距離との比較を行い、過渡運転時のスリップ、及び滑り止め荷重の影響について調べた。

ただし、LC-660Bとシャシダイナモメータ距離との直接比較は不可能なため、バスによる路上走行時の測定結果（車載計とLC-660B）とシャシダイナモメータにおける東京都実走行パターンNo. 2, 5, 8の測定結果（車載計とシャシダイナモメータ距離）を用いて、間接的な比較を行った。

この結果、

① 非接触速度計の距離を1とすると、シャシダイナモメータ距離は0.9617、車載距離は1.0608となった。非接触速度計の値を基準にすると、実走行パターン試験時のローラのスリップは平均的には約3.8%と考えられる。

なお、車載速度計について、JIS-D5601では、正側の誤差（40km/h以上）のみを認めており、車載の速度計が過大側にあるのではないかと推定される。

② シャシダイナモメータ上で車を運転した際、加減速時の車体の上下方向への振動等でローラとの摩擦抵抗が変動すること、タイヤの空気圧による走行抵抗の違い等が指摘されている。

試験車に滑り止め荷重（砂袋）を1トンまで載せた場合と、タイヤ空気圧を5.0~6.5kg/cm²（適正圧）に変化させたときの走行距離の比率を調べた（図4参照）。この場合は、車載距離とシャシダイナモメータ距離の比をスリップ比としている。

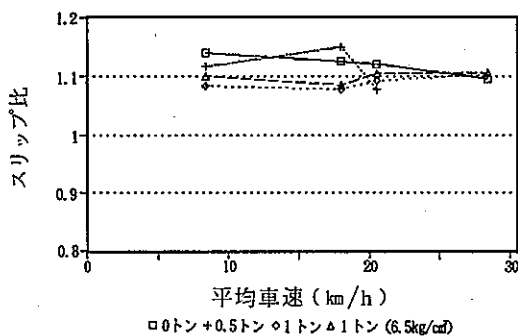


図4 滑り止め荷重の影響

滑り止め荷重なしの場合が若干スリップ比が大きいものの、明確な差は認められなかった。

以上の結果から、本シャシダイナモメータにおいては、スリップの動力吸収への影響は少ないものと判断される。

(2) 排出ガス測定試験

ア 走行パターンに対する追従性

従来、小型シャシダイナモメータによる排出ガス測定の場合、ガソリン貨客車による走行調査から作成された走行パターン（東京都実走行パターン）⁵⁾を使用してきた。しかし、大型車の場合、実際の道路ではガソリン貨客車の加減速には追従できないため、実走行パターンの指示速度に追従できない可能性がある。そのため、実走行パターンを修正無しのままドライバズエイド（運転指示計）に入力し、指示速度に対する追従性を調べた。図5に、追従できない加速時及び減速時の例を示した。

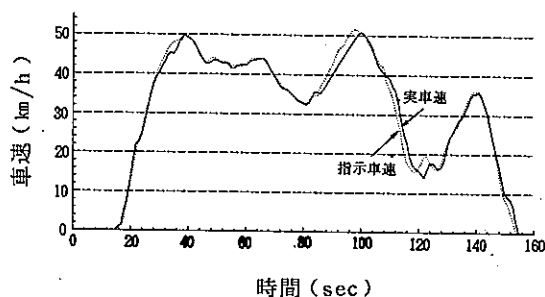


図5 指示速度に対する追従性のテスト例

また、実走行パターン No. 2, 5, 8を運転した場合の許容範囲（速度±2 km/h以内、時間±1 sec以内）を外れた平均時間を表3に示した。いずれも、総運転時間の約1.6%にあたり、若干運転誤差が大きいといえる。

実走行パターンについては、今後修正を加えていく方針である。

イ 排出ガス測定の再現性

現在の実走行パターンを用いて、排出ガスの再現性を調べた。実走行パターン No. 2, 5, 8の測定結果を表3に示した。排出量測定値の変動係数をみると、

NOx	: 0.26~5.21%
HC	: 11.91~37.43%
CO	: 5.60~21.11%
CO	: 0.65~5.24%
燃費	: 0.51~ 5.17%

となっており、HC, CO以外は再現性は良いと判断される。

なお、この場合の大型バスの運転は、熟練者以外の普通免許保有者も加えて行っており、データの変動は、これ以上増えることはないと考えられる。

表3 大型バス排出ガス測定結果(再現性試験)

試験パターン		車速 (km/h)	走行距離 (km)	排出量 (g/km)				燃費 (km/ℓ)	運転エラー (%)
				NOx	HC	CO	CO ₂		
No. 2 (878sec)	平均	8.34	2.034	8.01	0.79	2.53	1451.63	1.85	1.65
	標準偏差	0.12	0.030	0.42	0.29	0.22	76.10	0.10	1.32
	変動係数(%)	1.47	1.46	5.21	37.43	8.85	5.24	5.17	80.0
No. 5 (1,173sec)	平均	17.92	5.859	6.22	0.35	1.49	1051.10	2.53	1.60
	標準偏差	0.16	0.054	0.14	0.04	0.08	14.21	0.01	1.35
	変動係数(%)	0.92	0.92	2.26	11.91	5.60	1.35	0.51	84.4
No. 8 (1,175sec)	平均	28.47	9.326	4.80	0.32	1.32	841.95	3.18	1.54
	標準偏差	0.09	0.031	0.01	0.05	0.28	5.44	0.02	0.42
	変動係数(%)	0.32	0.33	0.26	16.65	21.11	0.65	0.79	27.3

(3) 粒子状物質測定系

粒子状物質の測定装置(DLS-150)には、1段希釈トンネルと2段希釈トンネルの二つの系列がある。2系列の比較を実走行パターンNo. 2, 5, 8について行った(表4参照)。いずれも、2段希釈トンネルのデータが大きくなっているが、測定回数が少ないこともあり、今後引き続き検討を進めていくこととしている。

表4 粒子状物質測定結果

実走行パターン	排出量 (g/km)	
	1stトンネル	2ndトンネル
No. 2	1.373	1.542
No. 5	0.978	1.220
No. 8	0.775	1.084

4 まとめ

(1) クロスチェックの必要性

シャシダイナモメータによる排出ガス測定には前述したように、精度に影響する種々の要因がある。特に、シャシダイナモメータの動力吸収性能については、装置固有のメカニカル・ロス等があり、路上走行の再現の程度に直接的に係わり、また排出ガスデータの信頼性に影響がある。

従って、公的研究機関である当研究所のデータが常に高い信頼性を担保されるためには、定期的に他の研究機関等と測定システムのクロスチェックを実施し、実験設

備、実験方法の妥当性の確認等を行っていく必要がある。

(2) 今後の研究課題

本システムは、前述したように実際に路上を走行している車両を対象に、汚染物質の排出状況を把握することを第一の目的としている。従って、大型トラック、バス等の大型ディーゼル車を中心に、①排出実態の把握、②NOx、浮遊粒子状物質低減手法の検討に重点を置いて研究を進めていくこととしている。

(3) 測定方法の検討

平成元年12月の中央公害対策審議会答申⁹⁾によれば、ディーゼル車の排出ガス測定について、車両総重量2,500kgを超える車両は13モードにより測定をすることとしている。この測定はエンジンベース試験によることとしており、車両ベース試験については規定していない。

しかし、使用過程車の排出ガス排出実態の把握という面からみれば、シャシダイナモメータによって法定モードとなる13モードを車両ベースで測定することが必要であり、今後は本システムを用いて13モードによる排出ガス測定を検討して行くこととしている。

参考文献

- 1) 自動車認証制度研究会編「新型自動車審査関係基準集」、交文社。
- 2) EPA: Code of Federal Regulations, Protection of Environment, 40 Parts 86~99, Subpart N.
- 3) 竹永裕二ら: 「車載計測システムによる大型ディー

ゼル車からのNO_x排出実態の把握 ～都バス改造車による検討～」環境保全局行政交流会誌, 15 (平成2年度).

4) (社)日本機械学会: 「自動車排気ガス試験方法の標準化に関する調査研究」昭和50年3月.

5) 東京都公害研究所: 自動車排出ガスに関する調査研究 (I), (昭和52年3月).

6) 中央公害対策審議会: 今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について (答申), (平成元年12月22日).