

車載計測システムによる大型ディーゼル 自動車からのNO_x排出特性の把握

横田 久司 中村 健 舟島 正直
福岡 三郎 梅原 秀夫

1 はじめに

大型ディーゼル自動車からのNO_x排出実態を把握する方法として、車載計測システム (On Board Type-Measurement System, 以下OBT-MSと言う) について検討した。OBT-MSは、測定機器を試験車に搭載し、走行中の試験車自身からの吸入空気流量、NO_x濃度等を連続的に計測、記録し、走行後にコンピュータにより、サンプリング間隔 (0.5秒程度) 毎に逐次演算を行い、NO_x排出量を求めるものである。同様な考え方は、最近、吉田ら¹⁾、Staabら²⁾によって、報告されている。

この方法の特徴は、大規模な実験施設を使わずに実際の路上走行時のNO_x排出量を計測できること、実走行時の車速、加速度等の走行特性を同時に計測できること等である。

我々は、OBT-MSの測定方法としての確立、及びOBT-MSにより、大型ディーゼル自動車の

- (1) 排出原単位を求めること
- (2) 実際の走行時の排出状況を把握すること

を目的に、昭和61年度から研究を開始した。

従来、自動車排出ガスの排出原単位は、シャシー・ダイナモメータ (以下、C/D) を用いて、実験室内で測定されている。その場合、都市域における排出総量の推定を主たる目的としているため、

- ① 各都市における走行調査から抽出した、数個の代表的な実走行パターンでの走行
- ② 実験室内の温度は、25±5℃にコントロールされ、NO_xの排出に影響を与える大気圧、湿度は標準状態に補正

等のように規格化された条件で実験が行われている。

これに対し、OBT-MSによる路上走行中の計測の場合、交通状態、道路特性、運転特性、気象条件等、種々の環境条件の影響のもとで行われる。

従って、上記の目的を達成するためには、これらの環境条件に関する情報を的確に把握し、NO_x排出に与える影響度合を定量的に明らかにすることが必要である。また、OBT-MSによる実走行テストで得られたNO_x排出特性、走行特性等の測定値との関係について、適切なデータ処理手法を確立することも必要である。

これにより、C/Dによる測定精度の検証のための情報を得ることも可能になるであろう。

ここでは、OBT-MSの測定方法としての検討結果と、直噴式ディーゼル・トラックを使用して実走行調査を行った結果得られた、若干の知見について報告する。

2 実験

(1) OBT-MS

ア 計測機器

NO_x計は、化学発光式 (掘場製作所製 MEXA1120-CLT-H) で、サンプリング経路での吸着等を防ぐため、加熱サンプリング方式のタイプとした。このため、消費電力が大きくなり、エンジン発電機を必要とした。

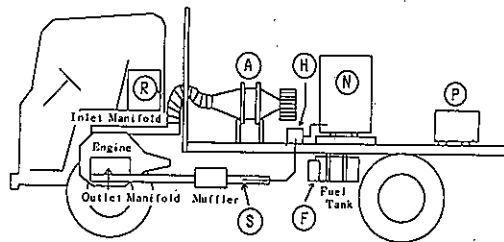
吸入空気流量計は、層流型 (司測研製 LFE-350) を用い、走行中の慣性力が差圧指示値に対する誤差となって現れることを防ぐために、差圧センサのダイヤフラム弁に気体を使用するタイプを用いた。

走行状態データとして、車速、燃料消費量 (積算型)、走行距離等を記録した (日本電子科学製 ACM-4)。

データ収録には、アナログ・タイプのデータ・レコーダ (ソニーマグネスケール製 DFR-4915) を使用し、19.05cm/secのテープ速度で収録した。

予備的に収録したデータのスペクトル分布から高周波成分のノイズが多いことが分かったため、ローパス・フィルタを各測定機器とデータ・レコーダの間に置いた。

車載時の概念図を図1に示した。



A: 吸入空気流量計 F: 燃料流量計 H: 加熱フィルター
N: NOx計 P: エンジン発電機 R: 走行状態記録装置
S: サンプルング・ポイント

図1 車載測定システム概略図

イ データの処理

走行後、パーソナル・コンピュータHP-330システムにより、データ処理を行った。0.1秒毎にA/D変換を行い、サンプリング間隔毎に平均した後、物理量変換を行った。

サンプリング間隔は、日本機械学会報告³⁾による車速、加速度等の周波数分析結果、及び七大都市自動車技術評価委員会報告書等を参考に、0.5secとした。

ウ NOx排出量の算出

NOx排出量は、井上らの方法³⁾に倣い、次式により、サンプリング間隔毎に求めた。なお、ここでは排出ガス流量=吸入空気流量としている。燃焼による排出ガスの増加を空燃比等から補正する必要があるが、ここでは行っていない。

$$q = Va \times Cnox \times dnox \times \Delta t \times 10^{-6} \quad (1)$$

ただし、q ; Δt あたりのNOx 排出量 (g)

Va ; 吸入空気流量 (l/sec)

Cnox ; NOx 濃度 (ppm)

dnox ; NOx 密度=1.91 (g/l)

Δt ; データサンプリング間隔=0.5 (sec)

NOx計については、応答時間の遅れを補正している。90%応答は約1.5秒、デッド・タイムは約6秒であった。

エ CVS法との比較

小型ディーゼル乗用車を用いて、OBT-MSとCVS法との比較テストを行った。図2にOBT-MSとCVS法によるNOx排出量の算出結果を示した。

OBT-MSによる算出値が、CVS法による値より約6.4%低いのが、これは排出ガス流量=吸入空気流量としてい

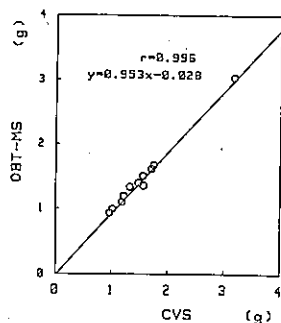


図2 OBT-MSとCVSの比較

るためと考えられ、前述の空燃比による補正を考慮すると、妥当な結果といえる。

(2) 走行調査

ア 試験車

走行調査には、直噴式ディーゼル・トラック (規制年次58年) を使用した。試験車の主要諸元は以下の通り。

型式: P-FRR12JA, エンジン型式: 6BG1

総排気量: 6,490 l, 最大トルク: 44kgm/1800rpm

車両重量: 3,480kg, 最大積載量: 4,250kg]

走行時重量は、4,115kgで積載率は15%であった。

イ 走行路線及び走行時間等

走行月日: 1987年11月24日~12月1日

走行時間帯: 10時~16時

走行路線: 明治通り, 環七通り, 京葉道路, 水戸街道, 首都高速道路 (湾岸, 中央環状線)

調査時の走行は、実際の交通流に逆らわず、ベース・メーカーにならないことを原則とした。

ウ 走行データの処理

① 基本走行モードの区分: 車速が5 km/h以下はアイドリングとし、車速変化が $\pm 0.5 \text{ km/h/sec}$ 以内を定速、それ以外の正の車速変化を加速、負の車速変化を減速とした。

② 小区間: データ処理の便宜上、510秒以内とし、この範囲内で、走行データを次のように分割した。

原則として、アイドリングから次のアイドリングまでを含む走行で、かつ単一の路線の走行とした。

注) 高速道路: 単一の路線の走行で、510秒以内とした。従って、アイドリングを含まない場合がある。

3 結果

(1) 走行データの解析プログラム

走行調査によって得られたデータは、NO_x排出特性、走行特性との関係を明らかにするため、図3に示したデータ解析プログラムによって処理した。

小区間毎のデータは、表1に示した項目について集計した。

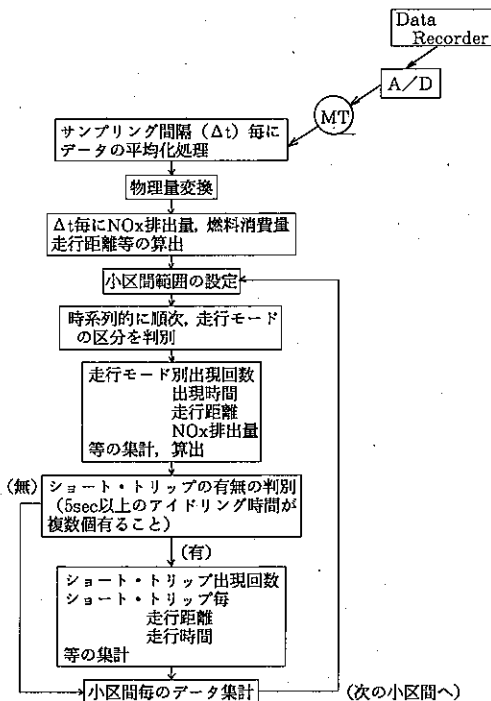


図3 データ解析プログラムブロック、チャート

表1 小区間データ集計項目

走行期日〔年月日, 走行時間 (開始~終了), 運転者氏名
気象条件〔天候, 気圧, 気温, 湿度 (走行前後)〕
道路〔幹線名称, 走行区間 (スタート~到着)〕
小区間データ: 走行時間 (sec), 旅行速度 (km/h),
走行速度 (km/h), 走行距離 (km),
NO _x 排出量 (g/km), NO _x 排出率 (mg/sec),
燃料消費率 (ℓ/sec), 平均加速度 (km/h/sec),
平均減速度 (km/h/sec)
走行モード別データ: 出現頻度 (回/km), 走行時間 (sec),
同比率 (%), 走行時間 (sec), 同比率 (%),
NO _x 排出量 (g), 同比率 (%),
NO _x 排出率 (mg/sec)
ショート・トリップ・データ: 出現頻度 (回/km),
平均トリップ時間 (sec),
平均走行距離 (km)

(2) 走行調査結果

ア NO_x排出係数と旅行速度

今回の走行調査の環境条件を列挙すると、

- ① 走行路線: 幹線道路 (一部, 有料道路を含む)
- ② 交通条件: 平日の昼間
- ③ 運転者: 3名で交替
- ⑤ 気象条件: 平均湿度53.7%, 気温12.0°C

となる。

図4に、NO_x排出量と旅行速度の関係を示した。同型車両 (型式P-FRR12LW) のC/Dによる調査結果⁴⁾を破線で示した。旅行速度に対する同様な傾向がみられたが、C/Dの値が25~30%大きくなっている。

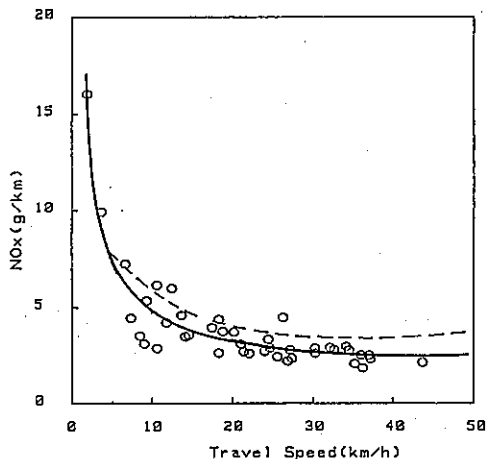


図4 NO_x排出量と旅行速度

OBT-MSの場合、気象条件のNO_x排出に与える影響は定量的には明らかではないが、仮に法定のディーゼル6モードの湿度補正式により、補正係数 (Kh) を求めると、Kh=0.929となり、車自体の差を無視すれば、更に7%程、OBT-MSの値が小さくなる。この違いの原因としては、C/Dによる測定は、1/2積載で行われるのに、今回の調査は空積状態での走行であったことが挙げられる。

いずれにしても、他の条件についても検討する必要がある。OBT-MSによるデータの標準化は今後の課題である。

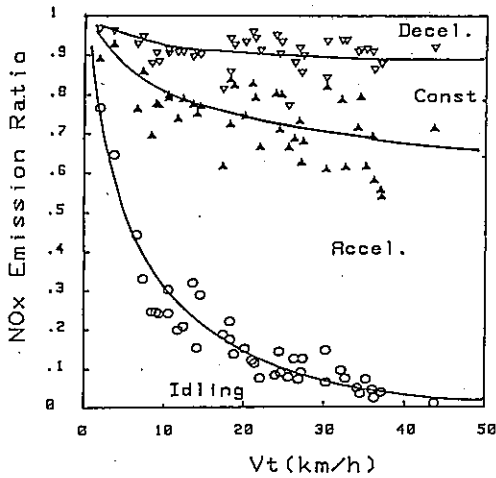


図5 走行モード別NOx排出割合

イ NOx排出特性と走行特性

OBT-MSによれば、NOx排出特性と走行特性との多様な関係が把握できる。図5に走行モード別のNOx排出割合を示した。旅行速度10km/h以下では、アイドリングモードの占める割合が非常に多くなっている。10km/h以上の場合は、加速モードの占める割合が約60%以上と圧倒的である。

4 おわりに

OBT-MSに関する研究は、緒についたばかりであり、検討を要する項目は多岐に亘る。特に、

- ① 環境条件に関する情報(質、種類)の整理
- ② 測定機器の小型化、可搬性の向上……多数の車に適用が可能となる。

が重要であり、今後の検討課題である。

なお、今回の走行調査の一部は、第29回、第30回大気汚染学会講演要旨集、及び大気汚染学会誌第24巻第4号に発表した。

参考文献

- 1) 吉田耕一ら：大型ディーゼル車におけるNOx排出量の予測・評価手法に関する研究，環境保全成果集，p.91-1~91-9 (1982).
- 2) Staab, J.ら：Measurement of Automobile Exhaust Emissions under Realistic Road Conditions, SAE paper 871986 (1986).
- 3) 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報告書，p.33~42 (1975).
- 4) 七大都市自動車技術評価委員会：自動車から排出されるNOx等の算定手法，p.1~136 (1986).
- 5) 井上浩一，芳住邦雄，梅原秀夫，石黒辰吉：渦室式ディーゼルエンジンの汚染物質排出量の検討—NOxを中心にして—，東京都公害研究所年報1980，p.21~29.