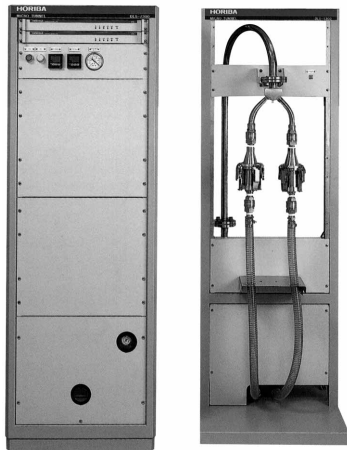


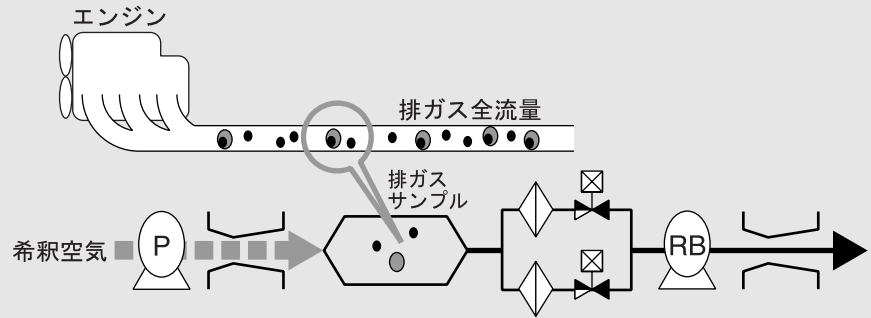
PM 計測用マイクロトンネルの評価試験

Evaluation Testing of Micro Dilution Tunnel

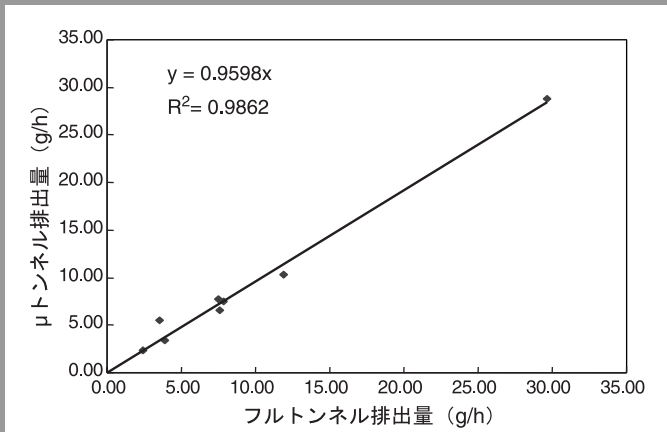
山岸 豊, 大槻 聡



マイクロトンネル MDLT-1300T



マイクロトンネルとフルトンネルの相関関係



要旨

ディーゼルエンジン排ガス中の粒子状物質 PM の計測方法は、従来のフルトンネルを使った定常モード試験から、マイクロトンネルによるトランジェント計測法への移行が検討されている。マイクロトンネルを普及するためには、既存のフルトンネル法との相関性を明らかにすることが重要である。本稿では、ホリバが開発したマイクロトンネル MDLT シリーズの再現性およびフルトンネル法との相関性試験結果を報告する。

Abstract

A shift is being considered from the traditional steady-state testing method of measuring the particulate matter (PM) in diesel engine exhaust, using a full tunnel, to a transient method using a micro tunnel. To popularize the micro tunnel method it will be important to make clear its correlation with the existing full tunnel method. This paper deals primarily with the results of testing of Horiba's newly-developed Micro Dilution Tunnel MDLT Series to demonstrate their repeatability correlation with the full tunnel method.

1 はじめに

ディーゼル車の排ガス中粒子状物質 (PM) の削減に向けた技術開発が進む中、PM 計測方法の見直しが課題となっている。現在、PM 計測は、フィルタ重量法を使った定常試験が基準法として規定されているが、装置が大がかりになる上に、ダイナミックに変化する排出状態を把握するには不十分である。

国際標準化機構 (ISO) では、「重量車排出ガストランジェント試験法の制定のための国際基準調和活動 (ISO/TC22/SC5/WG2)」を中心に、ランジェントモードに対する PM 計測法の導入を検討しており、日本国内でも同様の試験研究がなされている。

ホリバは、これらの活動に積極的に参加するとともに、マイクロトンネルを使ったランジェント対応 PM サンプリング装置 MDLT シリーズの開発、製品化を進めている。

2 マイクロトンネルの基本構成

PM の補集には希釈トンネルサンプリング装置が用いられるが、希釈方法・サンプリング方法によりフルトンネル、ミニトンネル、マイクロトンネルなどに分類されている。

フルトンネルでは、エンジン排ガスの全量をトンネル内に採取し希釈する。したがって、採取途中で PM が欠落する可能性が少なく、精度が高いサンプリング方法として公的にも認められている。しかし、本装置は、定容量希釈サンプリング装置 (CVS) を含め巨大になり、専用の実験室が必要となる。

マイクロトンネルは、排ガス全体の 1/300 ~ 1/3000 以下を採取し希釈するものである。非常にコンパクトで CVS も不要になり、可搬型で設備コストも大幅に削減される。また、ランジェントモードの測定ができるため、今後の PM 計測の主流になるものと期待されている。

一方、マイクロトンネルは、排ガスの全量に正確に比例したサンプル量を採取する必要があり、高精度なガス流量の計測制御が技術的ポイントとなる。ホリバのマイクロトンネル MDLT シリーズでは、ピエゾバルブとベンチュリ流量計を組み合わせることにより、比例サンプリングを実現している。

図 1 に MDLT シリーズの基本構成を示す。MDLT シリーズの動作原理や、流量制御などハードウェアの詳細は本誌の前報¹⁾を参照されたい。

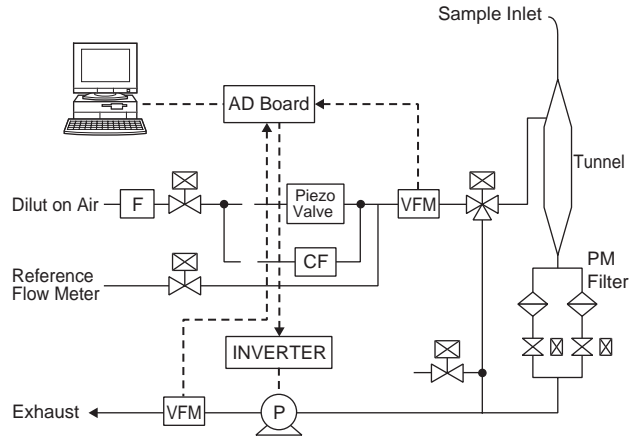


図 1 MDLT-1302T の測定フロー

3 MDLT シリーズの再現性試験

PM 計測を正確に行うためには、PM 中の炭化水素成分や粒子成分の吸着や脱着など複雑な挙動の影響を避けるため、試験条件を厳密に調整しなければならない。同じエンジンを十分に暖機して連続して繰り返し測定した場合に、フルトンネル法では、通常約 5% 前後の再現性が得られる。今回も、これに準じた試験条件で MDLT の再現性を検証した。

3.1 定常モード試験

排気量約 2.5l、ターボチャージャー・インタークーラー付き自動車用ディーゼルエンジンを D13 モードで運転し、シングルフィルタ法を用いた定常モード対応型マイクロトンネル MDLT-1302T の再現性試験結果を図 2 に示す。約 ± 5% 以内の再現性が得られており、フルトンネルと同等の性能であることを確認した。なお、再現性は連続して 4 回試験を行い、その平均値からのずれを百分率で表したものである。

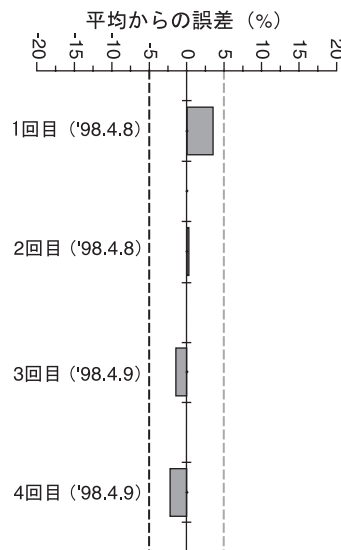


図 2 MDLT-1302T (定常モードタイプ) の再現性試験結果

3.2 トランジェントモード試験

前に述べたように、今後のPM計測にはトランジェントモード試験の導入が検討されている。ホリバではトランジェントモードに対応できるマイクロトンネルMDLT-1302Tを開発し、再現性を評価した。

その結果、図3に示すように±2%の再現性が得られていることを確認した。なお、トランジェントモード試験は、排気量約7l、定格約140馬力のディーゼルエンジンを使い、米国FTP 1199モードで行った。なお、D13モードでも運転し定常モードも合わせて評価したが、±3%の再現性が確認された。

これら一連の試験を通して、高い再現性を得るためには試験前にエンジンとトンネル各部を加熱処理し、前回の試験の影響を取り除いておくことが非常に重要であることがわかった。

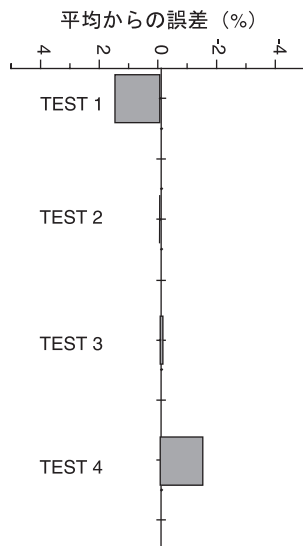


図3 MDLT-1302T(トランジェントモードタイプ)の再現性試験結果

4 相関性試験

マイクロトンネルがPM計測の標準法として認められるためには、フルトンネル法との相関性の有無が最大の課題となる。1999年以来、ISO/TC22/SC5/WG2が中心となって種々のトンネルを使って両者の相関関係を検討・評価している。

汎用ディーゼルエンジン(排気量約1.5l、直噴型、無過給)をISOC1モードで運転し、フルトンネルおよびマイクロトンネル(MDLT-1302T)の両方で試験した。PM排出量(図4)はフルトンネルより幾分低い値を示しているが、両者の間には良好な相関関係(図5)が認められている。

また(財)日本自動車研究所殿は、さらに多くの走行モードで試験を繰り返され、両者は、95±5%範囲で一致していると報告されている(表1)。

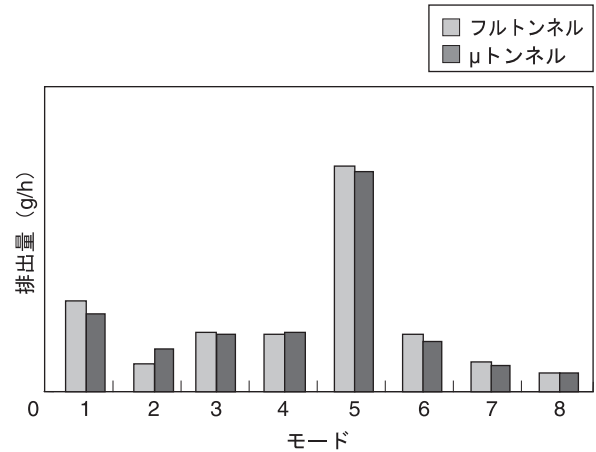


図4 ISOC1モード走行時のマイクロトンネルとフルトンネルのPM排出量

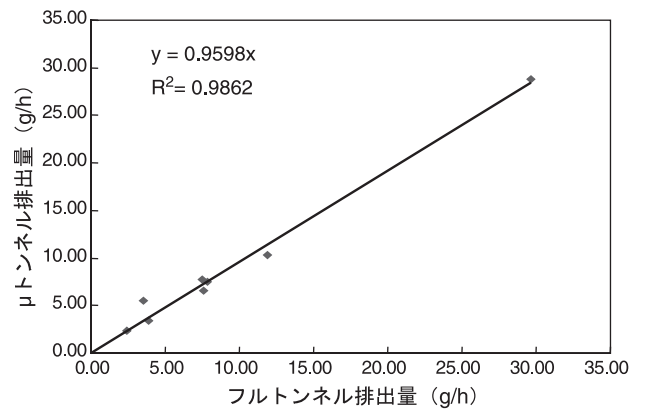


図5 マイクロトンネルとフルトンネルの相関関係

Regulation	Test Mode	Relative ratio(μ/full)
WHTC	Transient	0.945
regional Japan		0.973
regional Europe		0.930
regional USA		0.921
MOT-JARI		0.939
ETC		0.880
FTP		0.949
WHSC	steady	0.920
J13		0.983
ESC		0.914

表1 各種モード走行時のマイクロトンネルとフルトンネルの相対比

5 パラメータ試験

マイクロトンネルによるPM計測結果に影響するパラメータとしては、希釈比率、希釈・排ガス流量、トンネル温度(積極的加熱また断熱のみ)、トランスファー管温度、トランスファー管長さ、トランスファー管内径、サンプルプローブ形状および採取方法などが考えられる。

これらのパラメータを変えてさまざまな試験を繰り返した結果、それぞれのパラメータは相互に関係し合っているが、トランスファー管の周りがとくに重要であることがわかった。一例として、汎用、直噴ディーゼルエンジン(排気量6l)をISO C1モードで運転したときに、トランスファー管設定条件の違いが相関関係に及ぼす影響の実測例を図6に示す。

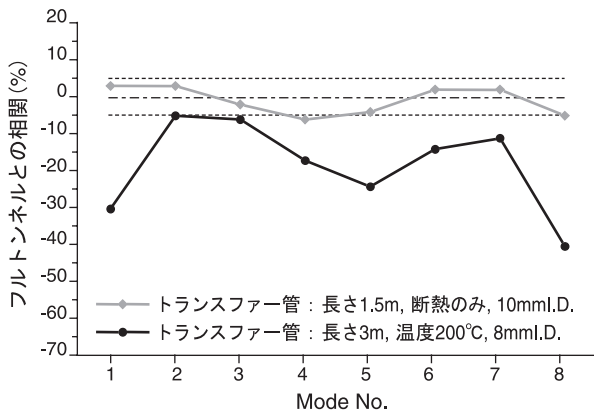


図6 トランスファー管の影響

プローブの長さの短縮とフィルタ表面通過速度を遅くすることにより、定常(J13)、トランジェント(FTP)いずれも良好な結果(図7)を得ている。

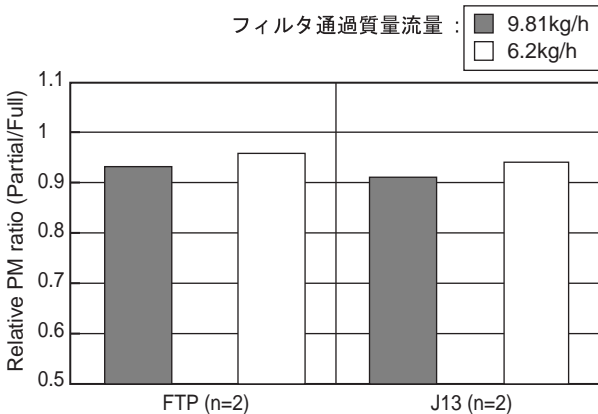


図7 希釈排ガス流量の影響

6 おわりに

さまざまなパラメータ試験や相関性評価試験を通して、マイクロトンネルの技術的課題が順次明らかになってきた。これらの成果を踏まえて、マイクロトンネルを用いたトランジェントモード試験法が、近い将来PM計測法の主流になる可能性は高い。

ホリバは、今後ともISO/WGなどの試験研究プロジェクトに参加して新しいPM計測技術の研究開発を推進するとともに、より信頼性の製品を市場に提供することを通して環境保全に向かって日夜努力を続けておられる皆様のお役に立ちたいと願っている。

最後になったが、本装置の評価試験に多大なご指導、ご協力いただいた(財)日本自動車研究所エネルギー・環境研究部山崎均次長と土屋賢次主任研究員に深謝申し上げます。

<参考文献>

- 1) 山岸豊, “トランジェント対応マイクロトンネルMDLT-1302T”, Readout No.19 (1999)
- 2) ISO/TC22/SC5/WG2 N178, 12th, June 6, 2001



山岸 豊
Yutaka YAMAGISHI
PECプロジェクト
チームリーダー



大槻 聡
Satoshi OTSUKI
エンジン計測開発部
ジョブリーダー