

東京都環境科学研究所

No.35

ニュース

目次

- 1 ディーゼル車排出ガス中のNO_xとPMを同時に低減するシステムについて…P 1
- 2 東京都環境科学研究所の運営についての機関評価結果 ……………P 6

ディーゼル車排出ガス中のNO_xとPMを同時に低減するシステムについて

東京都は、(財)産業創造研究所(理事長 那須翔)と共同で、「ディーゼルエンジン用複合脱硝・粒子低減システム」の開発研究を進めてきました。

当システムにより、トレードオフの関係にある窒素酸化物(NO_x)と粒子状物質(PM)とを同時に低減することが可能であるとともに、炭化水素(HC)及び一酸化炭素(CO)についても低減可能とのデータが得られました。

1 開発の背景

ディーゼル車は、NO_xやPMなどによる大気汚染の原因として、排出ガス対策が急務となっています。

PMについては、DPFや酸化触媒等の後処理技術が実用化されてきましたが、NO_xについては低減技術の開発が遅れていました。

このため、NO_xとPMを同時に低減するシステムの開発研究を進めてきました。

2 システムの概要(図1参照)

排気再循環(EGR)及び触媒反応器(NO_x還元触媒と酸化触媒)で構成され、エンジンの全運転領域でNO_x、PMを低減します。

3 これまでの成果

本システムを、4トン車用のディーゼルエンジンに組み込み、ディーゼル13モードによる実験を行いました。その結果、①NO_x、NMHC及びCOに係る新長期目標に対し、それぞれ、ほぼ2割、8割、8割の低減可能、②PMについても新短期規制値の2分の1程度に低減可能、との結果が得られました。

4 本技術の発展性

今後導入される新長期排出ガス規制への対応技術として活用が期待されます。

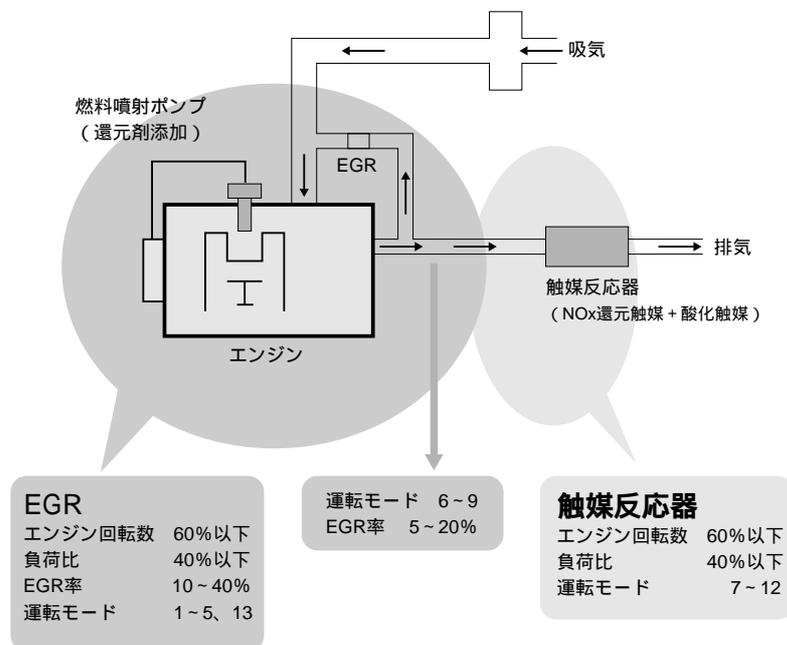


図1 システムの概要

1 研究の経緯

大都市の道路沿道を中心として、二酸化窒素（NO₂）や浮遊粒子状物質（SPM）に関する環境基準達成率が低い水準にあり、なかでもディーゼル排気粒子（DEP）については、気管支ぜん息や発ガン性等の健康影響が懸念されています。このたび、中央環境審議会は自動車排ガス低減対策に関する第5次答申において、平成17年末を達成時期とする新長期目標の値を公表しました。これを達成するには、窒素酸化物（NO_x）や粒子状物質の排出量が多いディーゼル車の排気浄化技術の開発が急務となっています。

ディーゼル車の排出ガスの特性としてNO_xとPMではトレードオフの関係があり、一方の改善は他方の悪化を伴うこと、また、これまでのところディーゼル車に適したNO_x及びPM双方についての後処理装置がないことなどから、排出ガス低減が困難なものとなっています。

このため、財団法人産業創造研究所（理事長 那須 翔）及び東京都環境科学研究所（所長 土屋 隆夫）は、平成11年度から3ヵ年計画で、排気再循環（EGR）と触媒反応器を組み合わせ、ディーゼル車から排出されるNO_x、PMを同時に低減する「ディーゼルエンジン用複合脱硝・粒子低減システム」を開発するための研究を進めてきたところです。

なお、産業創造研究所における研究は、公害健康被害補償予防協会からの委託事業として実施されたものです。

これまでの研究結果について、第5次答申によるディーゼル車の新長期目標との比較評価を行いました。新長期目標は、エンジンの過渡特性を重視した新運転モードによるとされており、現行のディーゼル13モードと測定条件が異なります。このため、厳密な比較は困難ですが、NO_x、非メタン炭化水素（NMHC）及び一酸化炭素（CO）に係る新長期目標に対し、それぞれ、ほぼ2割、8割、8割の低減、PMについても新短期規制値の2分の1程度に低減可能であり、排出ガス規制の全成分について有効であることが実証できた。なお、還元剤注入に伴う燃費の悪化率はわずか1~2%程度でした。

NO_xとPMを同時に低減する技術の確立により、今後導入される新長期排出ガス規制への対応技術として活用が期待されます。また、この研究成果に基づき、本システムについては、すでに数件の特許出願を行っています。

なお、本研究については、以下のメンバーからなる「ディーゼルエンジン用複合脱硝・粒子低減シ

システムに関する調査」研究検討委員会を設置し、研究を進めてきました。

- (委員長) 大聖 泰弘 早稲田大学理工学部機械工学科 教授
- (委員) 菊池 英一 早稲田大学理工学部応用化学科 教授
- (委員) 畔津 昭彦 東京大学大学院工学系研究科 助教授
- (委員) 酒井 雅彦 環境省環境管理局総務課環境管理技術室 補佐

2 ディーゼルエンジン用複合脱硝・粒子低減システムの概要

(1) システムの特徴

主な特徴は、以下の3点です。

- ① EGRと触媒反応器（NOx還元触媒＋酸化触媒）を組み合わせたNOx、PM同時低減システムであり、最近注目されているディーゼル排気微粒子除去フィルター（DPF）を付けなくてもPMを除去できること
- ② 当該触媒反応器の大きさは、マフラー（消音器）程度であり、本システムを付けるとマフラーが不要となるため、全体の大きさは従来のものと変わらないこと
- ③ NOxを無害な窒素に還元するため、微量の燃料軽油を排ガス中に注入することから、アンモニアや尿素等他の還元剤を使用する場合のようにタンクを付加する必要がなく、比較的簡単な装置となっていること

(2) 技術の内容

ア ディーゼルエンジン用複合脱硝・粒子低減システムについて

本システムを、コモンレール型燃料噴射装置を備えた平成10年度規制適合ディーゼルエンジンに組み込み、ディーゼル13モードによる性能実証試験を行いました。本システムの構成を図1に示しました。触媒や各装置の主な機能は以下の通りです。

- ① EGRと触媒反応器（NOx還元触媒＋酸化触媒）を組み合わせたシステム
- ② エンジン回転数と負荷が小さい中低出力域ではエンジンのEGRを作動させてNOx排出を低減し、エンジン回転数と負荷が大きい高出力域では、触媒反応器でNOxとPMを同時に低減します。
- ③ 排気温度が350℃以上の時、排気ガス中に微量の軽油を添加し、NOx還元触媒を働かせます。
- ④ 低負荷時の排気ガスは触媒反応器を通過し、排出されます。

イ 触媒反応器の概要

- ① NOx還元触媒と酸化触媒で構成されており、NOx還元触媒はNOxを窒素に還元し、酸化触媒はPMと余剰還元剤を燃焼して水と炭酸ガスにします。
- ② 本システムで使用しているNOx還元触媒は、本研究で新規に開発したγ-アルミナを担体とし、その上に活性金属を担持したものです。
- ③ 還元法としては、微量の軽油燃料を還元剤としてエンジン排気ガス中に注入する選択還元法を採用しています。
- ④ 還元剤注入による燃費の悪化率は、1～2%程度です。
- ⑤ 触媒反応器は、消音効果もあり、体積がマフラー（消音器）と同じくらいで、マフラーの代替として使用でき、設置スペース等の問題は生じません。

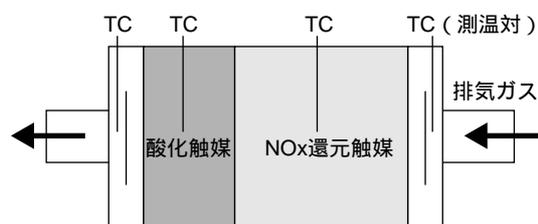


図2 触媒反応器の構造

3 実証試験結果

(1) 試験方法

ディーゼルエンジン用複合脱硝・粒子低減システムを搭載した上記エンジンを、東京都環境科学研究所のエンジンダイナモ上に設置し、運転条件を連続的に変更しながら排ガス性状の分析及び排ガス量の測定を行いました。

性能試験は、ディーゼル13モード（現行の規制運転モード）により行いました。

<エンジン仕様>

ディーゼルエンジン	: 平成10年度規制適合、6気筒直接噴射式エンジン
総排気量	: 7,961cc
最高出力	: 151kW/2,900rpm
最大トルク	: 54kgf・m/1,600rpm
燃料噴射装置	: 電子制御式（コモンレール式）
EGRシステム	: 電子制御式

<使用燃料>

軽油	: 硫黄分50ppm以下
----	--------------

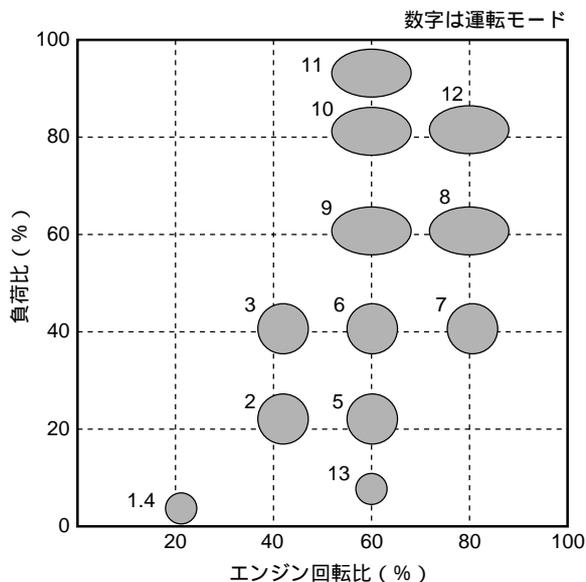


図3 ディーゼル13モード（現行の規制運転モード）

(2) 試験結果

各項目に関する試験結果を、新短期規制値及び新長期目標とともに表1に示します。主な結果は以下のとおりです。

- ① PM排出量は、新短期規制値のほぼ半分でした。新長期目標の達成には一層の改良が必要です。ただし、本システムでは、触媒層のみを置いてディーゼル排気用のフィルターDPFを装着していないにもかかわらず、PMの半減を達成していることが大きな特徴です。
- ② NOx排出量は、新短期規制値より57%、新長期目標より約26%減りました。
- ③ 非メタン炭化水素NMHCは、総炭化水素THCの一部ですので、NMHC排出量は、当然、THC排出量0.09g/kWhより少なくなります。従って、新長期目標0.17g/kWhを大幅にクリアしていると評価できます。NMHCがTHCの半分程度とすると、低減率は約8割となります。
- ④ COの新長期目標は、環境基準を達成していること等から、新短期規制値に据え置くとされています。試験結果は、新短期規制値よりも83%減であり、新長期目標を大幅にクリアしています。

このように、PM以外のNOx、HC、COは新長期目標を達成しました。今後は、触媒構造を改良し、既存のDPF技術を組み合わせることなどにより、PMの新長期目標の達成が可能と考えています。

表1 試験結果と規制値に対する低減率

項目 (g/kWh)	試験結果	新短期規制値	新長期目標	対新長期削減率
PM	0.098	0.18	0.027	
NOx	1.46	3.38	2.0	2割減
HC	0.09	0.87	0.17	8割減
CO	0.37	2.22	2.22	8割減

- (注) ・新短期規制値、新長期目標は、3.5トン超のディーゼル車対象
 ・試験結果および新短期規制値は、ディーゼル13モードの値
 ・新長期目標は、新たな過渡運転の試験モード（暖機運転）による値
 ・ディーゼル13モードと新試験モードによる値は、大きくは異ならないが、エンジンの種類、ギア比の設定等に依存するため、両者の一般的な比較は困難。従って、上記の対長期削減率は、一応の目安
 ・炭化水素の新長期目標値は、非メタン炭化水素NMHCの値。試験結果と新短期規制値は、総炭化水素THCの値

[用語説明]

用語	説明
PM	Particulate Matter：微粒子のこと 大気中に浮遊しているPMが口、鼻から吸引されて肺や気管に沈着すると呼吸器系に悪影響を与えるほか、発ガン性のおそれがあるため、厳しい規制値が設定されるようになった。
HC	Hydrocarbon：炭化水素のこと メタンとそれ以外の炭化水素に分け、後者を非メタン炭化水素NMHCと呼ぶ。両者を合わせたものが総炭化水素THC。光化学スモッグへの影響を重視する場合は、NMHCが重要
コモンレール	ディーゼルエンジンでは、軽油を高圧で噴射し、微粒化することにより完全燃焼をはかっている。コモンレール型燃料噴射装置は、超高圧を可能とする新技術であり、今後のディーゼルエンジンで主流になると予想されている。
EGR	Exhaust Gas Recirculation：排気再循環のこと 排ガスの一部を吸気側に回し、酸素濃度低下、炭酸ガス、水分付加によりエンジン室内の燃焼温度を下げ、NOxの生成抑制を狙う技術。ただし、燃料消費率の高い高負荷域では排ガス中の残存酸素濃度が低く、これを再循環すると吸気の酸素濃度も低くなって不完全燃焼しやすくなり、PMが増加してしまうという問題がある。従って、高負荷域でEGRを適用することは困難