

## JCMA 報告

## ディーゼルエンジンと 環境問題

機械部会原動機技術委員会

### 1. はじめに

移動式機械、可搬式機械の動力源としてディーゼルエンジンは幅広く用いられている。これはディーゼルエンジンが高い熱効率を有し経済性に優れていること、燃料のエネルギー密度が高く補給無しに長時間機械を運転できること、かつ幅広く流通していること等の理由による。反面、生体に影響を及ぼす恐れがあると指摘されている物質を排出することから、その対策が急務となっている。

そこで、ディーゼルエンジンの排出ガス規制、規制対応技術、そして排出ガス成分に影響を与える燃料性状・品質について報告する。

### 2. 排出ガスと環境問題

経済の発展、生活の多様化等によるエネルギー消費の増加により、特に化石燃料を使用する機械の排出ガス中の二酸化炭素による地球温暖化、窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) による酸性雨、粒子状物質 (PM) による生体への影響等が社会問題になっている。

建設機械用ディーゼルエンジンの排出ガス中に含まれるこれらの物質も例外ではなく、自動車からの車種別排出量に対し、図-1 に示すごとく建設機械の寄与率は NO<sub>x</sub> で 19%、PM で 10% と推定されている (環境省中央環境審議会第六次答申資料による)。

一方、燃料性状がディーゼルエンジンの排出ガス性状、排出ガス規制対応の機器類の性能に影響を及ぼすため、原動機技術委員会では油脂技術委員会とも連携を取りながら、かかる諸問題の解決に取り組んでいる。

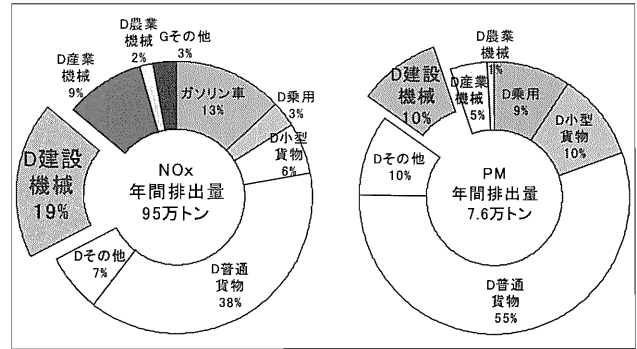


図-1 自動車からの車種別 NO<sub>x</sub> 排出量と PM 排出量 (平成 12 年)  
出典：環境省中央環境審議会第六次答申

### 3. ディーゼルエンジンの特徴

ディーゼルエンジンはガソリンエンジン等の他の原動機に比べ熱効率が高いなどの長所を有する反面、表-1 に示すように NO<sub>x</sub> や PM の発生が問題になっている。

一方、これらは各メーカーの努力により、近年大きく改善されており、欧州で生産される自動車用エンジンの半数以上がディーゼルエンジンであることが裏付けている。

表-1 ディーゼルエンジンとガソリンエンジンの比較

|      |               | ディーゼルエンジン | ガソリンエンジン |
|------|---------------|-----------|----------|
| 排出物質 | 窒素酸化物         | △         | ○        |
|      | 粒子状物質         | ×         | ○        |
|      | 黒煙            | ×         | ○        |
|      | 二酸化炭素 (燃料消費率) | ○         | ×        |
| その他  | 騒音            | △         | ○        |
|      | エンジントルク       | ○         | ×        |
|      | 耐久性           | ○         | △        |

### 4. 国内排出ガス規制

建設機械のディーゼルエンジンに対する排出ガス規制は「排出ガス対策型建設機械指定制度」と、大気汚染防止法ならびに道路運送車両法に基づく特殊自動車規制がある。

また、本年 6 月に環境省中央環境審議会から第六次答申がなされ、特殊自動車の排出ガス規制に関し、欧米よりさらに厳しい値が答申されている。

特に PM の規制値は現在の規制値に対し 25~50% 削減が必要であり、欧米の規制値に対し 15~37% 低く、世界で最も厳しい値になっている (規制値は本誌 2003 年 9 月号, p. 80 参照)。

更に、公道を走る特殊自動車だけではなく、オフロードの建設機械にも対象を広げることを検討することになっており、その動向に注目していく必要がある。

### 5. 排出ガス規制対応技術

高い熱効率を維持しつつ排出ガス中の NO<sub>x</sub>、HC、PM などの物質をバランスよく低減するため、従来にない新しい技術を取入れ排出ガス対策エンジンの開発が進められている。これらは図-2 に示すごとく、時々刻々変化するエンジンの回転速度や負荷に追従して、各要素部品をコンピュータにより適正にコントロールしている。

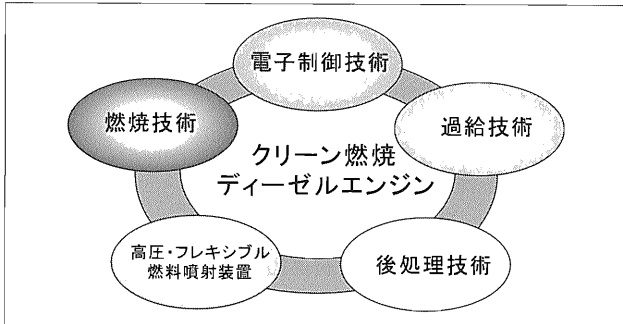


図-2 クリーン燃焼ディーゼル概念

エンジンの燃焼自体をコントロールするとともに、排出ガスを後処理により更にクリーンにする技術も開発されている。ここでは幾つかの例を紹介する。

#### (1) コモンレール式燃料噴射装置

高圧ポンプにより加圧した燃料はコモンレールと呼ばれる蓄圧装置に蓄えられ、高圧パイプにより各シリンダに設けられた電磁弁の作動で任意のタイミングにて燃料を噴射できる噴射弁に導かれる。

この装置は、エンジンの低回転、低負荷領域でも燃料を高圧で噴射できること、燃料の噴射時期を回転速度、負荷により適正に制御できること、さらに、1 サイクルのうち複数回燃料を噴射できること、などを特徴としている。

#### (2) 排出ガス再循環 (EGR) 装置

EGR は一度排出されたガスを再び吸入空気と混合しシリンダ内に導くことで燃焼温度を下げ NO<sub>x</sub> の発生を低減する装置である。

また、再循環パイプの途中に水冷式の冷却器を設置し、EGR ガスの温度を低減すると同時に EGR 量を増加することで更なる NO<sub>x</sub> 低減効果が得られる。

なお、排出ガス中の硫黄分の影響で腐食の問題が懸念されるため、低硫黄濃度の燃料が必要である。

#### (3) 後処理装置

シリンダ内の燃焼改善で排出ガス低減が不十分である場

合、既存のエンジンの排出ガス対策用として後処理装置が開発されている。

本年 10 月から都内に乗入れるディーゼル車の排出ガス規制が開始されており、後処理装置が注目されている。現在主として用いられているのは PM 低減のための酸化触媒、パティキュレートフィルタである。

更に、NO<sub>x</sub> を低減するため尿素脱硝装置や NO<sub>x</sub> 吸蔵触媒の開発が精力的に進められている。

### 6. 燃料性状がエンジンに与える影響

燃料性状は排出ガス成分に大きく寄与することが知られており、排出ガス規制対応エンジンは 5 章で記したように様々な新技術を取入れ開発されている。一方、燃料の各成分、性状によっては表-2 に示すようにエンジンの性能を 100% 引出すことができないばかりか、故障の原因にもなりかねない。

表-2 燃料性状がエンジンに与える影響

| 装置・手段                | 不具合                            | 燃料中の要因                 |
|----------------------|--------------------------------|------------------------|
| 噴射時期遅延               | 失火, HC, 白煙                     | セタン指数, アロマ分            |
| 電子制御式燃料噴射装置          | 摺動部潤滑不良                        | 低粘度                    |
|                      | 摺動部摩耗<br>フィルタ詰まり               | 燃料清浄度<br>残炭分           |
| EGR                  | 配管, 冷却器,<br>ライナ等の腐食            | 硫黄分                    |
| パティキュレート<br>フィルタ     | 触媒の性能劣化<br>サルフェートによる PM<br>の増加 |                        |
| NO <sub>x</sub> 還元触媒 | 触媒性能劣化                         |                        |
| ディーゼルエンジンの燃焼         | 各有害排出ガス成分の増加                   | 残炭分, セタン指数<br>90% 留出温度 |
| 始動性                  | 失火, HC, 白煙                     | セタン指数, 流動点             |

### 7. おわりに

排出ガス規制に対応すべく技術開発が各メーカーにて精力的に進められている。

排出ガス規制対応エンジンに対しては性能、耐久性を確保するため、使用燃料に関する規格の制定、使用燃料の制限が検討されている。また、東京都では建設機械に使用する燃料には軽油を用いることを定めており、これは他の自治体にも波及してゆくことが予想されている。

経済性や他の機械用燃料との共通性からメーカー推奨以外の燃料を使用しないことが重要であると同時に、性能を維持するためのメンテナンスが必要である。

(原動機技術委員会委員長 (代行) 沼田 明)