

環境を配慮した発電機

長谷川 謙 治

京都議定書は2004年11月のロシアの批准によって発効条件が満たされたため、2005年2月16日に発効し、我が国は2008年から2012年までの第一約束期間に、基準年レベルから6%の温室効果ガスを削減する国際的な義務が生じることとなった。

ディーゼルエンジンに関しては、これまで未規制であったオフロード特殊自動車に対する排ガス規制を行う「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」（以下、オフロード法）が平成17年5月17日に国会で可決・成立し、平成18年10月施行予定となった。しかしながら、ディーゼルエンジン発電機はこの規制の対象外となったため、その他のディーゼル発電機を取巻く環境規制の見通しについてまとめた。

キーワード：オフロード法、第3次排ガス規制、定置型発電機、可搬型発電機、NO_x、SO_x、SPM

1. 地球温暖化問題

大気中には、二酸化炭素、メタン等の温室効果ガス（大気を構成する気体であって、赤外線を吸収し再放出する気体。京都議定書では、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、ヒドロフルオロカーボン、パーフルオロカーボン、六フッ化硫黄、の6物質）が含まれている。近年の人間活動の拡大に伴って温室効果ガスである膨大な量の二酸化炭素が化石燃料の燃焼などによって人為的に排出されており、地球が過度に温暖化するおそれが生じている。

地球温暖化に関する最新の科学的知見をとりまとめた、「IPCC 第3次評価報告書」では、1990年から

2100年までの全球平均地上気温の上昇は、1.4～5.8℃と予測され、ほとんどすべての陸地は急速に温暖化する可能性が高いとされている。このような気温の上昇は、過去1万年の間にも観測されたことがないほどの大きさであると指摘されており、こうした地球温暖化が進行するのに伴い、人類の生活環境や生物の生息環境に広範で深刻な影響が生じるおそれがある。日本では平成14年3月に、京都議定書の6%削減約束の達成に向けて、100種類を超える対策・施策を取りまとめた新しい地球温暖化対策推進大綱を決定した（表—1）。

2. 各種発電機

発電機の場合、発電出力、用途により原動機が異なる。ここでは一般的に建設工事現場で使用される可搬型発電機や工場等で使用される定置型発電機で1,000kW以下の発電機について述べる。このカテゴリーではエネルギー利用によりモノジェネレーション（発電のみ利用）、コージェネレーション（発電と熱利用）があり、利用する原動機は大別してディーゼルエンジンとガスエンジン、ガスタービンに区分できる。以下にこれらの詳細とその特徴を述べる。

（1）ディーゼルエンジン発電機

発電出力が1,000kW以下では発電効率が30～44

表—1 京都議定書目標達成計画における温室効果ガスの排出抑制・吸収の量の目標

区分	目標	
	2010年度排出量 (百万t-CO ₂)	1990年度比 (基準年総排出量比)
温室効果ガス	1,231	▲0.5%
①エネルギー起源CO ₂	1,056	+0.6%
②非エネルギー起源CO ₂	70	▲0.3%
③メタン	20	▲0.4%
④一酸化二窒素	34	▲0.5%
⑤代替フロン等3ガス	51	+0.1%
森林吸収源	▲48	▲3.9%
京都メカニズム	▲20	▲1.6%※
合計	1,163	▲6.0%

(注) ※：削減目標(▲6%)と国内対策(排出削減, 吸収源対策)の差分

%程度。燃料は軽油，A重油，灯油等が使われる。始動性は10秒以内，排気ガス温度は450°C前後，冷却水温90°C前後である。特徴は発電主体（温水は利用しない）で発電効率は高い。安価な燃料が利用でき，実績が豊富である。可搬型発電機，常用定置式発電機（コージェネレーション，モノジェネレーション），非常用発電機として最も一般的に利用されている。

（2） ガスエンジン発電機

発電出力が1,000 kW以下では発電効率が20～35%程度，燃料はガス（都市ガス，地方ガス，LPガス）が使われる。始動性は15秒以内，排気ガス温度は500～600°C前後，冷却水温85°C前後。特徴は排ガスがクリーンでありコージェネレーションとして排ガスからの熱回収が容易であること，メンテナンスも容易である。ただし，燃料としてガスの供給インフラストラクチャが必要であり，一般的には定置式として利用される。

（3） ガスタービン発電機

発電出力が1,000 kW以下では発電効率が15～30%程度，燃料はガス，灯油，軽油，A重油が使われる。始動性は40秒以内，排気ガス温度は450～550°C前後。特徴は小型軽量コンパクト，冷却水は不要，熱は蒸気を利用する。ただし，ガスエンジンと同様に燃料としてガスの供給インフラストラクチャが必要であり，一般的には定置式として利用される。

（4） 各種発電機の比較

ディーゼルエンジンについては燃料が安く発電効率が高いので最も経済性に富んでいる。また，最近ではエンジン性能も向上し，排気ガスは触媒やPMフィルターで規制値まで浄化されている。耐久性やメンテナンスサイクルも常用回転数が低いことにより向上している。ガスエンジン，ガスタービンは定置式コージェネレーションに最も適しており，温水または蒸気を利用することにより総合効率を80%程度とすることが出来，省エネルギーが可能となり，環境面とCO₂削減の両面において，液体燃料を利用したコージェネレーションを上回ることが出来る。又，ガスタービンは小型のため非常用発電機としても利用されている。

3. 排気ガス問題

エンジン発電機では排気ガス中の窒素酸化物，浮遊粒子状物質，微小粒子状物質，硫酸酸化物等が大気汚染の原因として規制されており以下に詳細を説明する。

（1） 窒素酸化物（NO_x）

問題の概要は一酸化窒素（NO），二酸化窒素（NO₂）等の窒素酸化物（NO_x）は，主に物の燃焼に伴って発生し，ディーゼルエンジンでは石油燃料の燃焼により発生する。NO_xは光化学オキシダント，浮遊粒子状物質，酸性雨の原因物質となる。特にNO₂は高濃度で呼吸器を刺激し，好ましくない影響を及ぼす恐れがある。国内の固定発生源における窒素酸化物対策これまでの排出量の低減の実績を踏まえ，東京都特別区等，横浜市等及び大阪市等の総量規制地域について，年間を通じた排出実態等規制の実施状況を把握し，総量規制の徹底が図られている。また，群小発生源からの窒素酸化物の排出状況，環境影響等の把握を行い，優良品推奨水準としてのNO_x排出ガイドラインに適合する小規模燃焼機器の普及が推進されている。

（2） 浮遊粒子状物質（SPM）

浮遊粒子状物質（Suspended Particulate Matter：SPM，大気中に浮遊する粒子状の物質（浮遊粉じん，エアロゾルなど）のうち粒径が10 μm（1 μm=10⁻³ mm）以下のものについては，原因物質の排出実態，硫酸酸化物（SO_x），窒素酸化物（NO_x），揮発性有機化合物（VOC）等のガス状物質が大気中で粒子状物質に変化する二次粒子の生成など発生機構の解明に努めるとともに，これらを踏まえ，環境基準の達成に向けた総合的対策が確立されようとしている。また，平成11年度から開始された，健康への影響を懸念されている微小粒子状物質（浮遊粒子状物質のうち，粒径2.5 μm以下の小さなもの）の疫学調査，実測調査及び動物実験等を含む暴露影響調査が実施されており，粒径が概ね50 nm（1 nm=10⁻⁹ m）以下の非常に小さな極微小粒子（環境ナノ粒子）についても生体影響が懸念されていることから，動物実験や性状把握等の調査を実施し，リスク評価が行われている。

（3） 硫酸酸化物（SO_x）

エネルギー事情等の推移を見ながら二酸化硫黄等の環境基準を維持達成するための対策が講じられているが，エンジンや触媒では有効な対策が取れないため燃料中の硫黄分低減が石油業界に強く求められている。

4. 排気ガス規制の動向

（1） 国際的なエンジン排気規制

海外における排気規制は，アメリカでは全ての出力範囲のエンジンが排気規制の対象となっており，欧州

ではガソリンエンジンは19kW未満が、ディーゼルエンジンは19kW以上560kW未満のエンジンを対象にした規制が導入されている。

米国と欧州の規制は、自動車と定置設備用を除く全ての用途に使う「エンジンを対象に規制」しているのに対し、日本では搭載される機械の用途に基づいて、規制適用の要否が決められることになる。

(2) ディーゼルエンジン排気エミッション

農業機械、建設機械、産業車両の原動力として、また発電機セット用として用いられるディーゼルエンジンは、アメリカやヨーロッパでは、ノンロードディーゼルと呼ばれており、排気規制が適用されている。日本においても、道路を走行する「特殊自動車」に搭載される場合には19kW以上560kW未満のエンジンが平成15年10月より大気汚染防止法に基づき排気規制の対象となり、道路運送車両法で認証・取締りの対象となった。また、今後の排気規制の方針を審議する中央環境審議会では、特殊自動車に対して次期の規制導入とガソリンエンジンへの適用追加が適当であると答申している。道路運送車両法に基づく排気規制は、道路で運行する自動車を対象とするのに対し、オフロード法では、「道路以外」で使用する場合の排気エミッションが新たに規制となった。

(3) ディーゼルエンジン発電機の排気エミッション

ディーゼルエンジン発電機を含めた建設機械に対しては国土交通省が「排出ガス対策型建設機械」を指定し、国の直轄工事においてこの指定機械の使用を原則とする制度が導入されている。この制度においては、排出ガス対策型エンジンとして認定されたエンジンを搭載する事が必要となっており、平成13年より第2次基準値を適用してエンジン認定されたエンジンを搭載した建設機械が排出ガス対策型建設機械として指定されている。また、最新動向として本規制が第3次規制、第4次規制へと段階的に強化される方向にあり、その開始時期はオフロード法の規制開始時期(表一2)に合わせて実施される見込みである。この第3次規制ではこれまでの第1次、第2次規制に対応していた自

表一2 オフロード法の規制開始時期

・130≤kW<560	2006年10月1日～規制開始
・75≤kW<130	2007年10月1日～規制開始
・37≤kW<75	2008年10月1日～規制開始
・19≤kW<37	2007年10月1日～規制開始

動車用エンジンが流用出来なくなり、自動車用とディーゼル発電機・建設機械用エンジンを別々に作らなければ対応できなくなるという問題があり、コストアップと排ガス対策の遅れが懸念されている。

なお、従来の2次規制機の使用規制、使用期限については未決定状態である。

(4) 工場設備や施設に使われる定置設備用エンジンの排気エミッション

定置用設備に用いられるエンジンは、大気汚染防止法に定める基準値で規制されるとともに、各地方自治体がその地域の大气環境条件に応じて更に低い基準値を設定している。一般的な基準値として国の大気汚染防止法ではNO_x950ppm以下、東京都や大阪府等の大都市では更に厳しい基準値が設けられている。

燃費が良いディーゼルエンジンでは、最新の低エミッション技術が開発されており、又、脱硝装置(NO_x除去装置)の装着により低NO_xを実現できている。ガスエンジンでは、触媒を利用したエミッション技術が実用化されており、熱効率の高いコージェネレーションシステムなど、特に都市地域で広く用いられている。

非常用発電設備に関しては運転時間が限定的であることから排ガス規制はされていない。

5. おわりに

大気汚染防止対策としてディーゼルエンジンに対する排ガス規制強化の流れの中で、ディーゼルエンジン発電機の排ガス規制も国土交通省の第3次規制など強化される方向であるが、メーカーとしては実施時期にあわせて準備を鋭意行っている。しかしながら、厳しい規制値をクリアするためには多くの開発費用と開発期間、そしてコストアップが避けて通れずユーザ各位のご理解を頂きたい。

J|C|M|A

《参考文献》

- 1) 平成16年版環境白書(環境省)
- 2) エネルギー白書2005(資源エネルギー庁)
- 3) 社団法人日本陸用内燃機関協会資料

【筆者紹介】

長谷川謙治(はせがわ けんじ)
デンヨー株式会社
執行役員
営業部第三営業担当部長
兼直需一課長

