

# オフロード車輻における排出ガス規制の動向と今後の国際統合に向けて

溝口孝遠

平成 17 年 5 月 25 日、「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」が公布され、道路運送車輻法に基づく公道走行する自動車に加えて、公道走行しない自動車の排気ガス規制も法制化されることとなった。各建設機械メーカーは本法に基づく新たな規制に適合すべく努力している。その一方、米国 EPA（環境保護庁）は 2008 年を始点とする TIER 4 の Final Rule を確定している。国際的な規格戦略が重要な時代にあつて、排ガス規制に関しても海外の動きを注視し、我が国としての主張も明確にして、国際統合に向けて動きだして早すぎる事はない。本報文では、筆者の知る範囲で、排ガス規制の制度と規制内容に関し日本と海外の比較をしながら、国際統合に向けて取り組むべき課題に関する私見を述べる。

キーワード：排気ガス規制，オフロード車輻，3 次規制，EPA，TIER 4

## 1. 3 次排ガス規制

### （1）経緯

我が国においては、1991 年より国土交通省による排出ガス対策型建設機械の指定制度が開始され、1996 年からは国土交通省が発注する工事には指定された建設機械を使用する原則が打出された。2003 年には第 2 次指定が実施され、指定の基準は米国 EPA の TIER 2、欧州の STAGE II とほぼ整合するレベルで推移してきた。

2004 年 10 月からは、道路運送車輻法による車検を受けるオンロードの大型および小型特殊自動車の排気ガス規制が、2 次基準と同一のレベルで開始された。今回、成立した「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）では、EPA TIER 3 に近いレベルの基準が準備されており、一般的には国内の 3 次の規制と称されている。オフロード法の概要等については、本誌 2005 年 7 月号にて詳しく述べられているので参照願いたい。<sup>1)</sup>

### （2）3 次規制における比較

表-1 に日米欧の排ガス規制制度の主な相違点を、表-2 に 3 次規制値の比較を示す。日本と欧米の制度で基本的な相違は、欧米が建設機械、農業機械、産業車両、機関車、発電機等をノンロード機械として一つの制度で扱っているのに対し、日本の場合は、現時点

では自動車に限定されており、それが公道走行の有無により道路運送車輻法とオフロード法の二つの法制度に分けられている点である。国の法律の枠組みは簡単には変えられないとしても、今後の国際統合に向けて足枷としない工夫が求められるだろう。

新たな規制に適合出来るようになるまでの移行期間についても、欧米では各社毎の原動機ないし車輻の非適合の割合に制約を設けているのに対し、日本では継続生産車に対する猶予期間という時間的制約を設けている相違がある。

米国 EPA は、原動機メーカーに対しては、ABT プログラム（Averaging：エンジングループ内での排出量の平均化、Banking：規制クリア分をクレジットとして貯金、Trading：オンロード、オフロード間も含む異なるエンジングループ間、企業間でのクレジット交換・売買が出来る制度）が存在する。車輻メーカーに対しては、各年の非適合車の数量割合の合計が 80% になるまでは許容（ただし 7 年間まで）する 80% ルールと称する制度がある。

19 kW 未満および 560 kW については米国 EPA が規制対象にしているのに対して、日本および欧州は対象外としている。日本では 19 kW 未満について、社団法人日本陸用内燃機関協会が 2006 年 1 月より EPA TIER 2 レベル、2009 年 1 月より TIER 4 レベルの自主規制を行うこととなっているが、どの出力範囲についても、国際統合の観点からの調整が必要となる。

オフロード法による規制値を定めるにあたって、日

表-1 オフロード機排ガス規制 日米欧の制度比較

	日本	米国	欧州
規制開始年月	2006年10月以降	2006年1月以降	2006年1月以降
規制対象と適用法	<ul style="list-style-type: none"> <li>公道走行しない自動車（オフロード）特定特殊自動車排出ガス規制等に関する法律、</li> <li>公道走行する自動車（オンロード）道路運送車両法、</li> </ul> に分けられている。発電機等自動車以外は対象外。	連邦法により EPA が制定する規制（建設機械、農機、工商業用機、集材機、芝刈り機、空港機、他）用ノンロードエンジンを対象とし、1本の制度で。	欧州連合条約（建設機械、農林機、道路機、空港機、芝刈り機、発電機他）用ノンロードエンジンを対象とし、1本の制度で。
規制方式	製造規制 オンロードは車検登録・検査制度	製造規制	販売規制
規制項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO, PM, NO<sub>x</sub> と HC とは個別規制</li> <li>エンジン単体および車載でのフリーアクセル黒煙規制</li> </ul>	CO, NO <sub>x</sub> +HC, PM	CO, NO <sub>x</sub> +HC, PM
規制数値	欧米よりも厳しい PM 規制 NO <sub>x</sub> と HC を別々に規制	19 kW 未満は米国のみが規制 19 kW 未満, 19~37 kW を除き, 欧米はハーモナイズ 一部に暫定 4 次規制を前倒し導入	19 kW 未満, 19~37 kW を除き, 欧米はハーモナイズ
猶予措置	継続生産車に対する猶予期間 19~37 kW: 11 カ月 37~55 kW: 11 カ月 55~75 kW: 23 カ月 75~130 kW: 11 カ月 130~560 kW: 23 カ月	エンジンメーカ猶予 ABT プログラム 車両メーカ猶予 80% ルール (年毎の生産台数に占める未対応機の割合の累計が 80% になるまでは許容する)	エンジンメーカ猶予 (各メーカ毎に, 各エンジンレンジで 1 年間の生産台数の 20% までの未適合エンジンを販売出来る国毎に異なる制度)
少数生産機	<ul style="list-style-type: none"> <li>少数特例 (申請し承認されれば, 30 台/(1 社・型式・年間) 以下の製造または輸入販売。ただし累計 100 台未満なら少数特例となる。次期 (4 次規制) からは 1 世代前の規制レベルを満たす必要)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>小規模ビジネス猶予 (各出力レンジの 1 種類のエンジンファミリーに限り, 7 年間で 700 台以下かつ 1 年間で 200 台以下)</li> </ul>	

表-2 オフロード 3 次規制レベルの日米欧比較

出力範囲	地域	CO (g/kWhr)	NO <sub>x</sub> (g/kWhr)	HC (g/kWhr)	NO <sub>x</sub> +HC (g/kWhr)	PM (g/kWhr)	FA 黒煙 (%)	規制開始時期	注釈
P < 19 kW	日本							2008年1月	規制対象外 (注1) 規制対象外
	米国	6.60			7.50	0.40			
	欧州								
19 ≤ P < 37 kW	日本	5.00	6.00	1.00		0.40	40	2007年10月	— (注2) —
	米国	5.50			7.50	0.30		2008年1月	
	欧州	5.50			7.50	0.60		2007年1月	
37 ≤ P < 56 kW	日本	5.00	4.00	0.70		0.30	35	2008年10月	— (注3) —
	米国	5.00			4.70	0.40		2008年1月	
	欧州	5.00			4.70	0.40		2008年1月	
56 ≤ P < 75 kW	日本	5.00	4.00	0.70		0.25	30	2008年10月	— — —
	米国	5.00			4.70	0.40		2008年1月	
	欧州	5.00			4.70	0.40		2008年1月	
75 ≤ P < 130 kW	日本	5.00	3.60	0.40		0.20	25	2007年10月	— — —
	米国	5.00			4.00	0.30		2007年1月	
	欧州	5.00			4.00	0.30		2007年1月	
130 ≤ P < 560 kW	日本	3.50	3.60	0.40		0.17	25	2006年10月	— — —
	米国	3.50			4.00	0.20		2006年1月	
	欧州	3.50			4.00	0.20		2006年1月	
560 kW ≤ P	日本				4.00	0.20		2006年1月	規制対象外 — 規制対象外

注 1) 米国 EPA P < 19 kW では TIER 2 から暫定 TIER 4 (トランジェントサイクル試験は適用されない) に移行する。  
米国 EPA 8 kW 未満では適用を遅らせる, 条件付きの別オプションがある。  
日本では, 社団法人日本陸用内燃機関協会の自主規制の計画がある。

注 2) 米国 EPA 19 ≤ P < 37 kW では TIER 2 から暫定 TIER 4 に移行する。

注 3) 米国 EPA 37 ≤ P < 56 kW では NO<sub>x</sub>+HC < 4.7, PM < 0.3 とする暫定 TIER 4 を 2008 年から選択するオプションがある。  
その場合は, 2012 年から開始される本格 TIER 4 の適用を 1 年遅らせることが出来る。

本は特に PM に関し、欧米よりも厳しい値を設定している。この背景には、欧米が2次規制から3次規制に移行する際、NO<sub>x</sub>の低減に重きをおきPMのレベルは一部を除き同等に保たれたのに対し、日本では黒煙や粒子状物質に対する社会的関心の高さを反映してPMも低減する方針が採られたためである。

また、日本では軽油に含まれる硫黄の量が50ppmと米国に比較して低く抑制されたことが、欧米よりも低いPMレベルの実現を助ける要因とされている。今後の国際整合においては燃料の問題とリンクした議論が必要である。

欧米の3次規制では、NO<sub>x</sub>とNMHC (Non Methane Hydrocarbon; 非メタン炭化水素)の和の値が規制されるのに対し、日本ではNO<sub>x</sub>とNMHCとが個別に規制される違いがあり、原動機の開発に関しては日本の方がより厳しい状況にある。しかし、後述するように米国EPAにおいても出力の大きいところでは、個別に規制する方向に向かっている。

また、欧米の制度が8モードによる原動機の規制となっているのに対し、日本では原動機だけでなく車輛の技術基準が求められていて、その間にフリーアクセル (FA) 黒煙と称する、原動機を無負荷ないしは無負荷に近い状態にしておき急加速する際に発生する黒煙を規制する日本独自の制度があり、今後の国際整合

の中でどう扱うかが課題とされている。

## 2. 米国 EPA における 4 次規制

EPAは04年5月、ノンロードディーゼルの4次規制TIER 4のFinal Ruleに署名した。その内容は、規制レベル、原動機メーカーおよび装置メーカーへの要求、試験方法、陸内船舶と機関車に対する新たな規制、試験方法、燃料規制、費用対効果、将来課題、決定に至るまでの各界との議論の経過など多岐にわたる膨大なものである。

### (1) 規制値と導入オプション

TIER 2からTIER 4にかけての規制レベル推移の概要を表-3に示す。TIER 4では、特に出力の大きいところで、NO<sub>x</sub>、PMともTIER 3と比較して90%以上大幅に低減され、従来の延長の技術では対応が非常に困難になる点が最大の留意点である。また、そこに至るまでに、原動機の出力範囲により幾つかのオプションが設けられている点と、原動機の試験の方法が後述するトランジェントサイクル試験に移行すること、および使用過程を考慮した上限規定NTE条件が設けられる事もTIER 3とは異なる点である。

オプションには大別して暫定 (Interim) TIER 4

表-3 米国 EPA 4 次規制 TIER 4 導入スケジュール

出力範囲		2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
P < 19 kW	NO <sub>x</sub> +HC			7.5	7.5		TIER 4				
	PM			0.8	0.4						
19 ≤ P < 37 kW	NO <sub>x</sub> +HC			7.5	7.5		Int. TIER 4			4.7	
	PM			0.8	0.3					0.03	
37 ≤ P < 56 kW	NO <sub>x</sub> +HC			7.5	4.7		TIER 3		4.7	TIER 4	
	PM			0.4	0.4				0.03		
56 ≤ P < 75 kW	NO <sub>x</sub> +HC				4.7		Int. TIER 4			4.7	
	PM		TIER 2		0.3					0.03	
75 ≤ P < 130 kW	NO <sub>x</sub> +HC			7.5	4.7				0.59*	TIER 4	
	PM			0.4	0.4				0.02		
130 ≤ P < 560 kW	NO <sub>x</sub> +HC								4.7 Phase out		0.59*
	PM		TIER 2			TIER 3			0.02		0.02
75 ≤ P < 130 kW	NO <sub>x</sub> +HC		6.6	4.0					0.59*	TIER 4	
	PM		0.3	0.3					0.02		
130 ≤ P < 560 kW	NO <sub>x</sub> +HC								4.0 Phase out		0.59*
	PM		TIER 2		TIER 3				0.02		0.02
560 kW ≤ P	NO <sub>x</sub> +HC	6.4-6.6	4.0					0.59*		TIER 4	
	PM	0.2	0.2					0.02			
560 kW ≤ P	NO <sub>x</sub> +HC							4.0	Phase out		0.59*
	PM		TIER 2		TIER 3			0.02			0.02
560 kW ≤ P	NO <sub>x</sub> +HC	10.5	4.0					3.9①	TIER 4		3.69③
	PM	0.54	0.2					0.1	発電機以外		0.04
560 kW ≤ P	NO <sub>x</sub> +HC							1.07②			0.86④
	PM		TIER 1		TIER 3			0.1	発電機		0.03

\* 56 kW 以上については TIER 4 からは NO<sub>x</sub> と NMHC を個別規制 NO<sub>x</sub> : 0.40, NMHC : 0.19

①NO<sub>x</sub> : 3.5, NMHC : 0.40 ; ②NO<sub>x</sub> : 0.67, NMHC : 0.40 ; ③NO<sub>x</sub> : 3.5, NMHC : 0.19, ④NO<sub>x</sub> : 0.67, NMHC : 0.19

と段階的導入の2つがある。暫定 TIER 4 とは 19 kW 以上 56 kW 未満の出力範囲において、2008 年から開始されるもので、2013 年からの本格 TIER 4 よりも緩やかな規準となっており、トランジェントサイクル試験も適用されない。37 kW 以上 56 kW 未満に関しては、2008 年の時点で TIER 3 か暫定 TIER 4 かを選択出来るが、TIER 3 を選択した場合はトランジェントサイクル試験による TIER 4 を 1 年前倒しして 2012 年から実行しなければならない。

段階的導入は、56 kW 以上 560 kW 未満の範囲で NO<sub>x</sub> および NMHC について TIER 4 の目標通り達成することをある一定の生産割合に対しては 2~3 年猶予し TIER 3 と同じレベルを許容する制度である。ただし PM については 130 kW 以上では 2011 年、56 kW 以上 130 kW 未満では 2012 年の期日を守らなければならない。

段階的導入においては 130 kW 以上 560 kW 未満では、2011 年、2012 年、2013 年の 3 年間、56 kW 以上 130 kW 未満では 2012 年、2013 年の 2 年間は本来の TIER 4 の原動機生産割合を 50% 以上確保すれば良い。なお、TIER 4 では 56 kW 以上 560 kW 未満において NO<sub>x</sub> と NMHC は個別に規制される。

段階的導入に関しては、1 章 2 節に述べた ABT プログラムとの関係から、積立てたクレジットの利用による上記とは別のオプションもあるようだが、難解で筆者の理解能力を超えている。

表—3 に見られるごとく、2008 年と 2011 年が節目になっているが、2008 年は米国におけるノンロード用軽油の硫黄分が 2000 ppm から 500 ppm に、2011 年は 15 ppm に引下げられる年であり、TIER 4 の導入スケジュールの根拠は燃料規制と原動機出力範囲毎の技術課題克服見通しの下に構築されていると認識出来る。

日本で 4 次規制を導入する場合は上記の背景・状況を理解しながら国際整合を図る必要があると思われる。

## (2) トランジェントサイクル試験

これまでの原動機の排ガス試験では定常状態の回転数と負荷の組合せ下で行われてきたが、実際の使用条件下では加減速、負荷増減を伴う非定常状態となる。EPA は負荷と回転数を複雑に変動させる試験サイクルの検討を行って来たが、TIER 4 からこの試験条件 NRTC (Non-road Transient Composite) サイクルを用いることとなった。こうすることで、これまで限定された動作点のみで排ガスを特定していたのに対し、実際の原動機の運転中に出現すると考えられる広範な

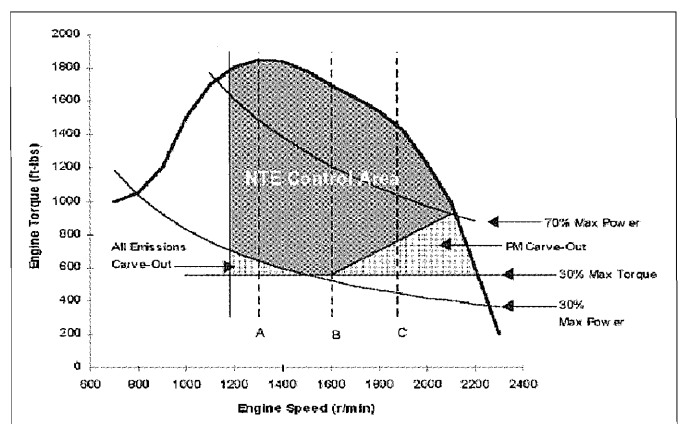
条件での排ガスを把握できるとしている。

本試験法は、非定常負荷を発生するための装置の制約がある 560 kW 以上を除いた出力範囲の原動機に適用される。適用開始時期は表—3 の太い破線で示す。暫定 TIER 4 には適用されない。また、NO<sub>x</sub> および NMHC に関する規制の段階的導入の期間において、NO<sub>x</sub> と NMHC の和の値を TIER 3 レベルに据置く原動機 (表—3 で Phase out と記した部分) に対しては、PM の評価についてのみ NRTC が適用される。その他、ABT プログラムの適用に関係したオプションが用意されているようである。

1 章 2 節で述べたように、日本には FA 黒煙の規制があるが、黒煙が空気の供給量と燃料の供給量とにアンバランスが生ずる非定常状態の際に発生しやすいとすれば、非定常状態を評価の対象にする NRTC 試験が TIER 4 で義務付けられる機会に、日本の FA 黒煙をどのように扱うかを国際整合の視点に立って議論すべきであろう。

## (3) NTE (Not to Exceed) 条件

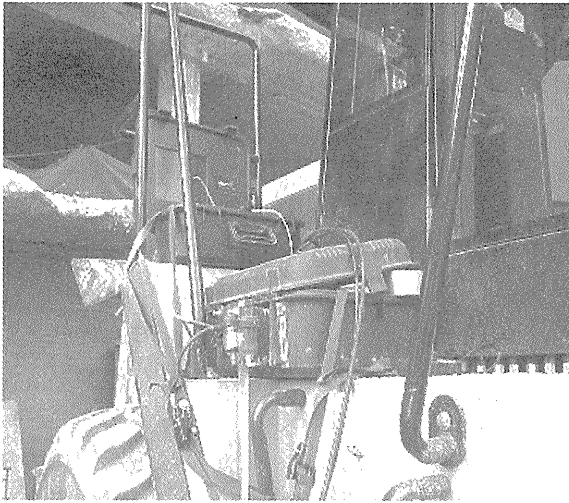
NRTC と並んで、TIER 4 に新たに導入される条件として NTE がある。この条件は認証時および耐用年数内での使用過程時に、30 秒という短時間に採取した排ガスが満たすべき条件を規定している。原動機メーカーは標高、気温などのあらゆる環境条件に置かれても、**図—1** に示す NTE Control Area 内のどこにおいても、排ガスが規定値 (標準の基準値に係数を掛け、割増した数値) を超えることがないことを、工学的解析、試験データ、技術的知見その他の情報等により根拠を示しながら認証申請書に記述することが求められる。これは、如何なる環境条件で測定することになるのか不確定な使用過程での検査に耐えられるようにするためと解釈される。



$$MIN = N_{lo} + 0.15(N_{hi} - N_{lo}) \quad B = N_{lo} + 0.50(N_{hi} - N_{lo})$$

ここで、 $N_{lo}$ : ローアイドル回転,  $N_{hi}$ : ハイアイドル回転

図—1 NTE 条件範囲



(a) ロードグラダに装着した CATI Montana System



(b) ロードグラダの吸入・排出装置

写真-1 使用現場での排ガス測定を試み例

EPA の関心は次第に実使用過程での排ガスに移って来ているように見受けられる。ちなみに、写真-1 は米国 Port Authority (港湾管理局) で実施されている使用現場での NO<sub>x</sub>、PM の測定検証試験の例である。日本における 4 次規制の内容を検討するに際しては、使用過程に視点をおいた検討が求められるだろう。

### 3 おわりに

EPA の情報は膨大であり、個人や個々の企業だけでその全貌を把握することは困難である。本報文の記述においても筆者の事実誤認等があると予想するが、お気づきの点をご指摘願いたい。国際整合を図りながら日本の 4 次規制の準備をしなければならない時期にあって、国際的な立場におられる原動機メーカーを始め関係者の協力のもとに、まずは先行する EPA の TIER 4 の概念と決まり事の全貌を把握したうえで、日本の事情をどう織込んで行くかを検討しなければならないと思慮する。

JCMIA

#### 《参考文献》

- 1) 清水 純：公道を走行しない特殊自動車に対する排出ガス規制，建設の施工企画，2005 年，7 月号

#### 【筆者紹介】

溝口 孝遠 (みぞぐち たかお)  
コベルコ建機株式会社  
顧問

## 建設機械用語集

- 建設機械関係業務者一人一冊必携の辞典。
- 建設機械関係基本用語約 2000 語 (和・英) を収録。
- 建設機械の設計・製造・運転・整備・工事・営業等業務担当者用辞書として好適。

B5 判 200 頁 定価 2,100 円 (消費税込) : 送料 600 円  
会員 1,890 円 (消費税込) : 送料 600 円

## 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館) Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289