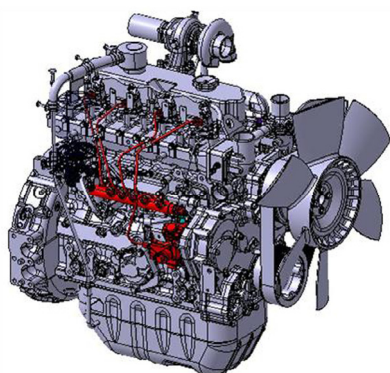


排気ガス3次規制適合小型エンジン

Tier3 Emission Certified Small Engines



高井 淳
Atsushi Takai

中井 毅
Takeshi Nakai

松丸 祥久
Yoshihisa Matsumaru

長瀬 隆二
Ryuji Nagase

1. はじめに

産業用ディーゼルエンジンは燃料汎用性の高さと効率の良さから様々な産業機械用の動力源として利用されている。近年の環境保全の観点から日米欧を中心として排気ガス規制が制定され、年々規制レベルが厳しくなっている。排気ガス規制はエンジンの出力レンジごとに規制が分かれており、75kW以上では2007年より、75kW未満では2008年より排気ガス3次規制が開始されている。三菱小型産業用ディーゼルエンジンは、2次規制適合エンジンをベースとして、3次規制に適合した小型エンジンの開発・商品化を実施し、既に建機・産機用として稼動を開始している。本稿では排気ガス3次規制適合対応エンジンの概要及び適合手法について紹介する。

2. 三菱小型産業用ディーゼルエンジン

2.1 小型エンジン構成・主要諸元

小型ディーゼルエンジン構成、概要を表1に示す。2気筒0.6Lから6気筒6.4Lまでを網羅し、L, SL, SQ, SS, FR/FDの5シリーズで構成されている。エンジンは燃焼室形式及び噴射系システムの仕様から大きく、直接噴射・電子制御式噴射系エンジン(FR/FD)、直接噴射・機械式噴射系エンジン(SS-DI)、渦流室式・機械式噴射系エンジン(SS-IDI, SQ, SL, L)に分かれている。

表1 小型ディーゼルエンジン構成・主要諸元

機種	L		SL				SQ		SS		FR/FD	
形式	4サイクル、水冷、ディーゼルエンジン											
シリンダ数	2	3	3		4		3	4	4	6	4	6
内径 (mm)	76		78		78		88		94		102	
行程 (mm)	70		79	92	79	92	103		120		130	
総行程容積 (L)	0.64	0.95	1.13	1.32	1.50	1.76	1.88	2.51	3.33	5.00	4.25	6.37
燃焼室形式	IDI						IDI		IDI・DI		DI	
噴射系システム	機械式 PFR タイプポンプ						機械式分配形ポンプ		電子制御式			
EGR(排出ガス再循環)	なし						なし		(内部 EGR)			

(注) IDI: Indirect Injection(渦流室式), DI: Direct Injection(直接噴射)

2.2 排気ガス規制

産業用ディーゼルエンジンにかかる排気ガス規制としては、北米を中心とする Tier3 規制と日本国内のオフロード排ガス規制がある。図1は北米排気ガス規制を出力レンジ、規制レベルごとにまとめた図であるが、Tier2 から Tier3 への規制移行に伴い 75-130kW レンジでは NO_x で 40%、37kW 未満レンジでは PM(Particulate Matter:粒子状物質)で 50%の低減と非常に厳しい規制値になっている。

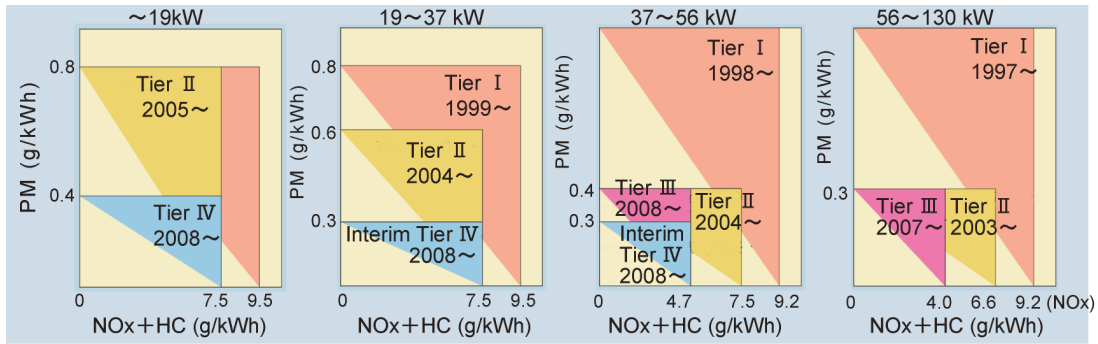


図1 出力レンジ別の排気ガス規制(北米 EPA(Environmental Protection Agency)規制値)

3. 排気ガス規制適合手法

3.1 電子制御燃料噴射装置(CRS: Common Rail System)

4気筒 4.2L のFR/FD エンジン及び6気筒 6.4L のFD エンジンは、小型エンジン初となるコモンレールシステム(以下 CRS)を採用し、排気ガス再循環(以下 EGR) システムなしで3次規制に対応している。CRS は従来の機械式噴射システムと異なり高圧ポンプで燃料をレールに圧送して蓄圧し、インジェクター弁を電子制御で開閉することで、噴射時期、噴射回数、噴射量を自由に制御できる利点がある。図2は噴射パターンを示した図であるが、従来はメイン噴射一回のみであったが、メイン噴射の前のパイロット、プレ噴射を最適な時期、量で噴射することで排気ガスを大幅に低減するとともに、従来以上の高出力、クラストップレベルの低燃費を達成している。

3.2 内部 EGR(Exhaust Gas Recirculation)システム

4気筒 3.3L のS4S-DT エンジンでは排気ガス低減手法として電子制御化は行わず機械式噴射システムのまま、燃焼系、噴射系の改良に加え、NOx 低減手法として内部 EGR システムを採用している。内部 EGR システムは外部 EGR システムに比較し、エンジン内部の動弁系で対応できるため、エンジン搭載上のスペースの変更が少なく顧客負担最小で3次規制に対応している。内部 EGR システムは図3に示すとおり吸入行程において排気バルブを開閉することで燃焼室内部の酸素濃度を薄め、燃焼温度を低減してNOx 低減を図ることができる。

3.3 渦流室式機種(L, SL, SQ, SS)

3.3L以下の渦流室式エンジンは従来のエンジン燃焼改善手法である吸気系、燃焼系、噴射系の改良のみで3次規制に適合し、エンジン外形の変化がないことで顧客の搭載状態の変更なしで規制対応している。また、実績のある従来型燃焼室をベースとして、燃焼室容積比を最適化することでPM 低減を図っている。(図4)

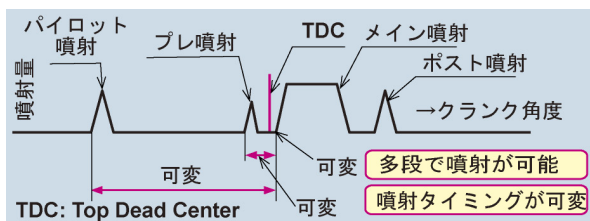


図2 コモンレールシステムの噴射制御

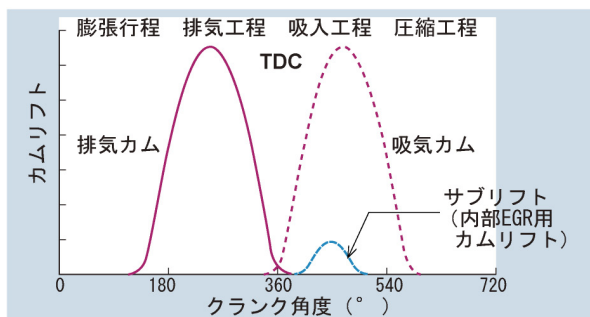


図3 内部 EGR システムのカムリフト

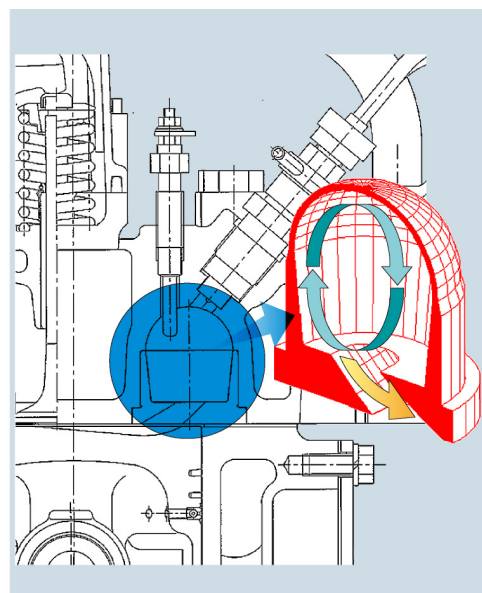


図4 渦流室式燃焼室

4. まとめ

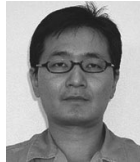
排気ガス3次規制適合ディーゼルエンジンと適合手法について紹介した。環境規制への適合は小型ディーゼルエンジン事業にとって必須条件であるが、人と環境に配慮した製品を供給することは、社会で活動する企業の使命であり、最も重要なことといえる。

今後ますます厳しくなる環境規制に対応しつつ、顧客、社会に貢献できる製品を供給できるよう開発を進めていく。最後に3次規制対応に当たり多大なるご協力をいただいた社内外の関係各位に対し深く感謝致します。

執筆者紹介



高井 淳
汎用機・特車
事業本部
エンジン技術部
小型エンジン設計課
課長



中井 毅
汎用機・特車
事業本部
エンジン技術部
プロジェクト管理課
主席



松丸祥久
汎用機・特車
事業本部
エンジン技術部
小型エンジン設計課



長瀬隆二
汎用機・特車
事業本部
エンジン技術部
小型エンジン設計課