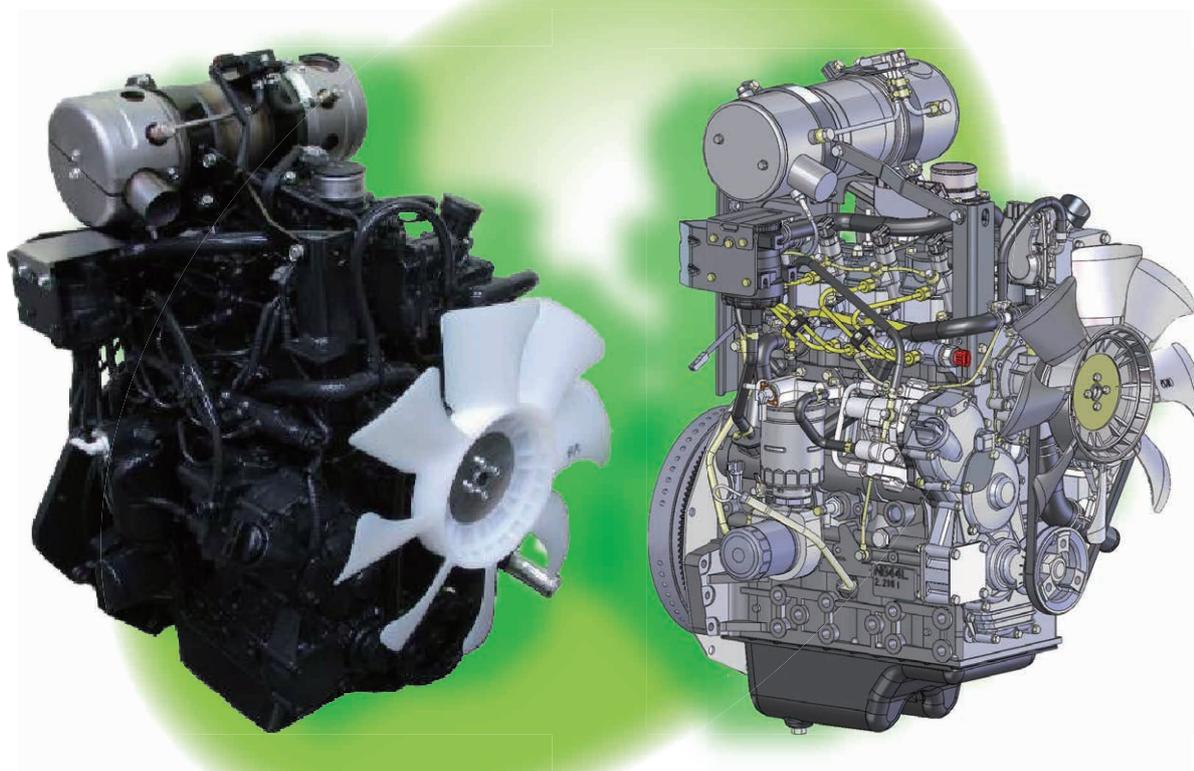


クリーン燃焼を実現した 産業用ディーゼルエンジン

排気浄化フィルタを使用せずに 新排ガス規制適合に成功 N4LDI-TA

黒煙をモクモクと吐きながら動く建設・農業機械。新排ガス規制が導入され、このイメージは払拭される。新規制に排気を浄化するフィルタを使用せずに、エンジン本体のクリーン燃焼によって適合した技術の秘密とは？！



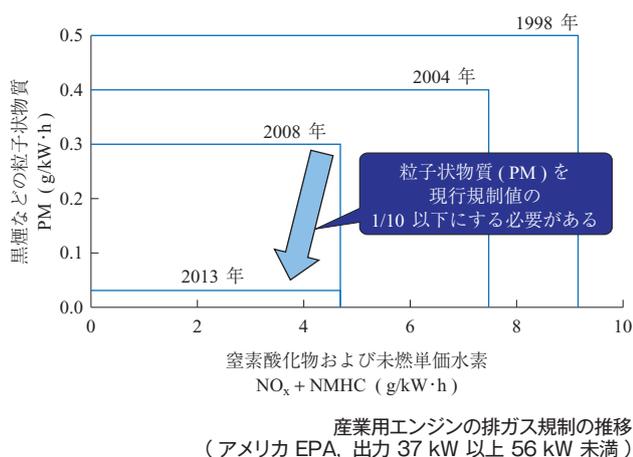
クリーン燃焼で新排ガス規制に適合した N4LDI-TA

進化する産業用エンジン

ディーゼルエンジンは熱効率が高く、ほかの原動機と比較して経済性に優れるとともに、過酷な使用条件にも耐える堅牢性をもつことから、建設・農業機械、発電機などの産業用機械や船舶推進用主機関に広く用いられている。

世界には大小さまざまな産業用機械メーカーがあるが、自動車などと異なり多品種少量生産であることな

どからエンジンまで一貫製造しているところは少なく、エンジンメーカーから適宜ニーズに合ったエンジンの供給を受けるケースが多い。産業用機械の市場規模は、新興国をはじめとする需要の高まりから年々拡大しているが、株式会社 IHI シバウラ (ISM) では、これらに搭載する産業用エンジンを年間 14 万台生産し、業界の 3 位グループに位置している。イギリス Perkins 社との合弁会社 (Perkins Shibaura Engines Limited) などを含め、生産拠点を日本、アメリカ、イ



ギリス、中国にもち、世界中に産業用エンジンを供給できる体制を整えている。

産業用エンジンは、自動車と比べ稼働台数が少なく環境への影響が小さいことから、これまで排ガス規制は比較的寛大に設定されてきた。しかし、環境意識の高まりから、有害排出物質のさらなる低減が求められ、2013年から北米、欧州、日本においてはPM (Particulate Matter: すすなどの粒子状物質) 排出量を従来規制値の10分の1以下に抑えることなどが定められ、非常に厳しい排出ガス規制が課せられた。これによって産業用ディーゼルエンジンの環境負荷の大幅な低減が期待されている。

PMはエンジン内部の燃焼過程において、酸素不足の状態で燃料液滴が蒸し焼きにされると発生しやすく、すすなどの黒煙として排出される。中国から飛来するPM2.5 (直径2.5 μm以下の粒子状物質) が最近話題となったように、ぜんそくや気管支炎など人体に悪影響を与える有害物質である。ちなみに、この中国からのPM2.5も燃焼過程を伴う機器 (ボイラ、炉、エンジンなど) からの排出物が汚染源と言われている。

一方、窒素酸化物 (NO_x) は火炎の高温部から発生し、粘膜系への刺激や気管支炎など人体へ悪影響を与えると同時に、酸性雨、光化学スモッグなどの大気汚染の原因物質となる。一般に、燃焼を改善すると先のPMは減るものの、NO_xは増えてしまう特性があるためこれらの同時低減は難しい。また、規制対象ではないものの、CO₂などの温室効果ガス低減の観点や経済性向上の面から燃料消費率もさらなる低減が求められている。

クリーン燃焼への挑戦

PMの排出量を低減する方法として、エンジン本体での燃焼性を改善しPMの発生を抑える方法と、DPF (Diesel Particulate Filter) と呼ばれるフィルタを排気系に取り付け、排気中のPMを物理的にろ過する方法がある。

DPFの課題

今回の排ガス規制への対応のように大幅にPMを低減させるには、DPFを搭載する方式が一般的である。これは、エンジン本体に大きな改造を施す必要がなく、適用技術が汎用・簡便であるなどの理由による。

しかし、DPFの中にPMをため過ぎると目詰まりによるエンジン出力の低下やフィルタ自体の溶損といった不具合を招くため、一定以上のPMがたまる前に除去する必要がある。

PMは炭素が主成分であるため、酸化 (燃焼) させることでCO₂などの気体となり排出される。ところが、エンジンの排気温度は通常250℃程度であるのに対し、PMの燃焼には600℃程度の温度が必要になるため、何らかの排気昇温機構を設け、定期的に昇温させる必要がある。このために燃料が余分に必要になるとともに、場合によってはこの間、建設機械などの操作を一時中断する必要もある。さらに、DPFには燃焼処理が困難なエンジンオイルの燃えカスも捕集されてしまうため、定期的にDPFをエンジンから取り外して燃えカスを清掃・除去する必要もある。

つまり、DPFを搭載することで、排出されるPMを大幅に低減することはできるものの、エンジンの使い勝手やメンテナンス要領が従来と大きく異なり、お客様の負担が大幅に増えるという欠点が残る。

エンジン本体の燃焼性改善技術の開発

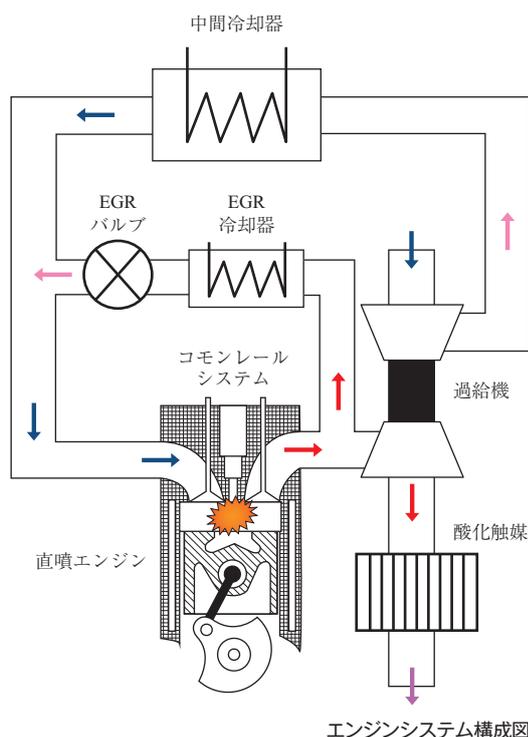
ISMではお客さまにとって使い勝手の良いエンジンを追求するために、IHIと共同で新型エンジンに関する研究開発を実施した。新型エンジンはエンジン本体の燃焼を改善することでDPFを使わずに新排ガス規制に適合するとともに、低燃料消費率も実現することを目指した。開発のベースとなるエンジンには、長年にわたりISMが製造・販売しているIDI (過流室式) エンジンを採用することで、開発期間の短縮および信頼性の確保の両立を目指した。

窒素酸化物 (NO_x) の量が大きく増加してしまうというトレードオフの問題がある。このため、燃焼に供される空気の比熱を大きくして火炎の温度上昇を抑制する目的で、排気の一部を給気に戻す EGR (Exhaust Gas Recirculation: 排気再循環) と呼ばれる技術も取り入れた。さらに給気に戻すガスを冷却することで大幅な NO_x 低減が成されたため、従来、NO_x 増加が足かせとなり実現できなかった高効率な燃焼も可能となった。

これらの技術の組み合わせによって、NO_x 排出量を増やすことなく PM 排出量を大幅に低減する画期的なクリーン燃焼を実現し、DPF なしで新排出ガス規制レベルまで有害排出ガスを低減することに成功した。さらに、最高燃焼圧力を従来よりも上げ、燃料と空気の混合を大幅に改善したクリーン燃焼を成し遂げたことなどが功を奏し、燃料消費率を約 15% 改善 (当社比) し、業界トップクラスの低燃費も実現した。

認証取得と今後の展開

新排ガス規制では、標準的なエンジン使用期間 (10 年または 8 000 時間) の範囲において低エミッ



エンジン試験風景

ションであること、および高地などの酸素の薄い状態で使用されても、排出ガス基準を満たすことなどが求められる。このため、エンジンを実際に高地へ持ち込み、種々の排気関連データを採取した。また数千時間にも及ぶ経時劣化試験を行い、要求されるクリーンな排気が維持可能であることを立証した。

2012 年 11 月には、DPF を使わない多用途エンジンとしては国内メーカー初となる EPA (アメリカ環境保護庁) 第 4 次排出ガス規制 (Tier4 規制) 適合認証を取得、続いて特に環境意識の高いアメリカカリフォルニア州大気資源局 (CARB) の認証も取得した。

燃料消費率が低いことや DPF を搭載せずに新排ガス規制に適合できたことなどから、ライフサイクル全体を通して使い勝手が良く、環境とエンジンを使用してくださるお客さまに優しいエンジンを開発することができた。

ISM では今回の新開発エンジンを、排ガス規制が先行する欧米を市場とする建設・農業機械、発電機、コンプレッサメーカーを中心に供給し、その後国内に展開、エンジンラインアップの整備を図りながら、3 年後には年間 5 万台の生産を目指している。

問い合わせ先

株式会社 IHI シバウラ

エンジン事業本部 営業部

電話 (0263) 25 - 1380

URL : www.ih-shibaura.com/