

製品紹介

ブルドーザ D85EX/PX-18 製品紹介

Introduction of Bulldozers D85EX/PX-18

小林 直己
Naomi Kobayashi
船戸 正啓
Masahiro Funato

「環境」、「安全」、「ICT」をコンセプトに 2014 年排出ガス 4 次規制に適合し、環境に優しく最大限のユーザ利益を確保する新型ブルドーザ D85EX/PX-18 を開発、市場導入したので、その主な特徴を紹介する。

The new bulldozers, D85EX/PX-18, which conform to Tier4 exhaust gas regulations and secure maximum user benefits, have been developed and launched on the market under the concept of “environment”, “safety” and “ITC”. This report introduces the main features of the new models.

Key Words: ブルドーザ, 排出ガス規制, シグマドーザ, 自動変速, パワーチルト&パワーピッチ, オートアイドルストップ, 安全性

1. はじめに

30 トンクラスの中型ブルドーザであるコマツ D85 は、2004 年に 15 型としてフルモデルチェンジされ、その後 15 型をベースに、排出ガス 3 次規制および各規制に対応し全世界のさまざまな市場の要求に応じてきた。しかしながら操作性や居住性を始め運転環境に対するユーザの要望はますます高くなり、また安全優先に対する見方も強く、世界の各地域で規制の見直しが行われている。このような背景のもと日本・米国・欧州において厳しい排出ガス規制が施行され、日本オフロード法2014年基準・北米EPA Tier4 Final・欧州EU StageIVに適合した新世代エンジンを搭載すると共に、D65やD155で確立されたダントツの生産性と経済性を継承し、操作性や居住性を大幅に向上、高い安全性を兼ね備えたD85EX/PX-18（図1）を開発、市場導入した。



図1 コマツ D85EX-18 外観図

2. 開発のねらい

コマツの『品質と信頼性』をベースにした、より高い次元の「環境」・「安全」・「ICT (Information Communication Technology)」の追求が基本コンセプトである。本コンセプトをもとに、環境規制への対応と同時に運転環境を向上、安全性の追求と ICT 技術の活用を図り、商品力を大幅にアップした。

D85EX/PX-18 へ織り込まれた特徴は以下の通りである。

2.1 経済性・作業効率の向上

- 1) 自動変速パワーライン
- 2) 運転モード・パワーモードの設定
- 3) シグマドーザ (EXのみ)
- 4) パワーチルト&パワーピッチ

2.2 安全, 快適性

- 1) ROPSフロア一体ワイドキャブ
- 2) フルオートエアコン
- 3) 後方モニタシステム
- 4) シートベルト未装着警報
- 5) バッテリディスコネクトスイッチ
- 6) セカンダリエンジン停止スイッチ

2.3 ICT

- 1) 高精細7インチLCDモニタ
- 2) 省エネガイドランスによる燃費低減サポート
- 3) KOMTRAX情報の充実
- 4) オペレータ識別機能

2.4 環境

- 1) 日米欧排出ガス4次規制適合 (Tier4Final) エンジン搭載

2.5 その他

- 1) オートアイドルストップ機能
- 2) 安心と信頼のサポート体制

3. 主な特徴

3.1 経済性・作業効率の向上

自動変速トランスミッションによる作業状況に応じた最適な変速制御と、新しい掘削理論に基づくシグマドーザ (EXのみ) などで従来機に比べ作業量 (m³/h) +15%, 燃料消費量 (L/h) △5%, 燃費効率 (m³/L) +20%を実現。(図2)

作業効率の向上を達成したいくつかの機能を紹介する。

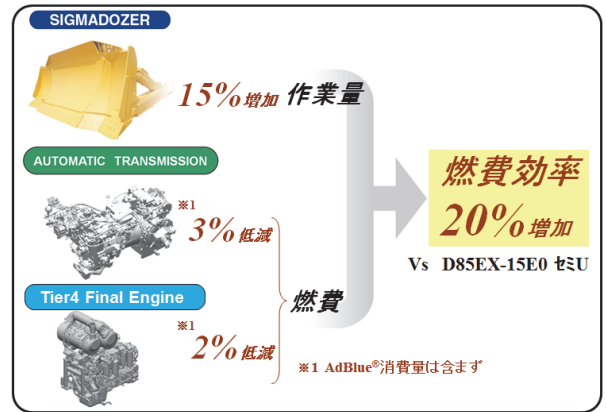


図2 作業量燃費比較

1) 自動変速トランスミッション

最適なトランスミッション速度段が選択される。オートシフトアップ時にエンジン回転数を下げるオートデセル機能の追加でエンジン回転数急変化での車両飛び出しを防止することで変速ショックが少なく常に最適な効率で作業することが可能となった。(図3)

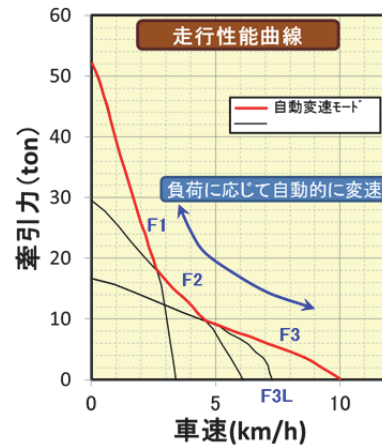


図3 走行線図

操向レバーには、従来から定評のある Palm Command Control System レバーを踏襲し、中立位置で増速あるいは減速スイッチを押すと、前進と後進の速度段パターンをセットすることができる。荒整地作業に有効でエンジン制御で作られた「3L」速を追加し、操作パターンを6通りに増やしたので、オペレータの好みや作業に応じた最適な速度段パターンを選ぶことができる。(図4)

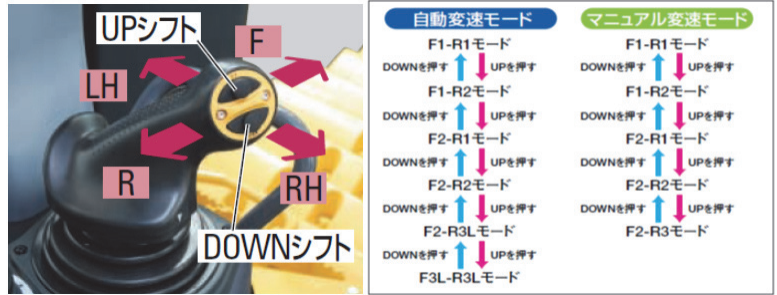


図4 プリセット速度段

2) 運転モード・パワーモードの設定

D85-18 では負荷の大小で自動的に増減速する「自動変速モード」と従来車通りの「マニュアル変速モード」を選択できる変速モード、フルパワーの「P：パワーモード」

と燃料を節約できる「E：エコノミーモード」を選択できる運転モード、また後進車速を遅く出来る「後進スローモード」を備えている。(表1)

表1 各モードの特徴

変速モード	特徴
AUTO (自動変速モード)	掘削、運土、整地、敷き均しなど一般的な土質、作業でこのモードをお勧めします。 自動で最適な車速を選び、増減速しますので煩わしい変速操作が不要です。
MAN (マニュアル変速モード)	不整地での掘削作業やリッパ作業で、負荷が変動しやすい場合に使用して下さい。 伐根やサイドカット作業で、デクセル操作が必要な場合に使用して下さい。
運転モード	特徴
P (パワーモード)	フルパワーを発揮するので、土工量を必要とする場合や登り勾配での作業に使用して下さい。
E (エコノミーモード)	作業量を必要としない軽作業で使用して下さい。燃料を節約できます。 シユースリップしやすい土質や作業で、デクセル操作が必要な時に使用して下さい。 押し下げ作業や整地作業など、あまりパワーを必要としない作業に使用して下さい。
後進スローモード	特徴
ON	不整地や軟岩地の作業で、後進時の乗り心地を良くしたい場合に使用して下さい。

3) シグマドーザ

作業量を増大させるため中央部の張出しが特徴のシグマドーザ(図5)を採用した。従来のセミUドーザ(図6)のブレード凹み形状の中央部に張出し部を設け凸形状とすることでブレードと土砂の間に生じるロスが低減された。さらに前面形状に膨らみを設け、側方への土砂こぼれを低減させ一定の土量を保持しながら移動でき、従来のブレードに対し作業量+15%を達成した。

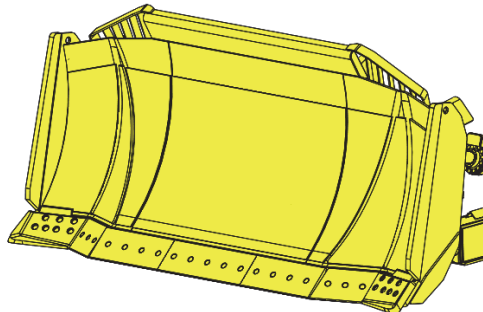


図5 シグマドーザ

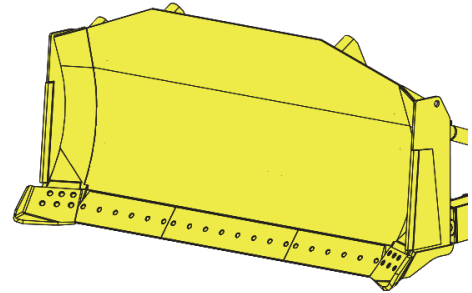


図6 セミUドーザ(従来)

4) パワーチルト&パワーピッチ

シグマドーザでは、重掘削、運土掘削、整地などの作業モードに応じて作業機レバーノブのスイッチとレバー操作でブレード刃先角度を変更することが容易に出来るパワーチルト&パワーピッチ機能を標準搭載した。チルト・ピッチの左右シリンダストロークを変えたことにより、運土作業状態(最大ピッチバック)でもチルト操作が出来るシリンダ機構を採用した。(図7)

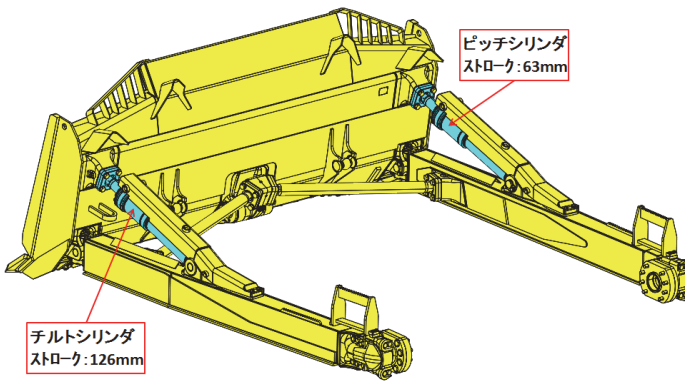


図7 パワーチルト&パワーピッチシリンダ

キャブ・ROPS とフロアを一体化することで非常に高い剛性を確保した。そのため耐久性が向上したことに加え、静粛性に優れた油圧駆動ファンおよび低騒音エンジンの採用でオペレータ耳元騒音の低減にも寄与している。(表2) また、ROPS の柱がキャブ一体となったことにより側方の視界性が大幅に改善した。(図8)

表2 オペレータの耳元騒音比較

ファン回転70%

		単位	D85-18	D85-15
ホ ^レ 耳騒音	定置	dB(A)	72.4	75
	ダイナミック	dB(A)	78	80

3.2 安全・快適性

1) ROPS, フロア一体ワイドキャブ



図8 ROPS キャブ

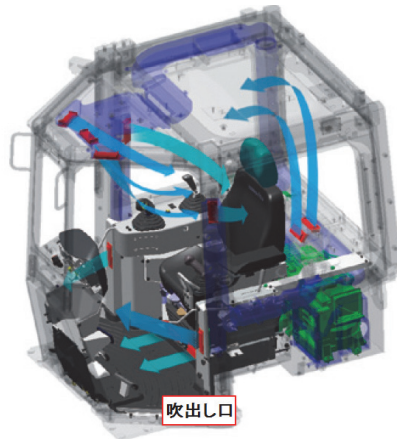
2) フルオートエアコン

大型液晶画面を見ながら細かな設定が行える外気導入型フルオートエアコンを装備。さらに、吹出し口の追加

と位置の最適化で頭寒足熱を実現し、一年中快適な室内環境を保つことが出来る。(図9)



エアコン調整画面と操作パネル



吹出し口

図9 フルオートエアコン

3) 後方モニタシステム

車両後方視認用カメラをCAB 後方に装備。後方の状況を高精細 LCD モニタ ((4)項) で鮮明に確認できるように

している。目安線の表示の仕方と操行レバーを後進にすると自動でカメラ画像を表示できるモード選択ができる。(図10)



図 10 後方視認用カメラとカメラ画像

4) シートベルト未装着警報

シートベルト未装着時にモニタ画面左上にアイコンが点灯してオペレータに注意を促す。(図 11)



図 11 シートベルト未装着警報

5) バッテリディスコネクトスイッチ

長期休車や電気回路の修理、電気溶接を行う場合に、作業員および車体保護のためバッテリー電源回路を遮断するスイッチを配置した。(図 12)



図 12 バッテリディスコネクトスイッチ

6) セカンダリエンジン停止スイッチ

車両異常時にメインスイッチを操作できずエンジンが停止させることが出来ない場合に備え、キャブ右ドア近くのダッシュボード側面にエンジンを非常停止させるスイッチを設けた。(図 13)



図 13 セカンダリエンジン停止スイッチ

3.3 ICT

1) 高精細7インチLCDモニタ

モニタ画面に高精細液晶パネルを新採用した。高い解像度で視認性が大幅に向上した。スイッチ部は従来機で定評のあるシンプルな構成を踏襲し、使いやすく格段に見やすいモニタとすることができた。33 か国語での表示に対応できるようにしている。(図 14, 図 15)

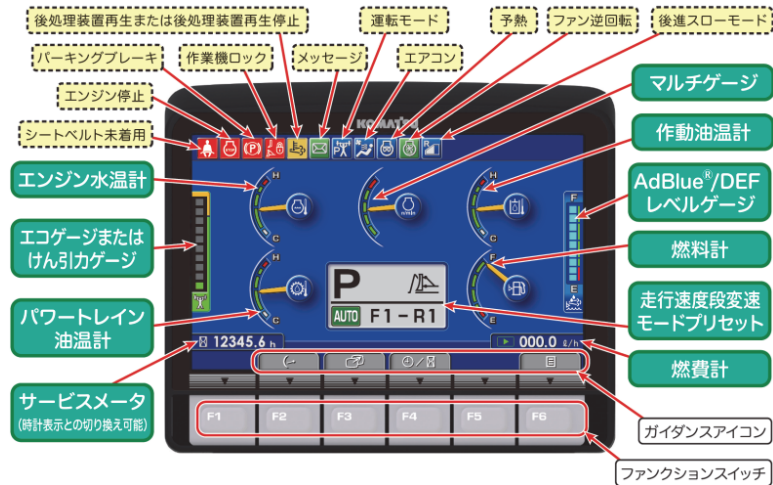


図 14 高精細 7 インチ LCD モニタ

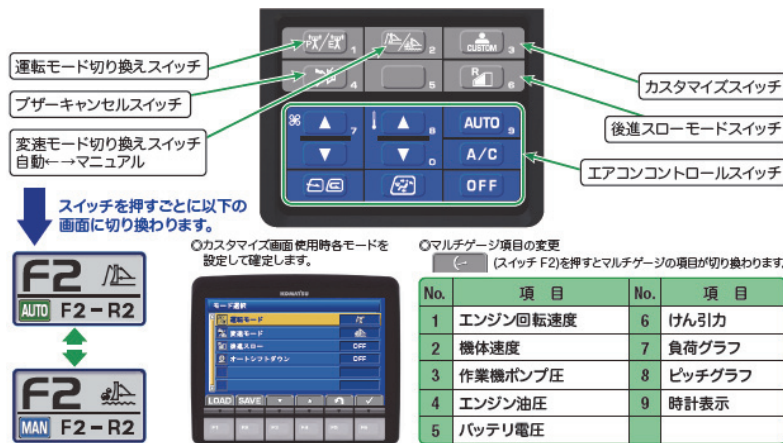


図 15 スイッチパネル

2) 省エネ運転サポート

① エコガイドランス, エコゲージ, 燃費計

実際の運転状況に応じて、「油圧リリーフを押さえないよう」や「Eモードの利用をお勧めします」などの6種類のエコガイドランスをモニタ画面にリアルタイムにポップアップ表示、タイムリーにオペレータに知らせることで省エネ運転をサポートする機能となっている。また、エコゲージ, 平均燃費を表示する燃費計を装備, 省エネ運転をサポートするシステムとした。(図 16)

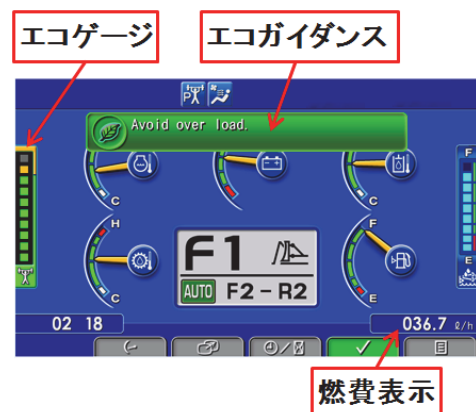


図 16 エコガイドランス, エコゲージ, 燃費計

② 運転実績, 燃費履歴, エコガイドランス記録

省エネガイドランスメニュー画面 (図 17) からワンタッチで、「運転実績画面」(稼働時間・平均燃費・アイドリング時間等を1日もしくは任意の splitted 計測時間で表示) (図 18),

“燃費履歴画面”（直近 12 時間の燃費を 1 時間ごとに棒グラフで表示や、直近 1 週間の燃費を 1 日毎に棒グラフで表示）（図 19）、

“エコガイド記録”（1 日の各エコガイドのポップアップ回数とワンポイントアドバイスを表示）（図 20）を確認できるようにしている。

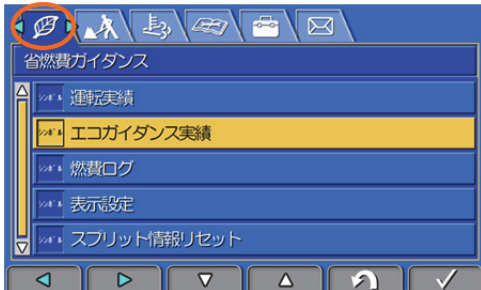
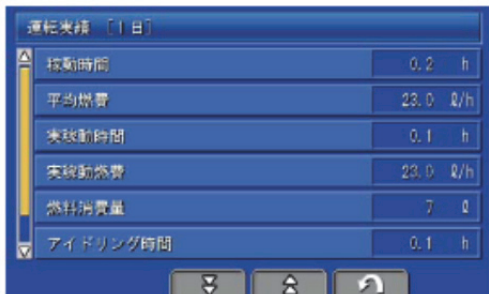


図 17 省エネガイドメニュー



運転実績

図 18 運転実績



図 19 燃費履歴

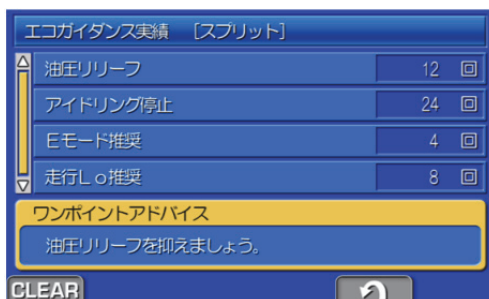


図 20 エコガイド記録

3) KOMTRAX情報の充実

車両から位置、稼働状況、コンディションなどを発信させ、その情報をインターネット経由で現場に行くことなくいつでも把握できる車両管理システムとして高い評価をいただいている KOMTRAX については、新たに“排出ガス後処理システムの情報提供”、“省エネ運転支援レポート”を追加した。（図 21）

排出ガス規制対応で追加となった Komatsu Diesel Particulate Filter や Selective Catalytic Reduction に問題があった場合にサポートセンターから迅速にサポート出来る。また、燃料消費量（平均・実稼働）、CO₂ 排出量を始め走行モード使用状況詳細、省エネガイド記録の履歴等有益な情報を提供できるようにしている。



図 21 省エネ運転支援レポート

4) オペレータ識別機能

個々のオペレータが使用する ID キー（オプション）によりオペレータ別の運転データが記録され、KOMTRAX でオペレータ別稼働履歴を参照することで、機械およびオペレータ両面からの業務管理が可能となった。（図 22）



図 22 ID キーと KOMTRAX 通信

3.4 環境

長年積み重ねてきた当社独自のエンジンテクノロジーを結集した新エンジン「コマツ SAA6D125E-7」を搭載することで NOx（窒素酸化物）と PM（粒子状物質）の排出量を大幅に低減、オフロード法 2014 年規制をクリアしている。このエンジン（図 23）に採用している新テクノロジーを以下に紹介する。

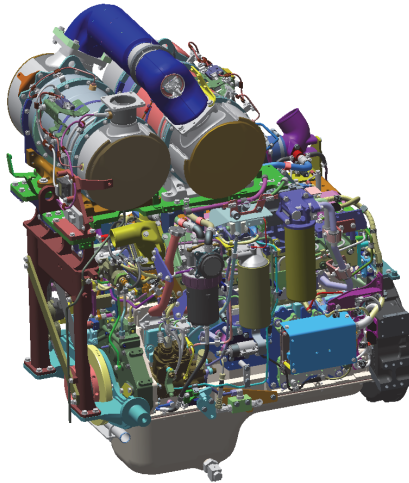


図 23 エンジン外観

1) 燃焼システム

燃焼システムは Tier4Interim 排出ガス規制対応エンジン用として開発した最高噴射圧力 200MPa の電子制御コモンレール噴射システムと新燃焼室を継承し、性能チューニングを行った。

2) 建設機械用排出ガス後処理システム

Komatsu Diesel Particulate Filter は酸化触媒をスツーフイルタの前段に配置することで連続再生式フィルタシステムとし、PM を含むすすを捕捉し排気ガスを浄化すると共に、通常の運転で補足したすすを連続的に燃焼させてフィルタを再生することのできるシステムとしている。また、温度センサと圧力センサを介してコントローラですすの堆積状態を自動的に検出し強制的にすすを燃焼させる制御システムを搭載しており、様々な運転条件下でフィルタの再生が可能なシステムとなっている。（図 24）

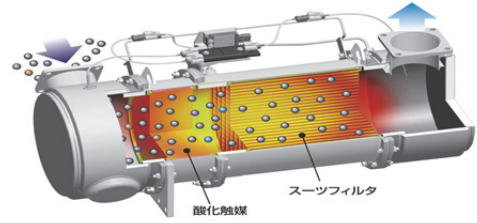


図 24 Komatsu Diesel Particulate Filter 内部構造

排出ガス 4 次規制 (Tier4Final) に対応するため、Komatsu Diesel Particulate Filter に加え、エンジンから排出される NOx を 1/5 以下に低減する尿素 Selective Catalytic Reduction システムを新たに搭載する。本システムは、排気ガス中の NOx を無害な窒素 (N₂) と水 (H₂O) に分解する装置である。尿素水を排気ガス中に噴射し、尿素水から生成するアンモニアと NOx を触媒で反応させ、窒素と水に分解する。（図 25）

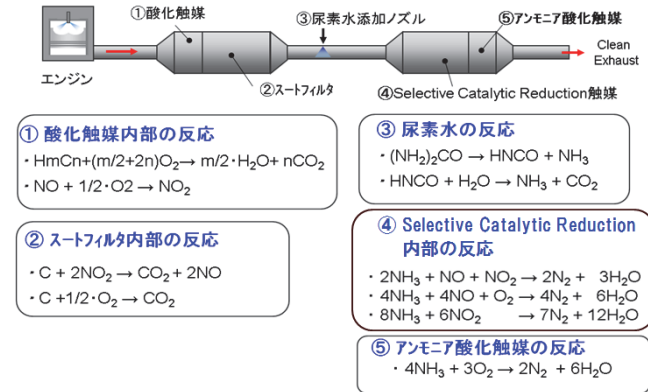


図 25 NOx 還元の化学反応

本システムは、大きく分けて、排気ガス中に尿素水を噴射する尿素水供給システム、噴射された尿素水をアンモニアに分解し排気ガス中に分散させる尿素水ミキシング配管、NOx の分解反応を促進させる触媒を内蔵した Selective Catalytic Reduction アセンブリから構成される。（図 26）

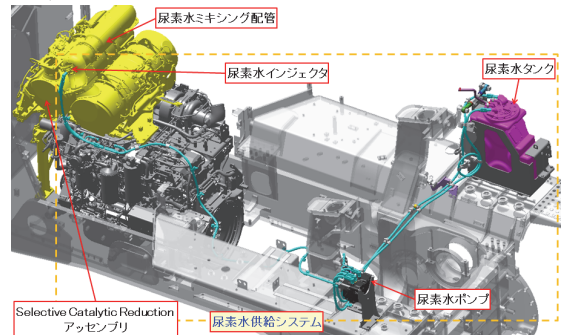


図 26 尿素 Selective Catalytic Reduction

① 尿素水供給システム

尿素水供給システムは、尿素水タンク、尿素水ポンプおよび、尿素水インジェクタから構成される。尿素水ポンプで加圧された尿素水を尿素水インジェクタから排気ガス中に噴射する。噴射する尿素水の量が少なすぎるとNOxの分解が不足し、排出されるNOxが増加する。一方で、尿素水の量が多すぎると排気管の内部に尿素的析出物が生成したり、NOxの分解に使われずに余ったアンモニアが排出されてしまう。建設機械の稼働中は車両の負荷に応じてエンジン回転数や出力が常に変動するため、排気ガス中のNOxの量も常に変化する。尿素水供給システムは、エンジンの稼働状態と Selective Catalytic Reduction アッセンブリの状態を検出し、常に適切な量の尿素水を噴射できる制御システムを搭載している。

また、尿素水は-11℃で凍結するため、低温環境下で稼働する建設機械においては、本システムを作動させるために尿素水の解凍・保温機能が必須になる。尿素水タンク・ポンプの各機器の接続配管用尿素水ホースには、ヒータ線が内蔵されており、周囲の温度に対して適切な解凍・保温ができるように制御される。

② 尿素水ミキシング配管

尿素水ミキシング配管では、排気ガス中に噴射された尿素水が、触媒に到達する前にアンモニアに分解し、排気ガス中に均一に分散される。アンモニアを均一に分散させるために複雑な内部構造とすると、内部構造物に尿素的析出物が生成される可能性がある。建設機械の限られた搭載スペースの中で効率よく均一な分散ができるように、尿素水ミキシング配管の内部構造は、CFD 流れ解析を活用して、最適に設計されている。(図 27)

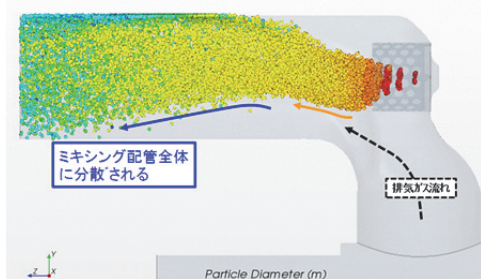


図 27 尿素水ミキシング配管の CFD 解析例

③ Selective Catalytic Reduction アッセンブリ

本アッセンブリは、排気ガス中のNOxを、尿素水の分解で生成されたアンモニアと選択的に反応させ、無害な窒素と水への分解を促進させる触媒を内蔵している。その反応過程は、触媒内にアンモニアが吸着し、吸着したアンモニアと排気ガス中のNOxが反応する。(図 28) このため、触媒内に多くのアンモニアを吸着させておくことにより、より多くのNOxを分解させることができる。搭

載されるセンサ類で、車両稼働中のアッセンブリの状態を常に監視し、触媒に吸着されているアンモニアの量が推定されて、触媒で消費されるアンモニアの量やエンジンから流入してくるNOxの量に応じて、必要なアンモニアを供給するための最適な尿素水噴射量を決定している。また、反応で余ったアンモニアが排気管より大気へ排出されることを防止するために、触媒の後流にアンモニア酸化触媒を配置している。

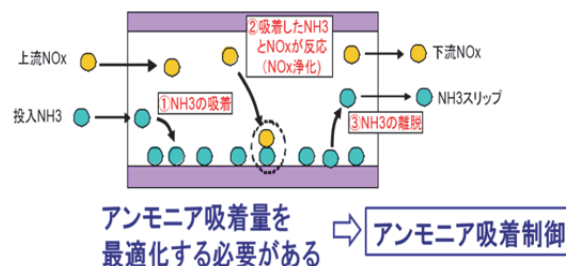


図 28 触媒のNOx還元

これらの触媒は、Komatsu Diesel Particulate Filter に内蔵されている酸化触媒やスツーフイルタと同様に、セラミック製の基材上に担持され、その基材は高い耐熱性をもった特殊な繊維でできたマットで保持され、金属製の筐体内に内蔵される。このような構造は、2011年からの市場での稼働実績のある Komatsu Diesel Particulate Filter と類似構造であり、大きな衝撃が加わる建設機械の過酷な使用環境下においても、十分な信頼性・耐久性をもっている。(図 29)

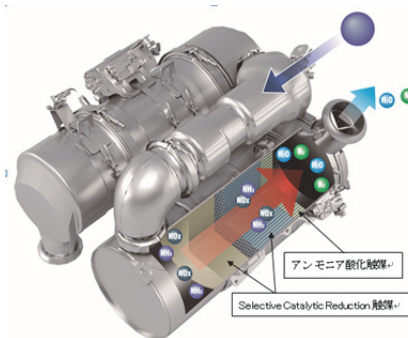


図 29 アッセンブリの内部構造

建設機械の稼働条件では商用車・乗用車に比べて負荷頻度が高く、排気ガス温度も高くなる傾向があり、後処理装置での各種化学反応が促進されやすい。今回開発した Komatsu Diesel Particulate Filter ・尿素水ミキシング配管・Selective Catalytic Reduction アッセンブリは、断熱構造で内部の温度低下を防止し、高い排気ガス温度を有効に活用するとともに、軽負荷での稼働や低温環境下での稼働による排気ガス温度の低下に対しても、機能低下を最小限に抑制することができるなど、建設機械への搭載のために最適に設計されており、また自社内で製造し高

品質が保証されている。

3) 建設機械用可変ターボシステム

Komatsu Variable Geometry Turbo Charger システムは当社独自の技術である油圧駆動方式を適用してターボ内に配置した可変ノズルをエンジン負荷に応じて可変制御する。(図 30) これにより空気流量と圧力を最適に制御、高効率燃焼を実現し低エミッション、低燃費と良好な応答性を可能としている。

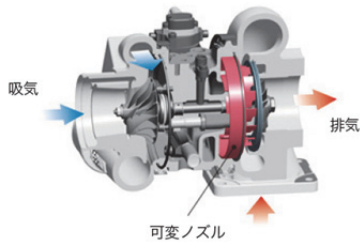


図 30 Komatsu Variable Geometry Turbo の構造

4) 建設機械用電子制御クールド

Exhaust Gas Recirculation システム

排出ガスの一部を再循環させ、燃焼に再利用して NOx を低減するシステムである。(図 31)

オフロード法 2014 年規制をクリアするためには再循環させる排出ガスの温度を十分に下げることが重要になる。そのため、新設計の高冷却効率 Exhaust Gas Recirculation クーラを搭載している。また、再循環排出ガス流量を制御するための Exhaust Gas Recirculation バルブには、建設機械の過酷な環境や使われ方においても十分な信頼性と耐久性を併せ持つ当社独自の油圧駆動方式を適用した。これにより、コンパクトでありながら高精度のガス流量制御が可能な高耐久性のバルブが実現した。

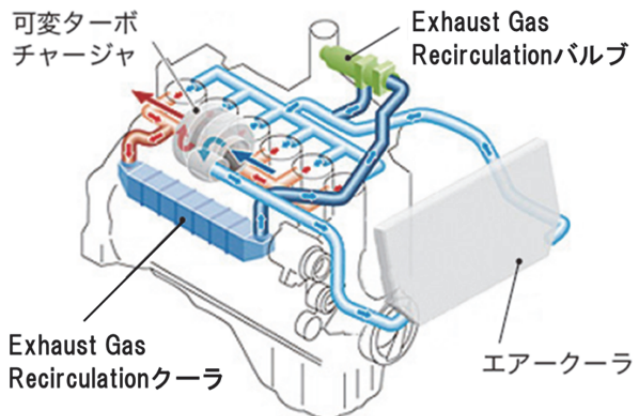


図 31 電子制御クールド Exhaust Gas Recirculation システム

5) Komatsu Closed Crankcase Ventilationシステム

オフロード法 2014 年規制をクリアするためには、従来は大気開放していたブローバイガスも吸気還元して燃焼

させることが必要である。その際、ブローバイガス中にはオイル分が含まれるためこれを除去して還元しなければ、他の機器の性能を損なう恐れがある。そのため、オイル分を効率よく除去できる高性能フィルタを内蔵した Komatsu Closed Crankcase Ventilation システムを搭載している。フィルタ目詰まりを検出する圧力センサを備え、フィルタメンテナンスが容易にできるようにエンジンルーム内に配置している。(図 32)

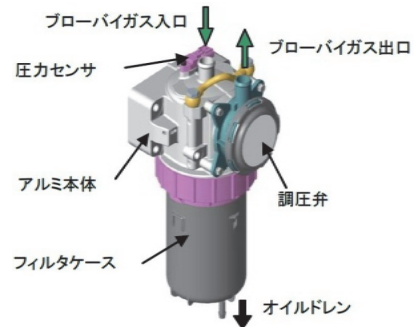


図 32 Komatsu Closed Crankcase Ventilation

3.5 その他

1) オートアイドルストップ

移動や作業機操作が無く、アイドル状態が継続した場合に自動的にエンジンを停止させることで不必要な排気ガス放出を抑制。環境に配慮した機能となっている。アイドルストップ作動までの時間は規制のある地域には規制に沿った時間が工場出荷時に設定され、規制の無い地域には設定可能な状態で出荷される。

2) 安心と信頼のサポート体制

当社は、この高性能の機械をお客様に長期間にわたり安心してご使用いただけるサポートを提供することが重要であると考え、2012 年度に販売開始したオフロード法 2011 年基準適合車全てに、国内で初めて新車保証プログラム、「KOMATSU CARE (コマツ ケア)」を採用しており、今回 D85-18 にも適用。無償プログラムと有償プログラムで構成しており、無償プログラムは“パワーラインの延長保証” (3 年あるいは 5,000 時間まで保障) と“無償メンテナンス” (エンジンオイル・エンジンオイルフィルタを 500 時間毎に 4 回まで無償交換、Komatsu Diesel Particulate Filter を 4,500 時間到達時 1 回無償で清掃) を追加している。これにより車両本来の性能と環境性能維持を図り、トータルライフサイクルコストの低減に貢献している。

4. おわりに

「D85EX/PX-18」は、今回 10 年ぶりのフルモデルチェンジを実施し、自然環境・安全性・運転環境・ICT を始め

多くのセールスポイントを織込んだ新型機種であり、各市場から高い評価が得られるものと確信している。近い将来、全世界のお客様から「名車」と言われる称号を得られるよう期待する。

筆者紹介

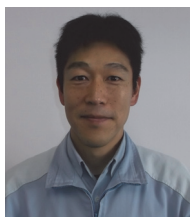


Naomi Kobayashi

こばやし なおみ
小林直己 1981年、コマツ入社。

現在 開発本部 建機第一開発センタ

小型開発グループ 所属



Masahiro Funato

ふなと まさひろ
船戸正啓 1996年、コマツ入社。

現在 開発本部 建機第一開発センタ

小型開発グループ所属

【筆者からひと言】

10年ぶりのフルモデルチェンジ、新排気ガス規制による新技術の採用に合わせ、栗津で初めてD85の開発を実施した。開発中においては、厳密な品質確認、生産コスト・納期意識が重要視され、非常に大変な開発に携わり、設計部門・品確部門・生産部門が一致団結し目標に向かって努力した結果が、今結実しようとしている。今後、市場で高評価を得ることと信じるとともに、ご協力いただいた各関連部門の皆さんに厚くお礼申し上げます。