

新排出ガス規制に対応した 油圧ショベル「ZAXIS-5シリーズ」

ZAXIS-5 Hydraulic Excavator Series Compliant with New Emissions Law

西田 利明

Nishida Toshiaki

荒井 康

Arai Yasushi

中村 剛志

Nakamura Tsuyoshi

柴森 一浩

Shibamori Kazuhiro

環境負荷低減をめざした排出ガス規制は建設機械のエンジンにも強化されており、2011年から段階的に、欧州、北米、日本において新排出ガス規制が始まっている。

これに合わせて、日立建機は、国内外のユーザーニーズ調査を基に多くの要望を取り入れた油圧ショベルのフルモデルチェンジを進め、「ZAXIS-5シリーズ」として製品化した。新排出ガス規制への対応とともに、さらなる低燃費化、運転席の安全性と快適性の向上、情報化機能の高度化を図り、欧州と北米の市場への導入を開始している。

1. はじめに

近年、各方面で環境負荷低減に向けた取り組みが進められる中で、建設機械においても、世界的に排出ガスへの規制が強化されている。この状況の下、日立建機株式会社は、新排出ガス規制に対応する油圧ショベル「ZAXIS-5シリーズ」を開発し、欧州と北米への市場導入を開始した。

ZAXIS-5シリーズでは、エンジンの排出ガス規制に適合させると同時に、低燃費化と掘削性能向上を両立したシステムを構築している。また、フロントおよび足回り部品の耐久性とともに、モニタに故障診断機能「Dr. ZX」を追加するなどメンテナンス性も向上させ、ライフサイクルコストを低減している。より広い快適なキャブを実現して居住性についても配慮し、マルチファンクションスイッチによる手元集中コントロールなど、オペレータが操作しやすい新技術を盛り込んだ。さらに、従来機から好評を得ている情報化機能についても、ワイドモニタによる後方カメラ機能を設け、携帯端末通信機能によって「e-Service」機能を高度化するなど、さらに進化させた。

ここでは、ZAXIS-5シリーズの省エネルギー技術と環境対応エンジン、運転室の安全性と快適性、情報化技術の高度化について述べる（図1参照）。



図1 | ZAXIS-5シリーズ
「ZAXIS250LC-5」の外観を示す。

2. 省エネルギー性能の追求と環境対応エンジン

2.1 新油圧システム「TRIAS」

従来の2ポンプ2バルブシステムに対して、3ポンプ3バルブシステムのTRIAS（トライアス）システムを採用した。TRIASシステムの目的は、さらなる低燃費化と、操作性、すなわち運転のしやすさの向上である（図2参照）。

特に、低燃費化については、従来に比べてきめ細かな電子制御によって、より適切なポンプ吐出し容量を確保するとともに、油圧回路の圧力損失低減を徹底し、ソフトウェアとハードウェアの両面から実現させた（図3参照）。

具体的には、各ポンプの最適馬力設定による複合動作時の馬力ロスの低減、各アクチュエータの作動効率適正化に伴うポンプ馬力低減、ポンプ吐出し容量の増加によるエネルギー回生のための絞りロス低減、回路および切換弁の増設による圧力損失低減などの技術を組み合わせた。これにより大幅な燃費向上効果を得ている。

その結果、新作業モード「ECO」で-18%の低燃費化を

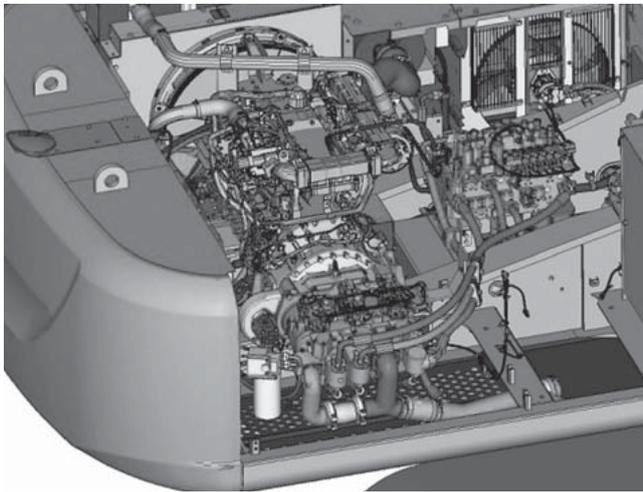
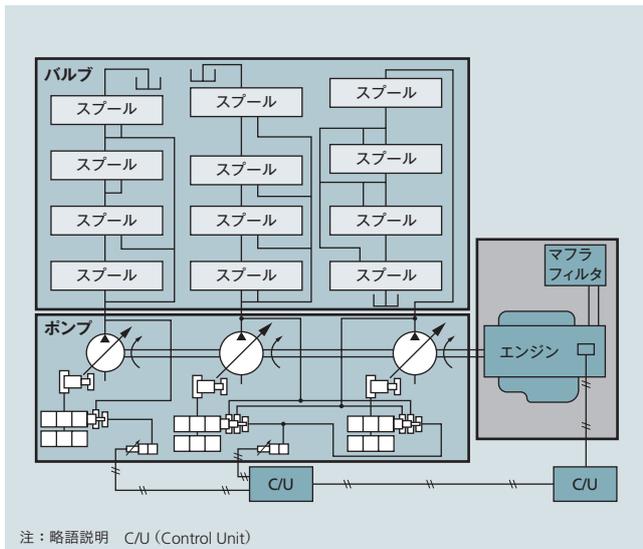


図2 | TRIASの油圧機器

大幅な低燃費化を実現し、運転のしやすさを向上させた。



注：略語説明 C/U (Control Unit)

図3 | TRIASのシステム構成

より適切なポンプ吐出し容量を確保し、油圧回路の圧力損失を大幅に低減させた。

達成した (ZAXIS250LC-5 と従来機の比較)。

2.2 油圧ショベル用環境対応エンジン

新排出ガス規制では、従来の排出ガス規制に比べてPM (Particulate Matter: 粒子状物質) で $\frac{1}{10}$ 、NOx (窒素酸化物) で $\frac{1}{2}$ の低減が求められる。これに対して、従来エンジンからのコモンレール式燃料噴射システムに加え、PM低減についてはマフラフィルタの採用、NOx低減についてはVGS (Variable Geometry System) ターボ (可変ターボ) の採用とEGR (Exhaust Gas Recirculation: 排気ガス還流装置) クーラの大容量化といった技術を開発・適用した (図4参照)。

マフラフィルタに使用している触媒はエンジンの負荷が高く、排気温度が高い状態で活性化する。しかし、掘削、均 (なら) し、つり荷、積み込みなど多種多様な作業を行う油圧ショベルは、ブレーカやフォークグラブなどさ

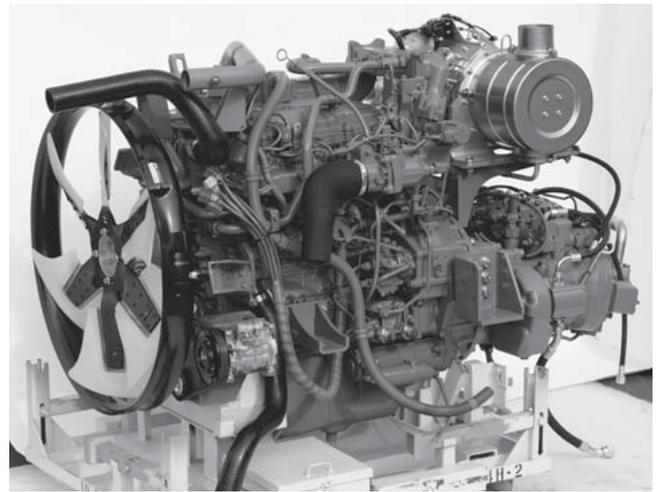


図4 | 「ZAXIS250-5」クラスのエンジン

欧州、北米、日本の新排出ガス規制に適合している。

さまざまなアタッチメントを装着することもあり、排気温度が低い低速低負荷頻度が多い運転状態になる場合がある。開発にあたっては、これら油圧ショベルの各作業におけるさまざまなエンジン運転パターンを検証し、マフラフィルタへのPM捕集レベルや燃料消費量、排出ガスレベルの最適化を図るため、燃料噴射タイミングやEGRバルブの開閉制御など、油圧ショベル用としての入念なエンジン制御マッチングを実施した。

3. 運転室

3.1 安全性の追求と快適性の向上

オペレータの労働環境の改善、作業現場の事故災害防止の観点から、運転室の安全性と快適性は重要な要素になっている。

安全性については、油圧ショベルが転倒して360度回転しても、オペレータを押し潰さない最小限の保護空間を保つことができるROPS (Roll-over Protective Structures: 転倒時保護構造) に適合している。ROPSに要求される性能や試験方法はISO (International Organization for Standardization: 国際標準化機構) の規格として定められている。また、ピラー部への異形パイプの採用でROPSの最適化を図り、ガラス面積を最大限大きくすることで視界を向上させ、周囲の安全にも配慮している。

さらに、周囲の安全確認のためのバックモニタを標準装備し、オペレータが顔を動かさなくても見えやすい位置にモニタを配置した。ワイパーやライトなど、頻繁に使用するスイッチ類をオペレータの手元に配置し、誤操作の防止にも努めている (図5参照)。

居住性については、長時間の運転でも疲れにくいシートを採用するとともに、標準装備としたオートエアコンの吹出し口はオペレータを包み込むように配置し、空調環境の



図5 | ZAXIS-5シリーズの運転室内
広く快適な運転室とし、モニタの視認性や右側視界を向上させた。

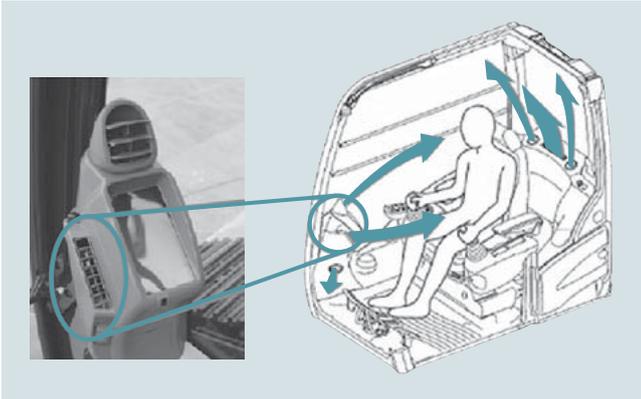


図6 | ZAXIS-5シリーズのエアコン吹出し口の位置
エアコン吹出し口はオペレータを包み込むように配置した。

最適化を図っている（図6参照）。また、運転室の気密性を高めることで断熱性が向上し、運転室内の騒音も低減した。

3.2 マルチモニタ・操作装置

フルドットカラー液晶を用いたマルチモニタを従来機から搭載し、好評を得ている。新モデルでは、さらなる高機能化とモニタ操作の簡略化を図った。

高機能化では、水温計、燃料残量計、車体情報表示などの基本機能と、メンテナンス機能、油圧調整機能などのマルチ機能というマルチモニタの従来の機能に加え、ラジオ、エアコンなどの機能をモニタに集約し、また、32か国の言語に対応した（図7参照）。

マルチモニタには、車体整備に必要な機能も搭載されている。従来機のモニタにも故障診断などの簡易サービス機能は装備されていたが、新モデルにおいては、これらの機能に加え、センサー類やエンジン系データのモニタリング機能と車体調整などの設定機能の中から、サービスを行ううえで必要最低限の機能を搭載した。従来機のサービスには外部ツールを必要としていたが、ツールを持ち込めない国や地域があり、この機能を使用することでこれらの問題を解決した。新モデルでは、顧客とサービススタッフの双



図7 | マルチモニタと操作装置
マルチモニタの基本画面を左に、マルチファンクションスイッチ、およびエアコンとラジオの操作スイッチを右に示す。

方にメリットがある高機能化を行うとともに、販売地域に合わせたグローバル化にも対応した。

操作の簡略化については、旧モデルでは操作スイッチが多く、操作方法が分かりにくいという意見があったため、新モデルに向けては操作性の検証を重ねた。その結果、マルチモニタの操作を「回す」、「押す」という二つの動きのみで行う、建設機械専用のマルチファンクションスイッチを開発した。エアコンとラジオについては、その使用頻度から従来どおり独立したスイッチを準備したが、回して押すという操作方法を統一するとともにスイッチを1か所に集約することで、使いやすいマルチモニタを実現した。

4. 情報化技術の高度化

従来機においては、市場で故障が発生した際、車体がどのような状態であるかを把握することが難しく、サービススタッフが車体点検を行っても、故障の原因究明に時間がかかる場合や、原因を特定できない場合があった。新モデルでは、排出ガス規制対応のためにエンジンがさらに高度化することから、機械のダウンタイムの減少と容易な故障診断に向け、以下に述べる三つのシステム構築を行った。

4.1 故障発生時の車体情報の記録

故障が発生した前後の各種センサー情報やデジタル信号情報などを記録することで、不具合分析や原因特定を容易にした。また、事務所からの指示により、機械の各種記録データを遠隔取得できるようした。

4.2 遠隔モニタリングシステムの構築

車体に取り付けられた各種センサー情報を収集し、車体に搭載されている通信機で収集した情報をモニタリングサーバ「Global e-Service」に送信する。全世界で稼働する

機械を事務所からモニタリングできるシステムを構築し、機械のダウンタイムの減少を図った(図8参照)。

4.3 故障診断ツールの強化

建設機械の電子化が進み、制御内容も複雑化していることから、車体の各種センサーの状態をモニタリングする項目も増大している。従来は、メンテナンス時に専用の故障診断ツールを用いて、約100項目の中から確認する項目を選択していた。これに対し、サービス員のサービス性向上を目的に、故障診断ツールに新機能を加え、制御ごとにシステム図を見ながら容易に車体の状態を確認できるようにした(図9参照)。

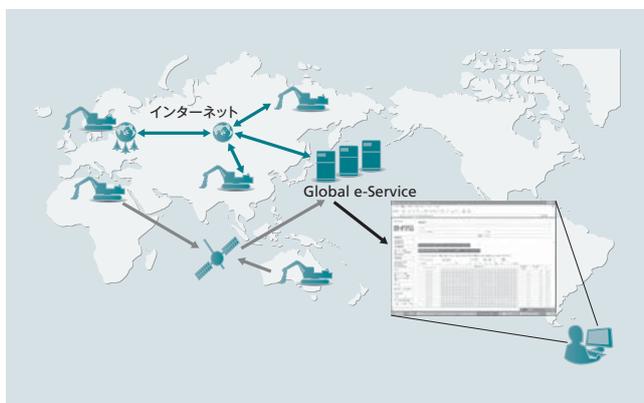


図8 | 遠隔モニタリングシステムのイメージ
事務所から全世界の機械の稼働データを見ることができる。

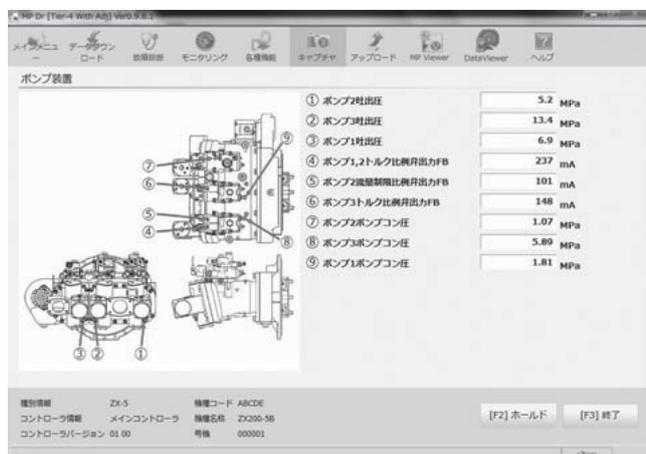


図9 | 故障診断ツールの画面例
メインポンプの圧力状態に関する故障診断ツールの画面例を示す。

5. おわりに

ここでは、ZAXIS-5シリーズの省エネルギー技術と環境対応エンジン、運転室の安全性と快適性、情報化技術の高度化について述べた。

ZAXIS-5シリーズは世界各地のユーザーの下で稼働を始めており、その性能は高く評価されている。

今後も、顧客満足度を高め、「Made by HITACHI」のブランド力を強化し、より多くのユーザーに求められる製品を提供できるよう開発を推進していく。

執筆者紹介



西田 利明
1989年日立建機株式会社入社、開発本部 商品開発・建設システム事業部 建設システム開発設計センター 所属
現在、中型油圧ショベルの開発・設計に従事



中村 剛志
1992年日立建機株式会社入社、開発本部 商品開発・建設システム事業部 建設システム開発設計センター 所属
現在、油圧システムの開発・設計に従事



荒井 康
1995年日立建機株式会社入社、開発本部 商品開発・建設システム事業部 建設システム開発設計センター 所属
現在、エンジンの開発・設計に従事



柴森 一浩
1991年日立建機株式会社入社、開発本部 制御システムセンター 開発設計部 所属
現在、制御システムの開発・設計に従事