

最新型ホイールローダ

950MZ

三 富 亮 治

この度、最新の排出ガス規制であるオフロード法 2014 年規制に適合すべく、950MZ（以下「本開発機」という）を開発した。排出ガス規制対応が開発の大きな柱の一つであるが、その他、省燃費性能や生産能力の向上、オペレータ環境や安全性の改善、最新の車両管理システムの採用など、付加価値の高い商品を目指し開発している。最新型ホイールローダは排出ガス規制対応の為のエンジンコンポーネントのアップデートだけに留まらず、お客様メリットの向上に主眼を置いた様々な特長を有している。本稿では排出ガス規制対応技術に加え、主な特長について紹介する。

キーワード：ホイールローダ、オフロード法 2014 年規制、尿素 SCR システム、省燃費性能、レバーステアリング、ペイロードシステム、安全性

1. はじめに

近年、地球環境保護、生活環境保護を目的とした大気汚染防止に関する社会的要請は一層の高まりを見せており、U.S. Tier4 Final/EU Stage IV に続き、国内においても 2014 年 10 月より 130 kW 以上 560 kW 未満の建設機械において、今までで最も厳しい規制値を有するオフロード法 2014 年基準の施行が開始されている。排出ガス規制対応の車両はクリーンで地球環境や生活環境にやさしい反面、イニシャルコストやメンテナンスコストの増加など、経済性の面でお客様の負担が増す傾向がある。最新の車両には、このようなネガティブなインパクトを最小限にすることはもとより、ネガティブなインパクトを相殺しても余りあるだけのメリットを生み出すことが求められる。

ここでは最新の排出ガス規制に対応することに加



写真—1 本開発機ホイールローダ

え、省燃費性能や安全性、オペレータ環境の更なる向上を念頭に開発した最新のホイールローダ本開発機（写真—1）について紹介する。

2. 最新型ホイールローダ本開発機の特長

(1) 排出ガス規制対応

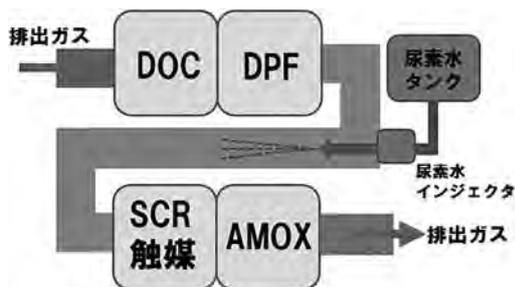
オフロード法 2014 年基準（以下 T4f）は、先の規制であるオフロード法 2011 年基準（以下 T4i）より NO_x（窒素酸化物）の排出量を大幅に削減することが求められている。この厳しい基準値をクリアすべく、T4i で用いていた排出ガス低減技術に加え、排出ガス後処理装置に新たに尿素 SCR システムを採用した。ここでは T4f で変更となった排出ガス後処理装置について説明する。

排出ガスの後処理装置は、ディーゼル酸化触媒（以下 DOC）、ディーゼルパーティキュレートフィルタ（以下 DPF）、SCR 触媒、アンモニア酸化触媒（以下、AMOX）、尿素水タンク、尿素水インジェクタからなる尿素 SCR システムにより構成される。

まず、ターボから出てきた排出ガス中の炭化水素は DOC により、酸化され無害化される。さらに、その先の DPF により、すすなどの PM が捕捉され排出ガスは清浄化される。DOC は炭化水素の無害化のみならず、NO_x を NO₂ に変化させる役割も担う。この NO₂ は DPF の中で PM (C) を酸化させる。この NO₂ による PM の酸化は比較的低温の 250℃～400℃

で行われるため、排気熱のみでの再生が可能になった。これにより、T4i で用いていたような燃料の噴射により排出ガスを高温化してDPF 再生を行う高温再生の必要がなくなっている。また、T4i に比べ、燃焼温度を上げることですす (PM) の発生量が抑えられている。その反面、NO_x 量は増加するが、この NO_x は前述の通り、DOC で NO₂ に変化し、DPF 中で PM の酸化を促進する。DPF を通過した排出ガス中の NO_x は、尿素水の噴射により生成されるアンモニアと SCR 触媒により無害化される。さらに AMOX により、残留しているアンモニアが無害な不活性ガスと水に分解される (図—1)。

尿素 SCR システムで使用される尿素水は燃料タンク脇に設置された尿素水タンクより供給される。このタンクには凍結防止用のヒータが装備されており、さらに、エンジン停止後に尿素水配管から尿素水をタンクに戻す、パージ機能が備わっており、寒冷地での稼働においても信頼性を確保している。



図—1 排出ガス浄化システムの例

(2) 省燃費性能と高い生産性の両立

NO_x 低減の為に用いられる尿素水は、燃料の消費に対し数パーセントの割合で消費する。従来の燃料に加え尿素水の補給が必要になり、その分運転コストが増加するが、最新のホイールローダでは、燃料消費量に尿素水消費量を加えた総消費量が、従来モデルの燃料消費量よりも少なくなるよう優れた省燃費性能を備えている。加えて従来機同等以上の生産性を維持し、高い燃料生産性を実現している。

(a) エコノミーモード

エコノミーモードは車両のパートレインの負荷に基づいて、エンジントルクと回転数を自動的に最も効率の良い領域に制御する。このモードはキャブ内にあるモニターで容易に設定することができる。これにより、高い作業量と燃料消費の低減を両立している。

(b) エコアイドルモード及びオートアイドルストップ機能

エコアイドルモードは、アイドル時のエン

ジン回転数を通常の約 800 回転から約 700 回転に低下させるシステムで、パーキングブレーキをかけた状態で、作業機レバーやペダル類を操作せず 10 秒程度経過すると自動で作動する。さらに、設定により一定時間アイドル状態が続くと自動でエンジンをシャットダウンする、オートアイドルストップ機能も装備している。一般にホイールローダの全稼働時間に占めるアイドルの割合は 2～3 割程度に及ぶ。このアイドルでの燃料消費量を抑えることで、燃料コストの低減のみならず、CO₂ 排出量の削減に貢献している。

(c) 新型バケット

バケットの形状を見直すことで、積み込み量の増加と、燃料消費量の低減を図っている。新形状のバケットは従来型と比べ、バケット底面（フロア）が長い形状となり、さらにバケット開口部分が大きく開いている (写真—2)。これにより、荷入り性が向上し、バケット満杯率が従来型と比べ 5～15% 程度向上している。容易にバケットに荷を積み込むことができるので、必要以上にアクセルを踏み、掘削動作を行う必要がなく、サイクルタイムの向上、燃料消費量やタイヤの摩耗なども低減される。さらに、弓型形状のサイドバーを採用することで、運搬時のバケット側面からの荷こぼれを低減している。



写真—2 新型バケット

(d) ロックアップクラッチ付トルクコンバータ

ロックアップクラッチ付トルクコンバータ（以下ロックアップトルコン）を標準装備することで、走行時の燃料消費量を低減し、走行能力を向上している。ロックアップトルコンには、トルクコンバータの入力側と出力側を直結（ロックアップ）するクラッチが装備されており、速度や負荷の条件がマッチすると自動でロックアップする。エンジンとトランスミッションが直結したダイレクトドライブにより、トルコンでの伝達ロスをも最小化し、優れた走行能力を実現するとともに、燃料消費量も低減する。

従来のロックアップトルコンは、シフトアップ時の

速度段が切り変わった直後はロックアップが解除され、トルコンドライブになっていたが、新型のロックアップトルコンは、シフトアップ時もロックアップが維持されるシステムを採用している。これにより、さらに伝達効率の向上が図られている。

(e) フロントマニュアルデファレンシャルロック

フロントアクスルのデファレンシャルにデファレンシャルロック（以下デフロック）を装備している。このデフロックは左ブレーキ横に配置されたスイッチを踏むことで作動させる（写真—3）。デフロックを使用することで雪道や泥濘地、不整地での走行性能を向上させることはもとより、通常の掘削作業でのスリップ時にも適宜使用することで、けん引力がアップし、スムーズな掘削が可能になる。さらに、タイヤスリップによるタイヤの摩耗、余分なアクセル操作による燃料消費を抑えることができる。



写真—3 デフロックスイッチ

(3) オペレータ環境及び安全性の向上

オペレータ環境の改善は安全と密接に関係している。より容易に快適に操作ができるシステムや機能によりオペレータをサポートすることで、オペレータ疲労の低減を図り、ヒューマンエラーの発生を抑制する。また、重機災害で最も多い事故の一つである転落事故を防止する為の安全装備を新たに備えている。

(a) レバーステアリング

ステアリングには従来と同様の油圧式ホイールステアリングに加え、新たにレバーステアリングをラインナップしている。レバーステアリングは、電気-油圧式で、レバーの動きにより発生する電気信号により、ステアリングの油圧コントロールバルブを制御する方式である。

ステアリングレバーは運転席左コンソールに配置されており、左右に傾けて操作する。レバーの傾きと車両の旋回角度は常に一致し、レバーの可動範囲は車両の最大旋回角度と同じ、左右40°である。僅かな操作量で車両を旋回させることができる為、切り返しの多

い積み込み作業時などはオペレータの疲労が飛躍的に軽減される。

ステアリングレバーの操作力（重さ）はレバー下部に装着されているモータによって制御されている。この制御は車速感应式で、車速が速い場合は安定した操作が可能ないようにやや重めの操作力に、車両速度が遅いときは比較的軽くなるように制御している。これにより、オペレータは常に最適な操作感覚が得られる。

ステアリングレバー頭頂部には親指で操作するシフトアップ・ダウンスイッチ、腹部分には人さし指、中指で操作する前後進切り替えスイッチが装着されている（写真—4）。これらはレバーから手を離さずに操作できる。常にステアリングを握った状態で車両のコントロールが可能であり、安全性が向上している。



写真—4 レバーステアリング

レバーステアリングが配置されている左コンソールは跳ね上げ式で、シートへのアクセスがスムーズに行える（写真—5）。また、コンソールが上がった状態ではエンジンがかかってもステアリングレバーは無効になり、この状態でレバーを操作してもステアリングは作動しない。さらに、コンソールが下がった状態（通常の運転状態）であっても、オペレータがシートから立ち上がると上述と同様にステアリングレバーは無効になる。万一、アイドリング中にレバーコンソール



写真—5 跳ね上げ式レバーコンソール

ルを上げないで降車するなどしてレバーに体が触れても、ステアリングは切れない安全機構が備わっている。

(b) タッチスクリーンディスプレイ及びスイッチパネル

キャブ右側にはタッチスクリーンディスプレイとスイッチパネルが配置されている（写真—6）。

タッチスクリーンディスプレイはスマートフォンやタブレット端末の様に、画面を指でタッチすることで操作することができ、このディスプレイを介して車両の各種機能の設定や情報の閲覧が可能である。グレーと黒を基調としたシンプルな色構成のカラーディスプレイにはわかりやすいアイコンが配置され、容易に直感的に操作可能である。



写真—6 タッチスクリーンディスプレイ

このディスプレイの下には、使用頻度の高い各スイッチが集中配置されている（写真—7）。優れた操作性の確保と埃や湿気からスイッチを保護する為、薄膜で覆われたメンブレンスイッチを採用している。



写真—7 スイッチパネル

(c) リモートドア開放システム及び傾斜型ラダー

キャブ昇降時の転落事故を低減すべく、リモートドア開放システムの装備とアクセスラダーの改良を行った。

中型以上のホイールローダのキャブドアは高所に位置しており、地上からドアを開放するのは困難である。このような場合はアクセスラダーの中段でハンドレールから片手を離しドアを開けるケースが多い。片手を離すことにより転落のリスクが高まるとともに、キャブへの乗り込み難さの一因にもなっていた。

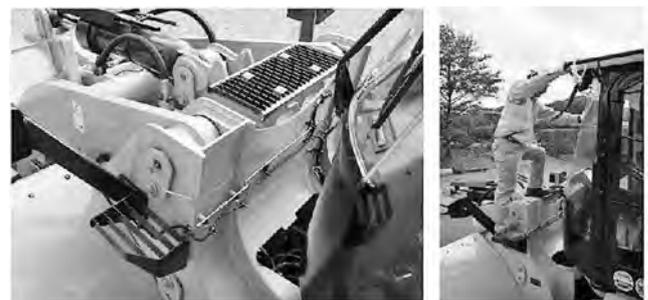
リモートドア開放システムは、地上からのスイッチの操作により、ドアを開放することができるシステムで、ラダーに登らずにドアを開けることができる（写真—8）。これにより、常に3点支持を維持したまま、キャブへの乗り込みができ、より容易で安全なアクセスを可能にした。更に、キャブアクセスラダーはその傾斜角度を従来機の約10°から約15°にアップし、より階段に近い感覚で昇降できるようにしている。



写真—8 リモートドア開放スイッチ

(d) フロントウインドウ清掃用ステップ及びキャブトップハンドレール

キャブガラス清掃用のステップと清掃中に体を支えたり、安全帯を結びつけたりする為のキャブトップハンドレールを装備した（写真—9）。安全な足場が確保されることで確実に容易にキャブガラスの清掃ができ、常に優れた視界を確保できる。安全帯を使用することで清掃時の転落も防ぐことができる。



写真—9 フロントウインドウ清掃用ステップ

(4) 車両管理

近年の車両は高度に電子制御化されており、それらを制御するコンピュータから車両に関する様々な情報を入手することができる。これらの情報を有効に活用することで、生産性や燃料消費量の管理、車両の健康状態の把握による故障の未然防止などランニングコスト低減、作業の効率化等が可能になる。

(a) ペイロードシステム

バケットに積み込んだ荷の質量を計測するペイロードシステムは従来から商品化されているが、新型のホイールローダではこのペイロードシステムをより使い易いものに改良している。新型のペイロードシステムの質量や設定を表示する画面は前述のタッチスクリーンディスプレイに統合されている。各機能をアイコンで表示し、容易に各種設定や計測結果の確認ができる。

また、新型のペイロードシステムでは積載量の調整がより正確に容易にできる機能が備わっている。従来、バケットに積み込んだ荷の量を調整するには、例えば計測した質量が目標積み込み量より多かった場合、オペレータの勘で目標質量を狙ってバケットの荷をこぼし、調整する必要があった。目標質量に達したかどうかの確認には再計測が必要であった。

この新型のペイロードシステムでは、バケットから荷をこぼすと、すでに計測されたバケットに入っている荷の質量からこぼした分の荷の質量が減少する様子をモニタで確認することができる（写真—10）。オペレータは目標の質量になるまでモニタの数値の変化を見ながら荷をこぼすことができ、勘に頼らず正確に調整することができる。再計量のムダが省けるとともに、正確な積載量調整が可能になり、作業時間の短縮や過積載の防止に有用である。

積載質量の情報は車両コンピュータに蓄積することができ、後述する遠隔稼働管理システムを介して現場から離れた事務所等でも把握できる。また、燃料消費量情報や稼働時間情報とリンクして、時間当たりの生産性や単位燃料当たりの生産性などの情報としても閲覧可能である。



写真—10 ペイロード画面

(b) 遠隔稼働管理システム

遠隔地で車両の各種情報や前述のペイロード情報などが専用の Web 画面より確認できる遠隔稼働管理システムを搭載している。車両の位置情報、稼働情報、燃料消費量や警告情報が稼働現場から離れた事務所等でタイムリーに把握できることにより、生産性の管理、故障の未然防止などランニングコストや現場の効率化に役立てることができる。

3. おわりに

本稿では最新のホイールローダで採用されている排出ガス低減システムや主な特長について紹介した。昨今のモデルチェンジは排出ガス規制がドライバーとなることは否めないが、排出ガス規制適合の為のモデルチェンジに留まらず、常にお客様のビジネスに貢献できる車両の開発・提供がメーカーとしての使命と考える。今後も地球環境に配慮することはもとより、お客様のニーズにマッチし且つお客様に新しい価値を提供できる商品の開発に尽力してゆく所存である。

JICMA

【筆者紹介】

三富 亮治 (みとみ りょうじ)
キャタピラージャパン(株)
商品サポート部

