

オフロード法 2011 年基準適合 アーティキュレートダンプトラック

740B

三 富 亮 治

アーティキュレートダンプトラックは6輪駆動、屈折式操舵という構造から不整地や悪路での走行性能に優れ、また、小旋回性能、低接地圧などの特長も有し、ダム工事や造成、トンネル現場をはじめとする大型土木現場にて活躍している。近年は土木の現場のみならず、碎石・鉱山現場にもその活躍の場を広げつつあり、国内においてそのマーケット規模は大きくはないものの、欠くことのできない存在になっている。

本稿では最新の排出ガス規制であるオフロード法 2011 年基準に適合した CAT740B アーティキュレートダンプトラック（以下「本製品」という）の製品特長について紹介する。

キーワード：アーティキュレートダンプトラック、排出ガス、オフロード法 2011 年基準、デフロック

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、国内においては 2006 年よりディーゼルエンジンを搭載した公道を走行しない建設機械・農業機械等の排出ガスに対して基準値が設けられる特定特殊自動車排出ガス規制等に関する法律いわゆるオフロード法がスタートした。このオフロード法はその対象となる車両のエンジン出力レンジによって規制値及び規制開始時期が段階的に決められており、大型建設機械の出力レンジである 130 kW 以上 560 kW 未満においては、現行のオフロード法 2006 年基準より一層厳しい規制値であるオフロード法 2011 年基準が 2011 年 10 月より施行開始されている。

建設機械メーカー各社はこの厳しい排出ガス規制をクリアすべく新モデルの開発を進めており、近年のモデルチェンジはこの排出ガス基準の更新に沿って実施されているのが現状である。

今般、我々はエンジン出力レンジが 130 kW から 560 kW に該当し、オフロード法 2011 年基準に適合した「本製品」の発売を開始した（図-1）。「本製品」は排出ガス対応の他、省燃費性能や低運転コスト、安全性、オペレータ環境の向上を狙い開発している。ここでは顧客メリットとなる様々な最新の機能を備え、単に排出ガス規制対応のアップデートに留まらない商品力の向上を成し遂げた「本製品」の主な新システムの特長及びそれらの技術について説明する。



図-1 「本製品」

2. 環境対応性

「本製品」には排気量が 15.2L の 4 サイクル 6 気筒のディーゼルエンジンを搭載している。このエンジンはオフロード法 2006 年基準に適合している旧モデルに搭載していたエンジンをベースに、最新の排出ガス基準値に適合すべく、様々なシステムを追加している。さらに、定格出力を旧モデル比で約 5%、エンジン最大トルクを 4% 向上させ、より力強く粘り強い走行を可能にしている。以下でこのエンジンの最新の排出ガス規制対応技術について説明する。

(1) 燃料噴射システム

「本製品」のエンジンはメカニカルユニットインジェクションとコモンレールシステムが融合した燃料噴射システムを採用している。トランスファーポンプで 550～750 kPa に昇圧した燃料をコモンレールに送り、更に各々のインジェクションで 240 kPa 以上に燃料圧力を上昇させシリンダ内に噴射する。より高い噴射圧力により、

効率の良い燃焼が達成され不完全燃焼が抑制される。

(2) NO_x リダクションシステム

NO_x リダクションシステム（以下 NRS）とはエンジンから出た排気の一部を吸気側に戻し、吸気の酸素濃度を制限し、燃焼温度を低下させることで NO_x の発生を抑制するシステムである。従来、このシステムでは排気に含まれる粒状物質（以下 PM）によるシリンダの摩耗や硫酸化物の影響による腐食の懸念があったが、本システムでは燃焼効率の向上による PM の低減、低灰分エンジンオイルの使用による耐摩耗性の向上、超低硫黄ディーゼル燃料の使用等により従来考えられていた懸念を払拭している。

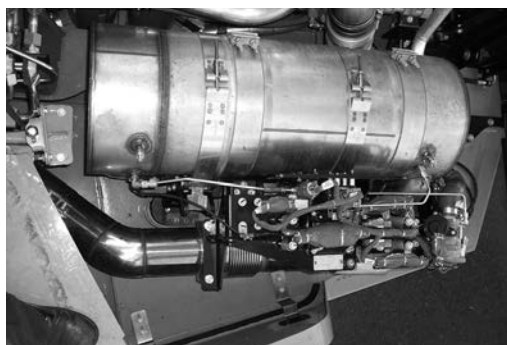
(3) 非対称ターボチャージャ

ターボチャージャにはスクロールの大きさの異なる非対称ターボチャージャを採用している。6気筒のうち、3気筒から出た排気は大きいスクロール側に、残りの3気筒の排気は小さいスクロール側に送られるが、小さいスクロール側の排気はタービンへの流入を制限され、その一部が NRS に効率的に送り込まれる仕組みになっている。

(4) 排出ガス後処理装置（図—2）

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）、DPF 再生装置により構成される。

まず、ターボから出てきた排気の炭化水素は 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、すすなどの粒状物質が補足され排出ガスは清浄化される。DPF に溜まったすすは DPF 再生装置により燃焼され除去される。この再生処理はエンジンの ECM により制御され、通常オペレータは特別な操作は要求されない。再生は車両の状況、すすの溜まり具合を考慮し、最適なタイミングに自動で開始、終了し、作業に支障をきたさないシステムになっている。



図—2 排出ガス後処理装置

。更に、この再生処理をオペレータが任意で中断、開始することも可能である。また、すすの堆積が一定値を超えると、警告が発せられ、更に堆積が進むとエンジンの出力低下、自動停止となり、すすの詰まり等によるエンジンの破損を防止している。

(5) 排出ガス後処理装置冷却用ファン（図—3）

「本製品」は排出ガス後処理装置冷却用のファンを装備している。ファンは車両前面右側に装備されており、電動駆動でエンジンフード後方から空気を吸い込み、車両前面に吐き出す。DPF の強制再生時など後処理装置が高温になる際に自動で作動し、効率的に冷却する。



図—3 排出ガス後処理装置冷却用ファン

(6) 燃料クーラ

燃料のリターンラインには燃料クーラが装着されている。燃料クーラにより燃料温度の上昇を抑え、燃焼温度を低くし、NO_x の発生を抑制している。

3. 生産性・走行性

「本製品」は悪路走破性の向上のみならず、省燃費性能、乗り心地の向上、操作性の向上を目的とし開発された最新のパワートレインを搭載している。

(1) トランスミッション（図—4）

「本製品」にはプラネタリ式電子制御フルオートマチックトランスミッションを採用している。プラネタリ式トランスミッションは入・出力軸が同軸上にあり、コンパクトで且つ駆動時の負荷は複数のギアに分散され、各々のギアに掛かる負荷は比較的小さくなり耐久性に優れるという特長を持つ。さらに、「本製品」のトランスミッションにはスムーズ且つ優れた加速性、省燃費性能を実現する新しい制御方法を採用している。

(a) シフトトルクマネージメント

シフトトルクマネージメントとは走行速度とエンジン回転数をモニタリングし、シフトアップ時のトルク

をコントロールするものであり、シフトアップ時のスピードのロスを最小限に抑え、素早いシフトアップを実現する。ギアシフト時のトルク切れが無く、登坂時においても優れた加速性を発揮する。

(b) パートスロットルシフティング

パートスロットルシフティングはパートスロットル時のエンジン回転数が低い状態でもスムーズにシフトアップが行われ、燃料消費量の低減に効果がある。さらに静かでスムーズな乗用車のような運転感覚を実現している。

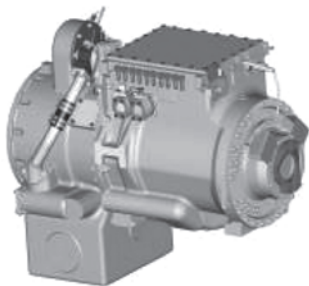


図-4 トランスミッション

(2) オートマチックトラクションコントロール

アーティキュレートダンプトラックには不整地や泥濘地でも優れた牽引力を持たせる為、デフロック機能が装備されている。デフロックには左右の車輪の差動を可能にする各アクスルのデファレンシャルをロックするクロスアクスルデフロックとフロントアクスルとセンター／リアアクスルを繋ぐドライブシャフトの差動を可能にするセンターデファレンシャルをロックするインターアクスルデフロックがあり、デフロックすることにより左右の車輪又は前後のドライブシャフト、或いはその両方が直結され各シャフトを同回転で回転させることができる。これによりいずれかの車輪がぬかるみ等にはまり、空転してトルクが抜けるような場合でも、全ての車輪に均等にトルク配分することができ、ぬかるみから脱出することができる。

(a) 従来機のデフロック

従来機のデフロックはオペレータがマニュアルで操作する必要があった。左フットレスト横のスイッチを踏むことにより、インターアクスルデフロックが作動し、さらに牽引力が必要な場合はダッシュパネルのス

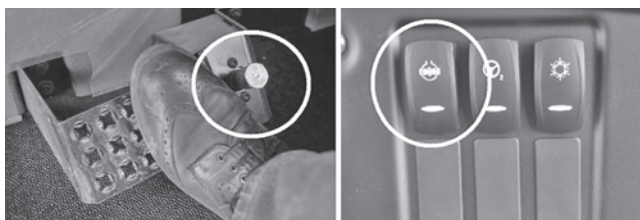


図-5 デフロックスイッチ

イッチを押すことにより、クロスアクスルデフロックが作動する機構であった。これは、車両のスリップ状態をオペレータが判断し操作するものであり、煩雑な操作が必要になる上、場合によっては不適切な使用によりデフを破損する可能性があった(図-5)。

(b) オートマチックトラクションコントロール

「本製品」には上記のマニュアルデフロックの問題点を解決すべく開発されたオートマチックトラクションコントロール(以下ATC)を搭載している。ATCは車両のECMが各アクスルに設置されたスピードセンサを介してタイヤのスリップ状態を感知し、必要に応じて必要な箇所のデファレンシャルを自動でロックするシステムであり、オペレータの操作は一切不要である。更にデフをロックするデフロッククラッチ圧は比例制御油圧バルブで制御され、路面や走行の状況、車両の運転状況に応じて0%から100%の間で最適なクラッチ圧力に制御する。これにより、デフロックが作動している状態でありながら、スムーズなコーナリングを可能にし、ドライブラインへの過度な振れ負荷が掛かる様な心配もなくなった。また、オペレータはどのデファレンシャルがどの程度ロックしているかをキャブ内のCMPD(詳細後述)でタイムリーに確認することができる(図-6)。



図-6 デフロック状態の表示

4. 居住性

(a) センターマウントキャブ

キャブは従来機同様のROPS/FOPSに適合したセンターマウントキャブである。ライトグレーを基調としたキャブ内装は従来機より明るいデザインになっている。オペレータシートは車両の中心に位置し、左右均等の視界を確保している。密閉加圧式のキャブは外部からの埃の侵入を防ぎ、快適なオペレータ環境を提供する。また、密閉性の高いキャブはオペレータ騒音の低減にも寄与している。

(b) シート

「本製品」はオペレータシートにエアサスペンションシートを採用している。エアサスペンションシート

はシート硬さをスイッチ操作で容易に調整することができ、優れた振動吸収能力を発揮する。シートの高さ調整、リクライニング調整、シートの前後調整に加え、シート座面のチルト、座面のみの前後調整機能があり、最適なポジションが得られる構造になっている。

(c) コントローラ類, スイッチ類

「本製品」のアクセルペダルは従来の吊り下げ式から床から立ち上がるオルガン式ペダルに変更した(図一七)。オルガン式ペダルは床に置いたかかとを支点に足裏全体でペダル操作ができる為、ずれ難くより確実なアクセル操作が可能になっている。



図一七 アクセルペダル(写真奥)

ステアリングコラムはテレスコ&チルト機構を備えており、最適な位置にステアリングをセットすることができる。

トランスミッション及びホイストレバーは運転席の右側に配置されており、いずれも右手で操作する。右手のみで操作する配置にすることで、トランスミッションレバーとホイストレバーの同時操作による万一の事故が起きない構造になっている。

パーキングブレーキはロックスイッチタイプで軽い力でON、OFFが可能である。誤操作防止のロック機構も備わっている。

(d) ダッシュパネル, モニタ

ダッシュパネル上の各スイッチはLED内蔵で視認性に優れ、玉切れの心配が無い。ダッシュパネル中央のダッシュディスプレイには各インジケータに加え、各種警告や情報を表示できる。エンジン回転、作動油温度、冷却水温、燃料ゲージ、エンジンオイル圧力計、ステアリング圧力計はアナログタイプのゲージを採用しており、一目でその状態を確認できる。

ダッシュパネルの右側にはカラーマルチパーパスディスプレイ(図一八、以下CMPD)が装備されている。このCMPDは車両や稼働現場の状況、各種設定の他、標準で装備されているリヤビューカメラの画像を映し出すことができる。



図一八 カラーマルチパーパスディスプレイ(CMPD)

その他、AUX端子付CDプレーヤ&自動選曲AM・FMラジオ、12V、24V電源ソケット、ドリンクホルダ、灰皿、収納スペース、室内灯、コートフック、サンバイザーなどオペレータ環境を快適にする様々なアイテムが標準装備されている。

5. 安全性

(a) オペレータ保護

キャブはISO3471(ROPS規格)、ISO3449(FOPS規格)に準拠したROPS/FOPS構造であり、転倒時及び落下物からキャブ内のオペレータを保護する。

キャブガラスはフロントガラスに合わせガラス、その他のガラスには強化ガラスを採用している。合わせガラスは中間にプラスチック膜を挟んだ3層構造で、万一のガラス破損時も鋭利なガラス片が飛散することが無い。

キャブへの昇降や車両点検・清掃時等の車両への昇降時に安全を確保する為に、大型のハンドレールを採用し、車両上のステップにはグリップ性能に優れたパンチプレートを採用している。

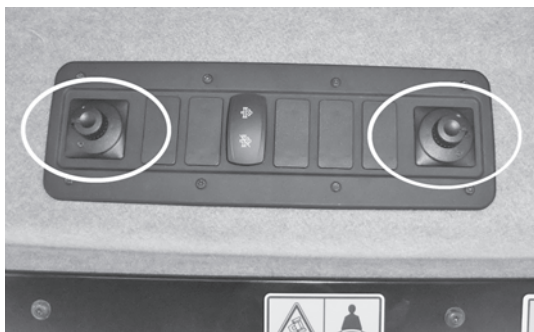
また、キャブ内には悪路走行時にオペレータ及び助手席者が体を支えるためのグラブハンドル(図一九)が標準で装備されている。



図一九 グラブハンドル

(b) 周囲作業員保護

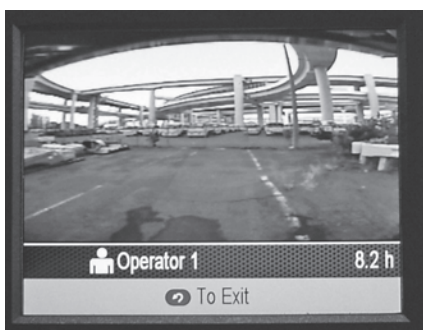
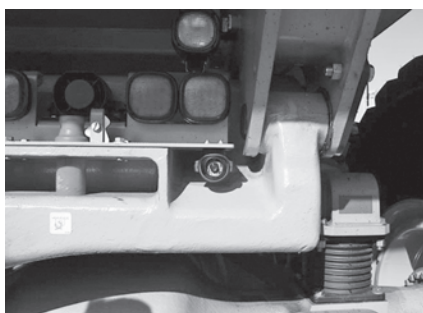
リアビューミラーには結露や氷結を防ぐ熱線入りの電動ミラーが採用されている。キャブ内のスイッチ(図



図—10 熱線入り電動ミラー角度調整スイッチ

—10) によりミラー角度の調節ができ、最適な視界を容易に得ることができる。

リヤビューカメラは115°の画角を持ち、通常はバックギア時にキャブ内のCMPDに画像が映し出される。このカメラにより車両後方の死角を補うことが可能になった(図—11)。



図—11 リヤビューカメラ(上), モニタ

6. メンテナンス性

「本製品」は従来機同様に電動でチルトアップするフルオープンエンジンフード(図—12)を採用している。エンジン周りにフルにアクセスすることができ、フィルタ類の交換も容易に安全に行うことができる。チルトアップの操作スイッチはキャブ内のダッシュ上に配置されており、開閉時の周囲の確認が容易にでき、安全性が向上している。また、備え付けのポンプを手動で操作することにより、キャブ自体を横方向にチルトさせることができ、キャブ下のコンポーネントに直接アクセスすることが可能である。



図—12 電動チルトアップエンジンフード

燃料給油口は従来機のフェンダー上から、地上よりアクセス可能なフレーム上に移設した。さらに、給油口脇には給油量がわかるインジケータが装備されている。

エアフィルタ、燃料フィルタ、エンジンオイルフィルタなどのフィルタ類及びエンジンオイルレベルゲージやウォッシュータンク等のサービスポイントは全て車両の左側に集中配置されており、交換やチェックの作業が効率よく行える。直接アクセスできない給脂箇所はアーティキュレートヒッチ部にリモートされており、容易に確実に給脂することができる。給脂の手間がいない自動給脂システムを装着することも可能である。

7. おわりに

以上、オフロード法2011年基準に適合した最新のアーティキュレートダンプトラックCAT740Bの主な特長について述べてきたが、このCAT740Bは最新の排出ガス規制に適合することに加え、省燃費性能や低運転コスト、安全性、オペレータ環境の向上を狙い開発している。とりわけ、不整地走行に欠かせない機能であるデフロックを自動化したオートマチックトラクションコントロールはオペレータの負担軽減のみならず、安全性や車両の耐久性、走行性能の向上等あらゆる面で顧客メリット向上に貢献する。

今後も、このように顧客ニーズにマッチし且つ顧客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。

JCMA

【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)
市場開発部 商品サポートグループ
主任

