

次世代ホイールローダの開発

Cat 中型ホイールローダ 966/972/980/982

富 永 安 生

鉱山・砕石業では、SDGs（持続可能な開発目標）や2050年カーボンニュートラルという高い目標に向け、温室効果ガスの排出量を削減するための更なる生産性向上や、継続的な労働力確保のためのより使いやすく、安全な機械が求められている。本稿では最新技術を織り込み、生産性と安全性を向上させた次世代ホイールローダの特長を紹介する。

キーワード：ホイールローダ，鉱山，砕石，生産性向上，安全性向上，重量計，360度カメラ，障害物検知

1. はじめに

中型ホイールローダを使用する鉱山・砕石業では、SDGs（持続可能な開発目標）や2050年カーボンニュートラルという高い目標に向け、温室効果ガスの排出量を削減するための更なる生産性向上や、継続的な労働力確保のためのより使いやすく、安全な機械が求められている。今般、最新技術を織り込み、生産性と安全性を向上させた次世代ホイールローダ（写真-1）を開発したので、その特長について紹介する。



写真-1 Cat 966 ホイールローダ

2. 生産性の向上

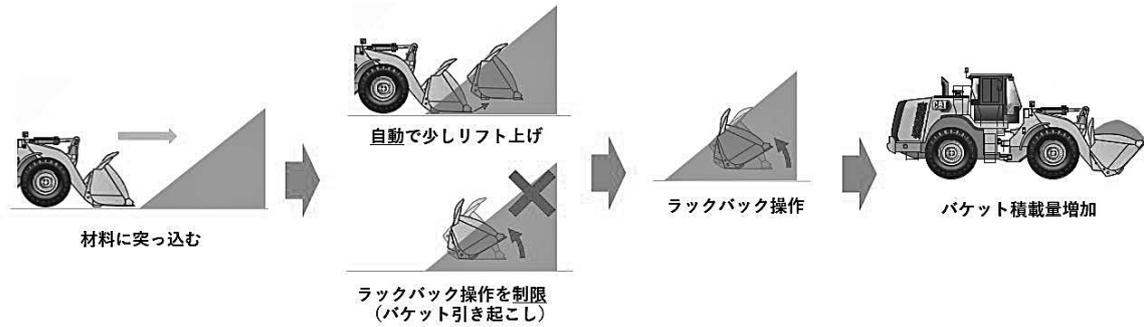
(1) スリップ防止機能（オートセットタイヤ）

ホイールローダはアクセル操作や作業機操作の違いにより、生産性や燃料消費量に大きな影響を与える。適切な掘削をするためにはタイヤをスリップさせない

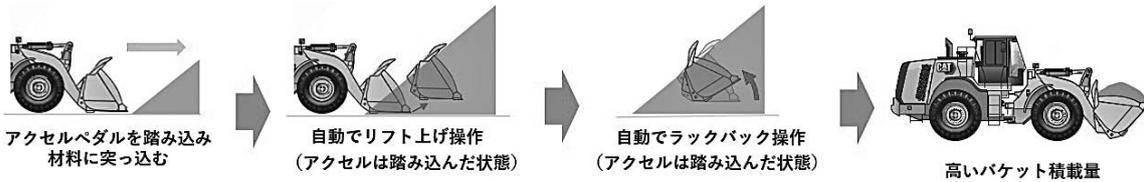
ことが重要であり、掘削時に適切なタイミングで作業機操作が行われない場合、過剰な負荷が掛かり、タイヤがスリップしてしまう。そこで適切なタイミングで最初のリフト上げ操作を機械が自動で行うことでフロントタイヤにしっかり荷重をかける。フロントタイヤが固定されることによって車両はスリップせずに前進し、バケットに沢山の荷が入るようになる。このリフト上げ操作が行われるまでバケットを引き起こすラックバック操作を制限し、バケット貫入力の維持とバケット奥に材料が入るように掘削作業をサポートする（図-1）。この機能を利用することでオペレータの熟練度に依存せずに高いバケット積載量を実現する。また、掘削時間が削減されることでムダな燃料消費量の削減、タイヤスリップを防ぐことでタイヤ寿命の延長も併せて実現する。

(2) 自動掘削機能（オートディグ）

自動掘削機能はバケットが材料に食い込んだことを検知すると作業機（リフト & チルト）を自動制御する（図-2）。オペレータはアクセルワークのみで掘削作業が可能で作業機レバーの操作は不要となる。オペレータの技量によらず安定した作業量を確保するとともに、オペレータの疲労軽減効果が期待できる。取り扱い材料に応じて、掘削モードを5段階から選べるようになっている。また、これとは別にオペレータの操作を記憶させ、記憶した動きを再現させる記録モードを用意した。オペレータの最適なすくい込み操作を記憶させることで、省力化と効率的な掘削作業を実現する。一例として、ベテランオペレータが不在で普段



図一 1 スリップ防止機能システム概念図



図一 2 自動掘削機能システム概念図

はあまり乗らない方が作業する場合、予めベテランオペレータの作業を記憶しておくことでベテランオペレータと同等の作業効率で作業が可能となる。

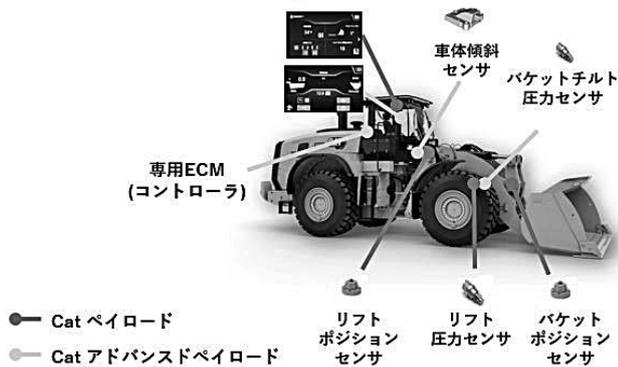
(3) アドバンスドペイロード

ペイロードとはバケット内の荷の重量を計量する機能で上手に活用することで碎石場などの製品出荷現場での過積載の防止、過少積載の防止、現場内のダンプトラックの滞留時間の削減など法令順守や現場の生産性向上が期待できる。次世代ホイールローダではより高精度な計量を実現するためにアドバンスドペイロードを開発した。図一 3 にディスプレイを、図一 4 に

構成部品を示す。濃いグレーの線で示した部品は従来から装備されている部品、薄いグレーの線で示した部品がアドバンスドペイロードで追加した部品を示している。通常のペイロード機能はバケットをフルラックバックした状態でリフトアームを上げ、その際のリフトアームの位置とリフトアームの圧力センサの情報からバケット積載重量を計算している。また、チップオフと呼ばれる機能が備わっており、バケット内の荷をこぼすと、ディスプレイ中のバケット積載重量およびダンプの積載重量がリアルタイムに変化し、その数値を見ながら目標重量ぴったり調整できる。このチップオフ機能はバケットを開いた状態で計量するため、荷の重心が移動したり、車体の傾斜状況に影響を受けたりするため、どうしても精度は落ちてしまう。しかし、アドバンスドペイロードで追加した車体の傾斜センサとバケットチルトの圧力センサにより、チップオフ時、つまりバケットをふるいながら最後の1杯の重量調整の精度が向上した。精度が向上したことにより、機械がバケットを自動でふるって目標重量に調整するチップオフアシスト機能を備えている(図一 5)。チップオフアシスト機能は目標重量を設定し、バケットに目標重量よりも多くの荷を入れたのち、リフトアームを目線高さまで上げ、スイッチを押し、バケットチルトレバーを押し続けることにより、自動排土が開始され、目標重量に調整されると完了のメッセージが表示される。このアドバンスドペイロードを有効活用することで、台貫で過積載となった場合のダンプからの荷下ろしやホイールローダによる再積み作業を削減することで製品出荷作業の効率化を図ることができる。



図一 3 アドバンスドペイロード ディスプレイ



図一 4 アドバンスドペイロード構成図



図-5 チップオフアシスト機能

(4) レバーステアリング

中型ホイールローダではステアリング方式として、丸ハンドルとレバーステアリングの2種類を用意している。レバーステアリングと聞くと操作面や安全面で不安を持たれる方がいるが、車検取得可能な優れた性能を持ったシステムで、操作に慣れてしまうと疲労軽減効果はもちろんのこと、生産性の向上にも寄与する。

以下にレバーステアリングの特長を示す(図-6)。

(a) 優れた操作性と疲労軽減効果

レバー角度=アーティキュレート角度となっており、左右40度の可動範囲でフルアーティキュレーションが可能となっている。少ない運動量でステアリングを切ることができ、ステアリング操作によるオペレータの疲労を大幅に軽減できる。また、レバーとアーティキュレーションにタイムラグもなく、スムーズで直観的にマッチした操作感覚で運転が可能である。レバーステアリングはシートに深く腰を掛けて、背中中は背もたれにつけたままの運転操作となるため、作業が一日終わった後の疲労感が丸ハンドルと比べて少ない。体の不調により退職予定であった年配オペレータがレバーステアリングの車両であればまだ働けると雇用継続となったケースもある。

(b) 安全性の向上

前後進切替スイッチ、シフトアップ&ダウンスイッチはレバーに統合されているため、レバーから手を離すことなく操作が可能である。丸ハンドルの場合は、ステアリングコラムについている前後進切替レバーを操作する必要があるため、ノブの位置によっては一瞬ハンドルから手を離す場合があるが、レバーステアリ



図-6 レバーステアリング

ングでは常に手を離さずに操作できるので非常に安全な設計となっている。

(c) 速度反応式レバー

レバーステアリングの操作力はレバー下にあるモータにより作り出している。この操作力(抵抗)は車両速度に応じて、最適な重さに自動調整している。車両速度が速い場合はレバーの抵抗は大きく(重く)、遅い場合は小さく(軽く)なるように制御され、状況に応じた最適な操作力により、ストレス無くステアリング操作が可能になっている。例えば、高速走行時はレバーが重くなるため、急ハンドルしにくくなっており、高速走行でも安心して運転が可能である。

3. 安全性の向上

(1) マルチビュー(360度)カメラ

中型ホイールローダでは初めて360度カメラを搭載した(図-7)。専用ディスプレイの右側には、車両に搭載された4台のカメラ映像を車両の上から見ているように合成表示し、オペレータの死角を削減している。見たい方向をタッチするとディスプレイ左側に拡大表示され、周囲にいる作業員や作業車両などを確認できる。前進時は前方映像が、後進時は後方映像が拡大表示されるようになっている。また、常に後方だけ表示させることもできる。

マルチビューカメラにより、発進時や運転中の視認性、安全性が飛躍的に向上している。

(2) 後方障害物検知機能

後方障害物検知機能は、後進時、車体後方に装着したレーダーにより障害物(人・物)の接近を検知し、ディスプレイの警告表示や警告音でオペレータに危険を知らせることにより接触事故を削減する(図-8)。この機能には車両速度に応じて警告レベルの範囲を自動調整する車速連動機能を備え、速度が速い場合は遅

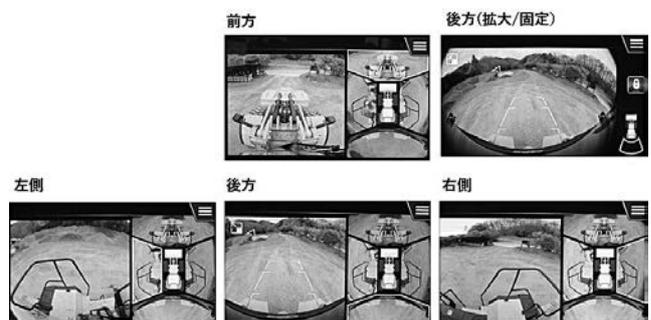


図-7 マルチビュー(360度)カメラ

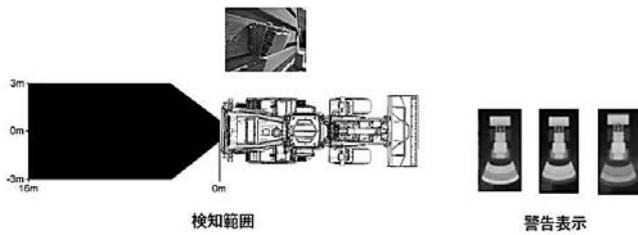


図-8 後方障害物検知機能

い時と比べて、より遠い地点から警報が表示するようにし、安全性と利便性を考慮している。

(3) アクセスライト

キャブドア解放時にキャブ上部に装着されたライトが点灯する（写真-2）。このライトは階段やフェンダを照らすようになっており、夜間でも安全に昇降することが可能となる。また、キャブ上部後方およびエンジンフード後方のライトも連動して点灯するため、機械周囲の安全性が高まる。

4. おわりに

本稿では鉱山・碎石現場における課題解決に役立つ



写真-2 アクセスライト

次世代ホイールローダの特長を紹介した。今回ご紹介した技術を更に進化させ組み合わせることにより、最終的にホイールローダの作業からオペレータを排除した完全自動化を実現していきたいと考えている。

JCMA



【筆者紹介】

富永 安生（とみなが あんせい）
キャタピラー・ジャパン（同）
マーケティング部
主任