

# 新作業装置自動制御システムの紹介

## グレードコントロール，アキュグレード，クロススロープシステム

松村 秀雄

現在、情報化施工に対応した新情報化施工対応システムを日本で順次発売を進めているが、情報化施工の普及を更に進めるため、メーカー工場で初期設定まで完了され、車両が搬入され次第直ぐ作業を開始することができる新作業装置自動制御システムを開発し一部機種に設定を開始した。ここでは情報化施工として情報化施工対応システムに加わった新作業装置自動制御システムの特長について紹介する。

キーワード：情報化施工，GNSS，マシンコントロール，マシンガイダンス，自動制御，レーザー，メーカー装着，初期設定不要

### 1. はじめに

現在、情報化施工に対応した新情報化施工対応システムを日本で順次発売を進めているが、情報化施工の普及を更に進めるため、新作業装置自動制御システムを開発し一部機種に設定を開始した。ここでは情報化施工として情報化施工対応システムに加わった新作業装置自動制御システムの特長について紹介する。

### 2. 新情報化施工対応システム

新情報化施工対応システムは、ブルドーザ，モータグレーダ，油圧ショベル，モータスクレーパ，アスファルトフィニッシャ，振動ローラ等に設定され，現在日本ではブルドーザとモータグレーダ用を発売している。

#### (1) 簡単な操作で高品質な仕上り

通常は自動・手動切替ボタンと，オフセットボタンのみで施工を行えるため，オペレータは短時間で新情報化施工対応システムの性能を引き出すことができ，高品質な仕上りを得ることができる。

#### (2) 高い信頼性

新情報化施工対応システムは車両本体と同じ建設機械の基準で開発，設計されているため，建設機械が稼動する厳しい振動や暑さ寒さに関らず常に安定して稼動できる。また油圧バルブは車両本体標準のものをそのまま使用し，車体内の配線類は工場では装着されるた

め，配線，配管類の干渉や，油圧回路への異物混入，配線の断線等の心配が無く，常に安定した稼動を続けることができる。

#### (3) 情報化施工対応仕様による高い汎用性と経済性

新情報化施工対応システムは，情報化施工対応システム準備仕様をオプション設定された情報化施工対応システム準備仕様に，お客様が現場に最適な仕様の情報化施工対応システムキットを選択して容易に装着して使用できる特長を持っている。情報化施工対応システム対応仕様は新情報化施工対応システムを容易に着脱できるよう，必要な配線，スイッチ，ブラケット類が予め工場では装着されており，穴空けや溶接作業無しに，全てのアイテムがボルトオンで装着できる。これにより，情報化施工対応システム対応仕様の車両を保有されていれば，必要な時に，必要な車両に，最適なセンサ類（新情報化施工対応システム）を装着することで情報化施工の工事に対応できるため，高価なセンサ類を台数分保有する必要が無い大きなメリットがある。また，新情報化施工対応システムを構成する各アイテムは接続するだけでプラグ・イン・プレイで使用できるため，必要なアイテムだけを追加・交換するだけで，簡単に仕様を替えることができる。例えばGNSS仕様からUTS仕様に変更したい場合，GNSS受信機をUTSターゲットに（必要に応じて固定マストから電動マストへ）交換するだけで簡単にUTS仕様にすることができ，様々な現場に柔軟に対応することができる。

### 3. 新作業装置自動制御システム

情報化施工の普及で新情報化施工対応システムの装着率が高まるにつれ、装着の更なる使い勝手の向上への要望に応えつつ、車両本体との統合を更に進めることによる機能の進化も取り入れ、新作業装置自動制御システムを開発、北米・欧州でEPA Tier 4/EU Stage III 規制に対応したブルドーザ、モータスクレーパ、モータグレーダ、油圧ショベルの一部機種に設定、順次発売を進めている。ここではこれら新作業装置自動制御システムの概要を紹介する（写真—1）。



写真—1 新作業装置自動制御システムを搭載したブルドーザ

#### 【新作業装置自動制御システム全体の狙いと特長】

##### (1) 装着作業が不要

全ての部品がメーカー工場で作成されて出荷されるため、現場でのインストール作業が不要となる。

##### (2) 初期設定作業が不要

メーカー工場での初期設定まで完了されてから出荷されるため、現場での初期設定作業が不要となり、車両が搬入され次第直ぐ作業を開始することができ、更なる工期短縮を図ることができると共に、安心してお使いいただける。

##### (3) 使い勝手の向上

車両本体に標準装着されているディスプレイをそのまま利用するため、専用のディスプレイを新たに追加する必要がなく、操作が容易で、オペレータの視界も確保できる。

##### (4) 発展性

モータグレーダや、油圧ショベルは他の高さセンサ（GNSS, UTS）等を追加することで、3次元仕様へ容易にアップグレードを図ることができる。新作業装置

自動制御システムには2次元仕様用の固定センサ類が工場で作成され、初期設定も済んでいるため、3次元化に必要なアイテムだけ追加すればよく、最初から全ての3次元アイテムを装着、初期設定を行うのに比べ、大幅な時間短縮が図られる。

##### (5) 車両本体の性能向上

新作業装置自動制御システムをブルドーザに装着し、ブルドーザのブレードやリッパを最適な位置に制御することで、生産性を向上させる。

##### (6) 中古車価値の向上

新作業装置自動制御システムが装着されていることで、中古車市場での車両価値が向上するため、車両の再販価値が高まる。

次に、【機種別による新作業装置自動制御システムの特長】について紹介する。

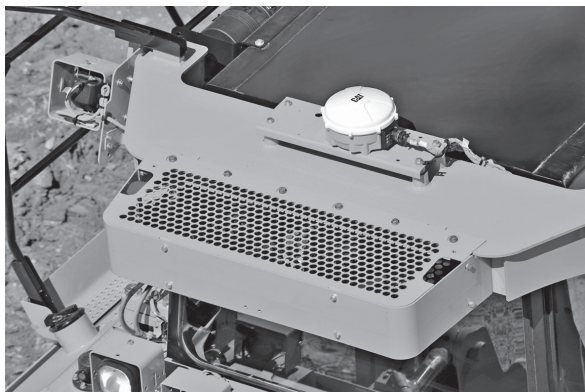
##### (7) ブルドーザの作業をトータルで制御

新作業装置自動制御システムは、新情報化施工対応システム同様、最初の掘削から最後の材料の整地まで、丁張り等段取りにかかる時間を短縮すると共に、常に計測しながら施工を行うため、計測と手直しにかかる時間も短縮することができる。D8T, D9Tブルドーザに新作業装置自動制御システムを搭載すると、3つの基本モードでブレードを自動制御する機能が追加される。1つ目のモードは最初の大まかな荒削り施工用、2つ目のモードは造成工事での掘削し過ぎの防止、3つ目のモードは新作業装置自動制御システムとブルドーザ本体のオートキャリ機能が組合されることで、ブレードにかかる土量を確保すると同時にシェープリップの防止が可能になる。例えば、ブレードが目標となる設計データより高い位置にある場合、ブレードのチルト動作はオペレータが手動で行えるが、2つのシステムの強調により最適なブレード負荷が計算され、常に生産性が高まる負荷になるようブレード高さが自動制御される。

また、新作業装置自動制御システムをブルドーザ本体のオートマチック・リッパ・コントロールと組合せることで、シェープリップを減少させつつリッピング生産性を確保できるよう、シャンクの掘削深さを最適に制御する。これによりリッパの磨耗や損傷を最小限にとどめながら、生産性と使い勝手向上の両立を図ることが可能となる。

ブルドーザ用新作業装置自動制御システムはキャブ

天上に GNSS 受信機を搭載する方式を採用している。これによりブレード上の厳しい環境から配線やセンサ類を減らし、信頼性を向上させると共に、現場での毎日の GNSS 受信機の着脱作業を不要にしている。また工場での組立て時に初期設定を済ませることも可能になり、現場での初期設定作業の手間を削減している（写真—2）。



写真—2 工場で搭載された GNSS 受信機

さらに新作業装置自動制御システムは、3次元設計ファイルや GNSS 基準局等、マシンコントロールを使用する環境面で新情報化施工対応システムとの面互換性が完全に保たれているため、情報化施工対応システムを使用している現場にグレードコントロールの車両を持ち込んで使用することが可能な他、情報化施工対応システムを保有している場合は保有している周辺機材でグレードコントロール搭載車両も使用することができる。

#### (8) グレーダの整地性能を向上

120M/140M シリーズ 2 モータグレーダは新ブレード制御システム・新作業装置自動制御システムと組み合わせることで、整地性能と使い勝手を高い次元で両立させている。新ブレード制御システムが工場で装着され、初期設定まで実施されることで、工場から出荷された時点で直ぐに現場で新ブレード制御システムの機能を使った作業ができるようになっている。新ブレード制御システムは、レーザー、ソニック（超音波）、GPS、UTS（トータルステーション）全ての新情報化施工対応システムとの互換性が完全に保たれているため、これらのシステムへのアップグレードが容易に行える。

新作業装置自動制御システムを使用することで、ブレードは正確な横断勾配を維持して整地作業を行え、所定の設計通りの道路に施工することで、より高い排水性を備えた安全な走路を作り上げることが可能になる。グレーダのオペレータはブレード両端やブレードの姿勢がブレードの直前の勾配と合っているかどうか

絶え間なく注視したり、カッティングエッジをどの姿勢に動かせばよいか予測したりする必要があるが、新ブレード制御システムを導入することにより、オペレータは必要な情報を運転席に居ながらリアルタイムで入手できるため、ストレスや疲労が減少し、より高い品質で整地仕上げを行うことができる。

新ブレード制御システムは、モータグレーダのブレードの一端を自動制御する性能を持っており、オペレータはブレードの一端の高さに集中していれば、もう一方の端の高さは新ブレード制御システムによるブレード横断勾配で自動制御されるため、常に一定の横断勾配で施工することが、目的の横断勾配仕様に仕上げるができる。

新ブレード制御システムのセンサはグレーダ車両本体と同様のプロセスで開発された部品を使用し、さらに新車組立て時に工場で装着されるため、車両本体同様の信頼性や耐久性を備えている。運転席に標準装備されているメッセンジャディスプレイに現状のブレードの横断勾配がリアルタイムで表示されるため、オペレータはこれを確認しながら目標とする横断勾配を設定することができる（写真—3）。特に、オペレータの目視での判断が難しい比較的平坦な道路での施工では、新ブレード制御システムが重要なブレードの勾配の方向もグラフィカルにわかりやすく表示する。モータグレーダに新ブレード制御システムを搭載することで、オペレータはより少ない材料の動きでより速い高品質な整地作業を行えるようになり、さらに燃料消費も少なく済むため、従来の施工に比べより効率的に行うことができる。



写真—3 運転席に装備されたディスプレイ

### (9) 油圧ショベルの深さと法面角度のガイダンス

Eシリーズ油圧ショベル用新作業装置自動制御システム・デプス（深さ）& スロープ（法面）は、シンプルで使いやすいシステムで、これを使ってオペレータは深さや傾斜角度の情報をリアルタイムで確認することができる。新作業装置自動制御システムを搭載することで、溝掘削工事、法面工事、盛土工事のみならず、足元の掘削作業、基礎工事、地下工事でもオペレータを支援する情報が、運転席内の標準ディスプレイにグラフィカルに表示される。

新作業装置自動制御システムは、バケット爪先の位置をリアルタイムに計測するためのセンサ類を工場での新車組立て時に装着しており、センサで計測した情報は運転席の標準ディスプレイをそのまま利用して表示される。このシステムは、短時間で簡単に準備できる独立したデプス & スロープ・システムとして使えるが、アームに取付けられたレーザー受光機をレーザー発光機と組合せて使用することで、精度がより高まると共に現場での使い勝手も向上する。工場での標準バケットの寸法が車両に入力されているため、車両が工場から納品された状態で直ぐに使用することができる。

新作業装置自動制御システムは車両の標準ディスプレイをそのまま利用しているため、オペレータの視界や快適性を損うことなくキャブ内空間を確保している。さらに設定した深さと法面角度のガイドをグラフィカルに表示してオペレータに知らせるライトバーも標準ディスプレイに内蔵されている。また、オペレータが指先で容易に新作業装置自動制御システムを操作できるよう運転席のジョイスティックにリモートスイッチやボタンが取付けられているが、このスイッチ類は他のワークツールを装着した時にも使える互換性を備えている。これらのスイッチ類を使うことでオペレータはジョイスティックから手を離さずに目標とする深さや法面角度の設定を行うことができ、再設定作業時の手間を低減させると共に作業効率を向上させる。

新作業装置自動制御システムは、予め設定した深さや高さにブーム、アーム、バケットが近づいた場合、音とディスプレイの表示で警告を発する制限機能も備え、これを利用することでEシリーズ油圧ショベルでの作業の安全性が更に向上する。

### (10) モータスクレーパを使った大型土工事の効率向上

モータスクレーパは、大量の材料を遠くまで移動させるのに最も効率的な施工方法の一つであるが、モ-

ータスクレーパの施工効率を更に上げるため、621H、623H、627H モータスクレーパにシーケンス（作業切替え）・アシストとロード（負荷）・アシストという、新しいオプションを設定している。

シーケンス・アシストは、掘削、運搬、廃土、復帰のサイクルを自動化することで、ジョイスティックの操作回数を減らし、作業装置の操作を容易にすると共に、クッションヒッチ、速度段の固定、イジェクタ、エレベータの自動制御により、オペレータの疲労を減らすことができる。

ロード・アシストは、タイヤスリップを防ぎながら常にボウルを満載にできる荷の量の確保を可能にして生産性を高めるシステムで、可能な限り掘削を効率化できるようカッティングエッジの高さの自動制御をする。モータスクレーパにグレードコントロールを搭載することで、ボウルが設計高さより高い位置にある時はオペレータがカッティングエッジを手動で動かすことができるが、片端または両端が設計高さに達した瞬間、新作業装置自動制御システムカッティングエッジが設計高さより下がることを自動的に防止し、コストがかかるやり直し作業を削減し、作業効率を向上させることが可能となっている。

## 4. おわりに

本稿で説明した新作業装置自動制御システムはCat グレードコントロール、新情報化施工対応システムはCat アクセグレードと商品登録された。またモータグレーダの新ブレード制御システムはCat クロススロープ・システムと登録された。

このように、Cat グレードコントロールは、新車組立て時の同時装着による現場での装着・初期設定作業の削減、信頼性の向上、車両の標準ディスプレイ利用による使い易さの向上、ベース車両の性能向上を図りつつ、Cat アクセグレードとの互換性も保たれており、Cat 製品の性能を最大限に発揮しつつ、現場の稼働コストを削減可能な商品となっている。キャタピラー・ジャパンでは機種毎の需要を見極めながら日本国内での発売を進める予定である。

J|C|MA

[筆者紹介]

松村 秀雄（まつむら ひでお）  
キャタピラー・ジャパン(株)  
施工技術課