

インテリジェントマシンコントロール ブルドーザ

コマツ 国内販売本部
コマツレンタル道東株

1. はじめに

インテリジェントマシンコントロール(以下、マシンコントロールをMCとする)ブルドーザは、全自動ブレード制御機能を搭載した作業精度と作業効率の大幅な向上を実現するコマツ製ICT建設機械の第1弾商品である。innovative(革新的)、integrated(総合的)、intelligent(知的)の3つの『i』で将来の扉を開くということから標準車の『PX』に『i』を付加して『PXi』としている。現在は16t級湿地D61PXi-23、8t級湿地D37PXi-23の2機種がある。

GNSS測量技術を搭載してブレードの刃先位置を制御する従来のMCブルドーザに対し、ブレードの負荷制御や履帯のスリップ制御等の機能を付加し、掘削作業から仕上整地作業までシームレスな施工を実現している。

2. インテリジェントマシンコントロールの特徴

2.1 主なコンポーネント

図-1に従来のMCブルドーザを示す。MCブルドーザの主要なコンポーネントは、GNSSアンテナ、GNSS受信機、モニタ、スロープセンサ等である。現状、多くの場合、建設機械メーカーは、主に車両本体をお客様に提供し、MCの主要コンポーネントはお客様が測量機器メーカーから購入し、車両本体に後から装着している。GNSSアンテナやスロープセンサはブレード上に、GNSS受信機等はキャブ内に装着されるため、それらは車体外部に露出したケーブルで接続されている。

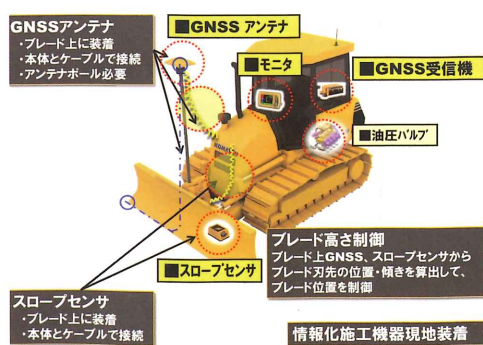


図-1 従来のMCブルドーザ

図-2にコマツインテリジェントMCブルドーザを示す。電子コントロールレバー、ICTセンサコントローラ、ストロークセンサ付きシリンダ、高精度慣性センサ(IMU+)などを駆使した建設機械メーカーとしての機体制御技術とルーフトップGNSSアンテナ、コントロールボックス、GNSS受信機といった最新のICT技術を融合して、高精度、高効率の作業を実現している。外観は標準車と殆ど変わらない。

2.2 インテリジェントマシンコントロールの特徴

(1) Innovative (革新的): 車体と一体化したシステム

従来のMCのようなGNSSアンテナ用ポール、ブラケットやケーブル類は無く、GNSSアンテナはルーフトップに、高精度慣性センサは機体内部に取り付け、車体と一体化したシステムを実現している。これによる優位性は以下のとおりである。①ブレード上のポールやケーブル類がなくなったことにより、視界性が向上した。②車体外部に露出したケーブルがなくなったことにより、作業中のひっかけ等による断線の懸念が減り、信頼性が向上した。③毎日の作業後のGNSSアンテナの取外し作業がなくなったことにより、安全性が向上した。④履帯下の位置計測が可能になり、走行するだけでリアルタイムに現況地形の把握ができるようになった。

(2) Integrated (総合的): 工場標準装着

従来のような現地装着ではなく、主要なコンポーネントはすべてコマツの工場ですべて標準装着し

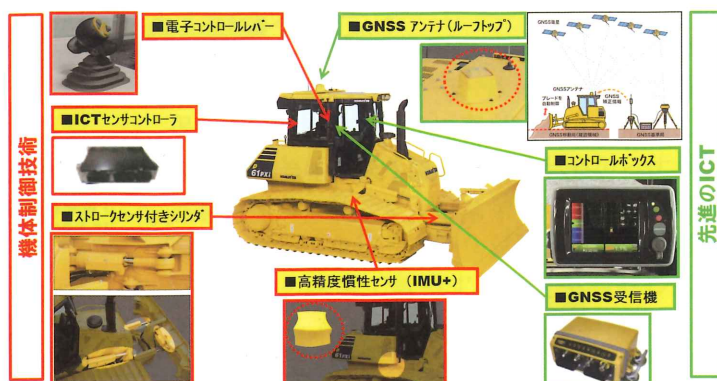


図-2 コマツインテリジェントMCブルドーザ

て出荷している。

(3) Intelligent (知的) : 全自動ブレード制御

1) ブレードの自動制御

図-3にインテリジェントMCの自動掘削制御のイメージを示す。

上段は従来のMCを示し、ブレードの位置制御による仕上整地が主な適用範囲である。設計面にブレードを設置し、自動で施工を開始する。ブレードの負荷が増大し、土を押し切れなくなった場合、シュースリップが発生し、施工面にダメージを与えて車体の進行が停止する。オペレータはマニュアルでブレードを上げ負荷を軽くして施工を進めるが、荒れた面を発生させることになる。あるいはブレードの負荷が過大にならないよう、軽負荷で運土できる仕上厚を設定してMC施工をしている。

下段はインテリジェントMCを示す。ブレードの位置制御、ブレードにかかる負荷を見た負荷制御、履帯のスリップを見たスリップ制御といった建設機械メーカーの車体制御技術を付加した3つの制御により、掘削から仕上整地まで適用範囲を拡大している。自動で施工を開始した後、ブレードの負荷が増大すると、負荷制御、スリップ制御が機能する。ブルドーザにとって最適負荷となるように自動でブレードを上方向に上げ、スリップを抑えながら安定した自動掘削、自動運土を継続する。掘削制御と整地制御はコントローラが最適制御を自動判定し制御モードを切り替える。設計面から離れた距離の時は掘削制御で作業し、設計面が近づきブレード負荷が一定以下になると整地制御で仕上整地作業をし、安定した滑らかな表面を実現する。

2) 進捗状況が確認できるマッピング表示

GNSSアンテナをルーフトップにしたことにより、履帯の軌跡をリアルタイムに計測できる。これにより、施工面と設計面との差を色分けしてモニタに分かり易く表示し、作業の進捗状況が確認できる。(図-4)

3) 作業や稼働条件に合わせて最適に設定可能なモード設定

モード設定には、作業内容に合わせて最適な作業モードが設定できるドーピングモードと土質条件に合わせてブレード負荷設定を調整できるブレード負荷モードがある。

モードの切替はコントロールボックスの画面上的アイコンにさわることによってサイクリックに切



図-4 マッピング表示のイメージ



図-5 コントロールボックス メイン画面

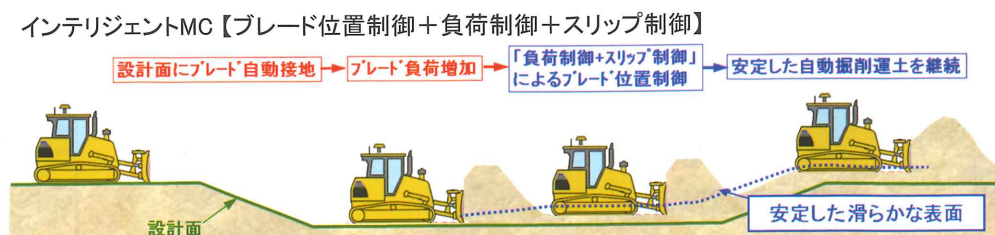


図-3 インテリジェントMCの自動掘削制御のイメージ

り替わる。アイコンは各モードをイメージしたイラストに切り替わるため、オペレータは現在選択されているモードを容易に視認可能となっている。(図-5)

3. 稼働事例

3.1 圃場整備

北海道内の圃場整備で適用された事例を紹介する。他の所から土を運び入れて作物の生育に適した作土に改良する工事である。10 t ダンプ等で搬入された客土は一定間隔に配置され(写真1-1)、客土はブルドーザによって撒き出し、敷均し(写真1-2)、整地される(写真1-3)。インテリジェントMCブルドーザを活用することの効果は次の通りである。①オペレータに要求される高度な作業機操作技術の支援が可能である。②これにより、オペレータ不足の解消や工期短縮が期待できる。③決められた客土数量を圃場全体に均一の厚さで仕上げることが可能である。



写真1-1 配置済客土



写真1-2 敷均し



写真1-3 整地(枠内:仕上げ進捗マッピング)

3.2 一般土木

一般土木では、道路盛土、造成での敷均しや仕上整地、河川築堤での敷均しや緩い傾斜の法面整形等で適用されている。それぞれの現場の主な効果は次の通りである。①MCの効果: 丁張の削減による施工効率の向上、施工精度の向上、検測や作業指示による機械稼働中断の削減、重機と作業員との接触防止による安全性の向上②インテリジェントMC特有の効果: マッピング表



写真2-1 路体盛土現場



写真2-2 敷均、仕上整地で稼働するD61PXi-23

示による進捗把握の容易化、高速施工が可能

北海道内では高規格道路改良工事の盛土現場にて10月に自治体職員向けの見学会が開催されデモンストレーションを行い(写真2-1~2)、その後、現場での活用も始まっている。

4. まとめ

情報化施工は2008年の国土交通省情報化施工推進戦略によって5年間推進されてきた。その結果を踏まえて、TS出来形管理は一般化され、それ以外の技術もさらに進めるために、今後5年間の新たな情報化施工推進戦略が今年度から始まっている。その中では、建設機械に関連するものとして、ブルドーザMC、油圧ショベルMG、ローラ締固管理技術などは今後3年間の間に一般化することを目指して、具体的な数値目標が掲げられている。戦略に基づいて情報化施工が普及するとともに、従来にない掘削から仕上整地までの全自動ブレードコントロール機能が現場に貢献し、今後インテリジェントMCブルドーザが多く現場で稼働することを期待している。