

# 油圧ショベル内蔵型 2次元マシンガイダンスシステム

## Catグレードコントロール 2Dガイダンス

大白星 来

この度、油圧ショベル E シリーズのオプションとして Catグレードコントロール 2Dガイダンス（以下、「CGC」という）を 2012 年 6 月に発売した。「CGC」は油圧ショベルに内蔵された 2次元マシンガイダンスシステムであり、土木工事の情報化施工や圃場整備など幅広く活用いただけるシステムである。本報では、「CGC」の特長について紹介する。

キーワード：法面整形，溝掘削，油圧ショベル，マシンガイダンス，情報化施工

### 1. はじめに

昨今土木・建設工事において情報化施工（ICT）が広がりを見せており、2008 年 7 月に国土交通省が設立した情報化施工推進会議にて「情報化施工推進戦略」が策定され、現在も普及促進を行っている。建機メーカーが提供する情報化施工技術には、マシンコントロールとマシンガイダンスがある（図-1）。マシンコントロールは主にモータグレーダとブルドーザに用いられるシステムで道路工事における敷き均しや、造成工事での巻き出し作業などに活用されている。一方、マシンガイダンスは主に油圧ショベルに用いられるシステムで、土工事・河川工事の法面整形などで活用されている。

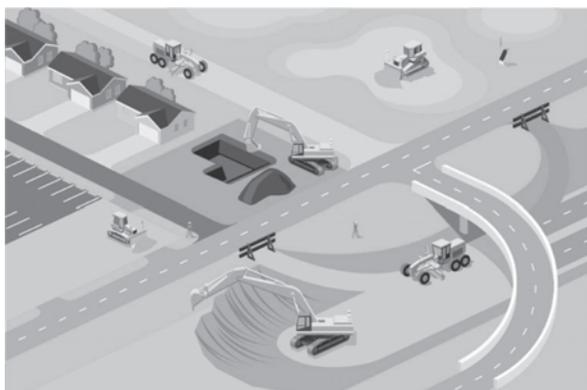


図-1 情報化施工技術

に装着されたセンサが車体姿勢をリアルタイムに計測することにより、施工設計面とバケット刃先との高さの差異をオペレータへ伝える機能である（図-2）。高さの差異は、モニタ上に表示される数値、掘削ガイダンス・ライトバーに加えガイダンス音により表される。この機能により、オペレータは検測者の指示を必要とせず、運転席に着座したまま、施工の高さを確認することができる。



図-2 油圧ショベル マシンガイダンスシステム

油圧ショベルのマシンガイダンスシステムは、主に以下のような作業に用いられている。

- ① 水平引きでの整地作業・漉き取り作業
- ② 法面整形
- ③ 溝掘削（水平・勾配付き）
- ④ 浚渫工事

### 2. 油圧ショベル マシンガイダンスシステム

#### (1) マシンガイダンスシステム概要

油圧ショベルのマシンガイダンスシステムは、車体

#### (2) 2次元マシンガイダンスシステム概要

2次元のマシンガイダンスシステムは、現場において丁張りに代わる基準点設定および施工深さ・勾配の設定のみですぐに活用できるため、3次元の設計

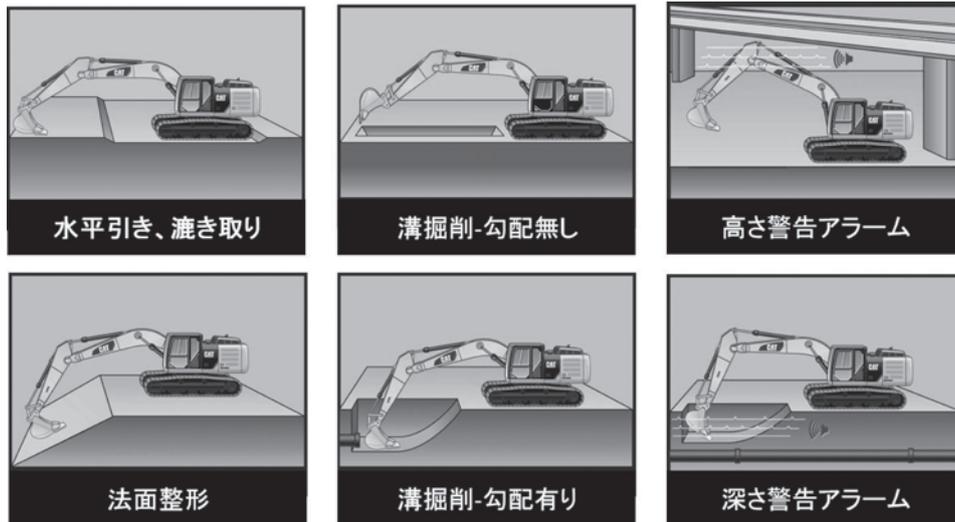


図-3 油圧ショベルのマシンガイダンスシステムを用いた作業内容例

CAD データを必要とせず、導入が容易である。

2次元マシンガイダンス機能を活用するメリットは以下の通りである。

①丁張りの設置・検測作業削減による工程短縮

ガイダンス機能によって、オペレータは施工する高さの指示を運転席内から確認でき、丁張り設置や検測作業に要する作業時間が短縮されるため工程短縮に繋がる。

②安全性の向上

検測作業を必要としないため、機械稼働範囲内への作業員の立ち入り頻度が減少し、検測者と機械との接触事故の危険性を低減することができる。

③施工精度の向上

通常の施工では、施工面は一定間隔で検測され点で管理されていたが、ガイダンス機能を活用することで、施工中、常にバケット刃先の高さを確認できるため、設計面全体を均一に施工・管理でき、施工精度の向上に繋がる。

3. 「CGC」の特長

「CGC」は建機メーカー純正の2次元マシンガイダンスシステムである。ガイダンス機能に必要なセンサは機種ごとに設計しており、品質管理された製造工場を組み立てている。また「CGC」のガイダンス画面はEシリーズ油圧ショベルの標準モニタに表示され、標準機同等の視界をオペレータに提供する。またモニタを遠隔で操作できる専用の操作レバーを採用しオペレータの疲労を低減している。さらに、車両の各部材寸法の入力・各センサのキャリブレーションは製造工場での組み立て時に完了しており、現場では使用するバ

ケットの寸法を登録するのみで、すぐに使用可能である。

CGC の対応機種は、312E・320E (L)・320E (L) RR・336E (L) の4機種であり、各機種の主な仕様を表-1に示す。

表-1 「CGC」対応機種

機種 / 仕様値	運転質量	バケット容量	エンジン定格出力
312E	13,200kg	0.5m <sup>3</sup>	68kW (92PS)
320E/320EL	20,700kg/21,300kg	0.8m <sup>3</sup> /0.9m <sup>3</sup>	114kW (155PS)
320ERR/320ELRR	23,000kg/23,600kg	0.8m <sup>3</sup> /0.9m <sup>3</sup>	113kW (154PS)
336E/336EL	35,000kg/35,800kg	1.4m <sup>3</sup> /1.5m <sup>3</sup>	224kW (305PS)

(1) 構成品

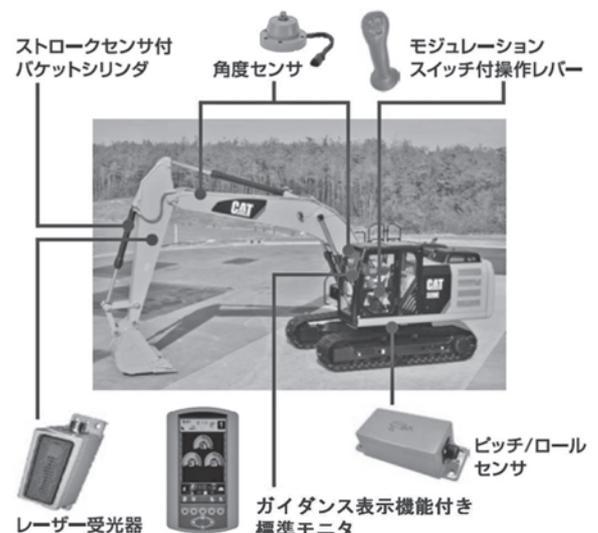


図-4 「CGC」構成品

## ① センサ

車両姿勢を計測するために車体には3種のセンサが装着されている。これら3種のセンサが計測した車両の姿勢と機体寸法を用いて、車両は目標とする施工面とバケット刃先の距離を算出し、ガイダンスを表示する。

### ●ピッチ／ロールセンサ

ピッチ／ロールセンサは車両本体に装着され、車両の前後左右方向の傾きを同時に計測するため、車両が地面の凹凸によって傾いている場合でも正確にガイダンス機能が使用できる。

### ●角度センサ

角度センサはブームフット部とブーム先端の2箇所に装着されている。ブームフット部の角度センサは車体とブーム間の角度を計測し、ブーム先端部の角度センサはブームとアーム間の角度をそれぞれ計測する。角度計測に角度センサを採用することにより、センサの応答性を高め、フロント作業機を早く動かした場合でもリアルタイムに車両姿勢を計測できるため、より品質の高い施工を可能としている。

### ●ストロークセンサ

ストロークセンサはバケットシリンダ内に内蔵されており、シリンダの伸縮からバケット開きの角度を計測している。バケット周りにセンサがないため、現場での稼働中に外部からの受ける衝撃などによって発生するセンサの損傷のリスクを低減している。

## ② 装着品

「CGC」には上記のセンサに加え、ガイダンス表示機能付きのモニタや専用の操作レバーを採用している。

### ●ガイダンス表示機能付き標準モニタ

「CGC」のガイダンスはキャブ内の標準モニタ内に搭載されており、追加ディスプレイを設置する必要は

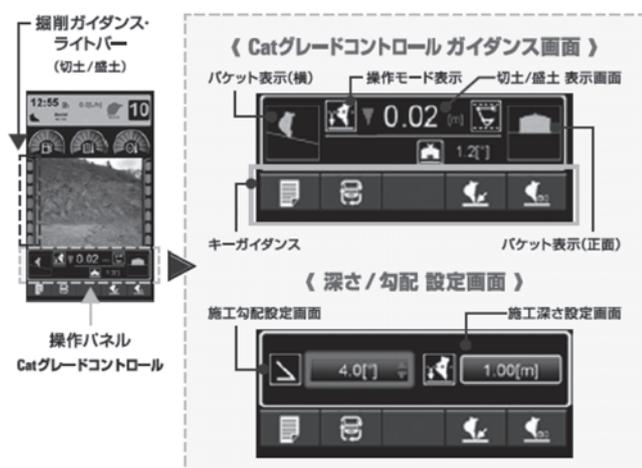


図-5 ガイダンス表示画面

なく、オペレータの視界を遮ることがない。モニタ上では掘削の高さ指示やバケット表示の確認、施工深さ／勾配の設定が可能である。掘削の高さ指示は、モニタ上の数値・ライトバーのインジゲータのほかガイダンス音によりオペレータに知らされるため、モニタを見ることなくガイダンスを使った作業が可能である。モニタ上に表示されるガイダンス画面を紹介する(図-5)。

### ●モジュレーションスイッチ付き操作レバー

操作レバーはモニタを遠隔で操作できる専用レバーを採用している(図-6)。オペレータは操作レバーから手を離すことなく施工深さや勾配をスムーズに設定できるため、オペレータの疲労を低減すると共に、操作レバーにオペレータの服や体が接触し、車両がオペレータの意図に反して動くリスクを低減し、安全性の向上に繋がる。



図-6 モジュレーションスイッチ付き操作レバー

### ●レーザ受光器

アーム側面にはレーザ受光器を装着しており、車両を移動させて施工が必要となる長い距離の溝掘削では、レーザ機能を使用することで効率よく作業できる。

図-7の場合では、車両が後退した後は、再度レーザ面に受光器を合わせてシステムを設定することで、施工面までの高さ情報を引き継ぐことができる。

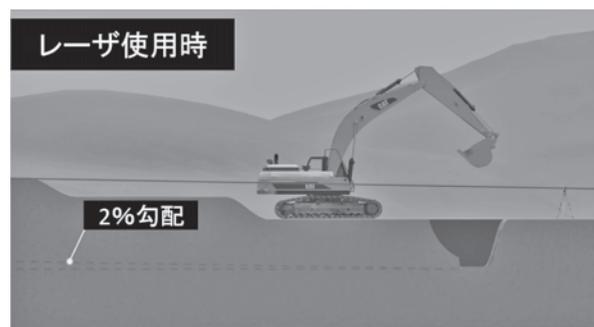


図-7 レーザを使用した場合の施工例

(2) E- フェンス機能

E- フェンス機能は、橋梁下での作業や埋設物がある箇所での作業など車両フロント部の上下稼動範囲が限られている現場において、あらかじめ稼動範囲の上・下限を設定することで、機械フロント部が上・下限に近づいた際に警告アラームによってオペレータに注意を促す機能である（図-3右側）。この機能を使用することにより、空中の電線や地中の管などに誤って接触する危険性を低減できる。

4. 「CGC」を活用したテストケース

「CGC」の効果を実証したテスト結果を2種紹介する。

(1) 溝掘削テスト

掘削作業途中の検測は実施せず、「CGC」のガイダンス機能のみを使用し、深さ0.40 mの溝掘削を行った（図-8）。

- ・使用機種 : 312E(バケット容量0.5 m<sup>3</sup>, 平爪装着)
- ・目標掘削深さ : 0.40 m
- ・施工勾配 : 0度 (水平)



図-8 溝掘削テストの様子

表-2 溝掘削テスト結果

観測点	掘削深さ	差
目標	0.40 m	-
①	0.42 m	+0.02 m
②	0.40 m	0.00 m
③	0.39 m	-0.01 m
④	0.41 m	+0.01 m

掘削作業後、溝の四隅を測量した結果を表-2に示す。結果、目標掘削深さの0.40 mから±0.02 m範囲内で掘削が行われていることが確認できた。

(2) 法面整形テスト

施工途中に計測は行わず、「CGC」のガイダンス機能のみを使用し、法面整形を行った（図-9）。

- ・使用機種 : 312E (バケット容量0.5 m<sup>3</sup>, 平爪装着)
- ・法面高さ : 約 2.5m
- ・法面角度 : 45度

施工終了後の法面角度を計測した結果、設定どおりの45度に仕上がることが確認できた。



図-9 法面整形テスト

5. おわりに

情報化施工の普及は始まったばかりではあるが、更に拡大していく余地があると考えられる。Catグレードコントロール 2Dガイダンス「CGC」が情報化施工普及の一助となるよう、より一層使い易いマシンガイダンスの開発を進めていく所存である。

JCMIA

【筆者紹介】

大白 星来 (たいはく せいら)  
キャタピラー・ジャパン(株)  
市場開発部  
生産性分析グループ

