
3D-MG バックホウ（GPS）

情報化施工の取組みについて

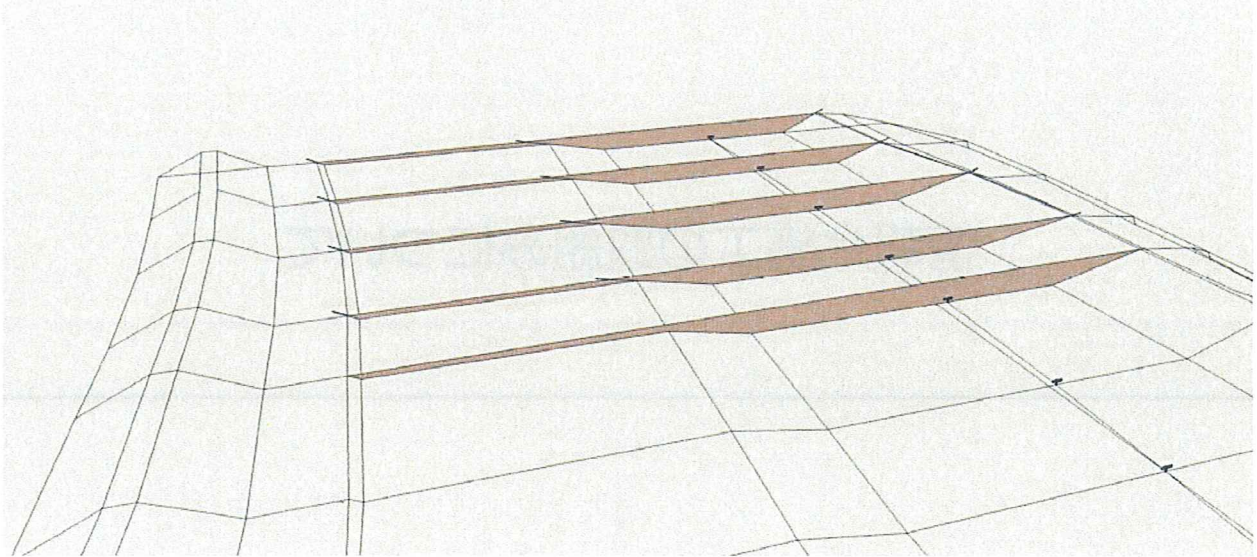
工事名：恒富地区下流掘削外工事

施工：日新興業 株式会社



作成：現場代理人：吉本 幸夫

本工事での情報化施工（バックホウ マシンガイダンス）の活用理由



・本工事の法面は、起点勾配1：3.8から追加延長17.0m間で1：5.2に変化し、更に追加延長25.0m間で1：37.8へと複雑に変化する為、従来の丁張を掛けてオペレーターに整形してもらうという施工ではかなり困難と考え、最新の情報化施工である3D-マシンガイダンス施工に着目した。

活用に対する不安と配慮した点

- ・未だ知り得ない技術、人工衛星の情報を利用し重機の操作をオペレーターに指示（ガイダンス）するなどと、まさに未知の施工方法だった為「失敗するのでは？」と不安が常時つきまいった。
- ・オペレーター側からの不安の声に対しても、何の説明もできず更に不安が広がった。
- ・慣れない施工の為、チェックの意味も含めて念の為に法肩に丁張を掛けてみた。
- ・機材取付及び微調整後、試験施工まで3日を費やし細かく精度確認を行った。
- ・固定局の設置場所は重要なポイントになる為、地元マンション屋上の賃貸を交渉し情報の安定供給に特段配慮した。

実際に活用した結果

- ・重機が稼働し、バケット刃先がピッタリと丁張のポイントで静止したのに驚いた。
 - ・オペレーターは30分程度の練習しかしていないにも関わらず、見事な整形を始めたのに二度目の驚き。
 - ・整形が進むにつれ多自然川づくりにかせないアンジュレーション（うねり）を見事に表現した。
 - ・切り間違いも無いので、切土法面としては高品質を実現している。
 - ・従来は、常時測量に2～3人が施工箇所をウロチョロし建設災害に合う事例も多数あったが、当該工法においては測量も不要であり、安全性の確保及び作業の軽量化を実現している。
 - ・施工速度は従来工法の2～3倍速く、工期短縮が期待できる。
-

本工事での情報化施工の概要

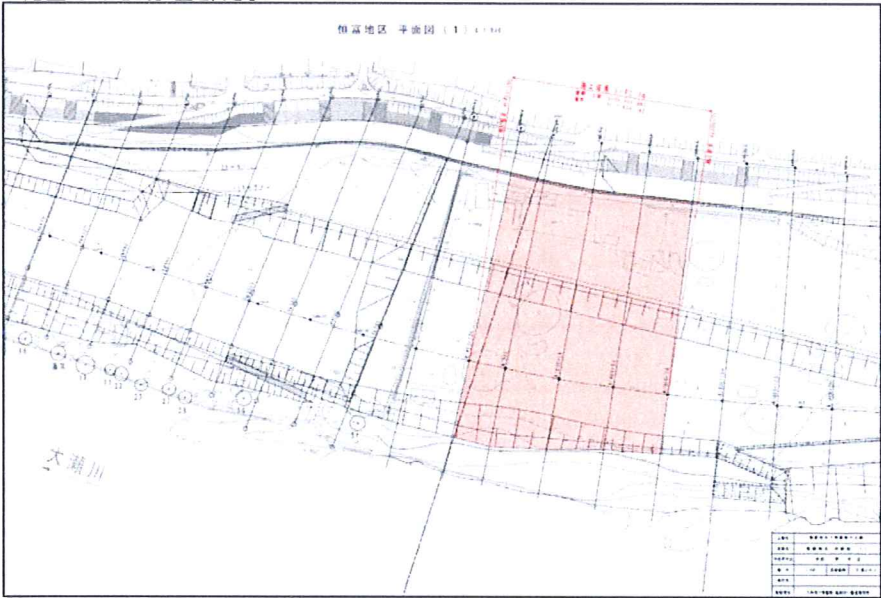
1. 適用工種

下記記載工種に適用する。

	工種	施工延長	施工 m³	備考
①	河川土工-掘削工	92.0m	30,700	

2. 施工範囲

施工範囲は下記赤色部分。



① 4K400+200～
4k 600+75まで

3. 施工期間

使用施工期間は下記記載の通り。

	11月	12月	1月	2月	3月
4K400+200～ 4k 600+75まで	通常施工		MG施工		

4-1. 使用機器

①バックホウ



コベルコ建機 SK-200H-9
ハイブリッド機



② 測量機器

今回はRTK-GNSS（リアルタイムキネマティック）での3D-MG

RTKとは：既知点からの補正観測情報を携帯電話や無線を利用して移動局に送信し、移動局の位置をリアルタイムで測定する方法をいう。精度は数cm程度で精密なGPS衛星の軌道データを後日入手して補正する方法に比べ若干劣るが、リアルタイムの価値は高い。同じリアルタイム計測であるディファレンシャルGPSに比べて精度は良い。

固定局

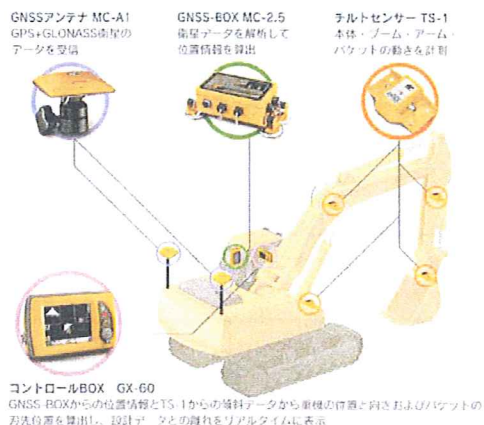
メーカー	機種	GPS/GLONASS
(株)トプコン	HiperVGGDM	両方受信可
精度（水平）	精度（垂直）	アンテナ
($\pm 10\text{mm} + 1\text{ppm} \times D$) m.s.e	($\pm 15\text{mm} + 1\text{ppm} \times D$) m.s.e	一体型

無線

固定局の受信情報を小エリア無線を使用して移動局（重機）と通信させる。
送信側HiperV内蔵無線 受信側無線機日立国際無線(株)の物を使用。

③ 3D-MGシステム取り付け図

トプコン3D-Xiガイダンスシステム システム構成



主要機器

- ・ コントロールボックス
- ・ チルトセンサー
- ・ GNSS-BOX
- ・ GNSSアンテナ
- ・ 小エリア無線受信機
- ・ ピッチ&ロールセンサ
- ・ ブームセンサ
- ・ アームセンサ
- ・ バケットセンサ
- ・ 方向センサ

4-2. 使用機器

④ トータルステーション

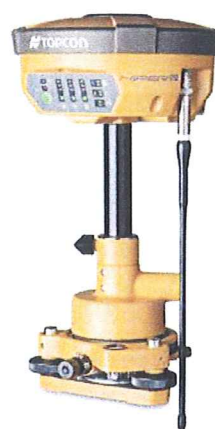
イメージングステーション IS3 (TS出来形用)



データコレクタ

- ・ 測角方式 アブソリュート測角方式
- ・ 測角精度 (JIS B 7912-3に準拠)
- ・ 検出方法 水平角:両側検出 鉛直角:両側検出
- ・ 測距範囲 1プリズム:3,000m (気象条件通常時)
- ・ 測距精度 $\pm (2\text{mm} + 2\text{ppm} \times D)$ m.s.e.
- ・ OS WindowsCE.NET 5.0
- ・ 計測性能 国土地理院登録2級A

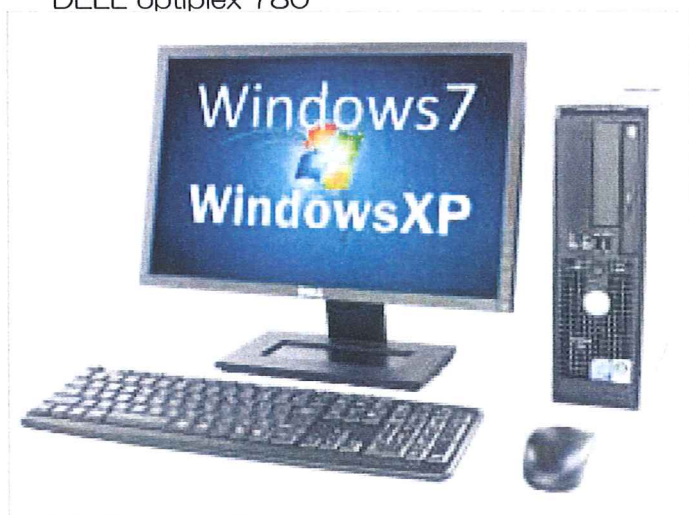
- ・ CPU Marvel PXA320 806MHz
- ・ OS Microsoft Windows® Mobile6.5
- ・ 無線LAN 802.11b/g
- ・ Bluetooth® Ver.2.0 Class2
- ・ Pocket 3D
- ・ GNSS統合観測
- ・ RTK移動局観測



GPS測量器

④ 解析用PC

DELL optiplex 780



- ・ CPU Intel Core™2 Duo E8400
- ・ OS Microsoft Windows7
- ・ RAM 4.00GB
- ・ HDD 300GB
- ・ Security TREND MICRO
ウイルスバスター コーポレートエディション

5-1. 事前調査及び有効性

①事前調査

施工適用範囲がGNSSが受信できる環境である事を事前にRTK-GNSSを使用して受信状況を確認する。

- * 上空視界が取れているか
- 固定局送信無線受信範囲が施工範囲を網羅出来るかなど



GNSSの捕捉状態を確認し、常にFIX解(GNSSの公称精度を満足する測位が可能な衛星捕捉状態:一般的には5個以上)であることが基本条件であり、FLOAT解(測位精度が悪い状態)では施工してはならない。

②本工事における有効性

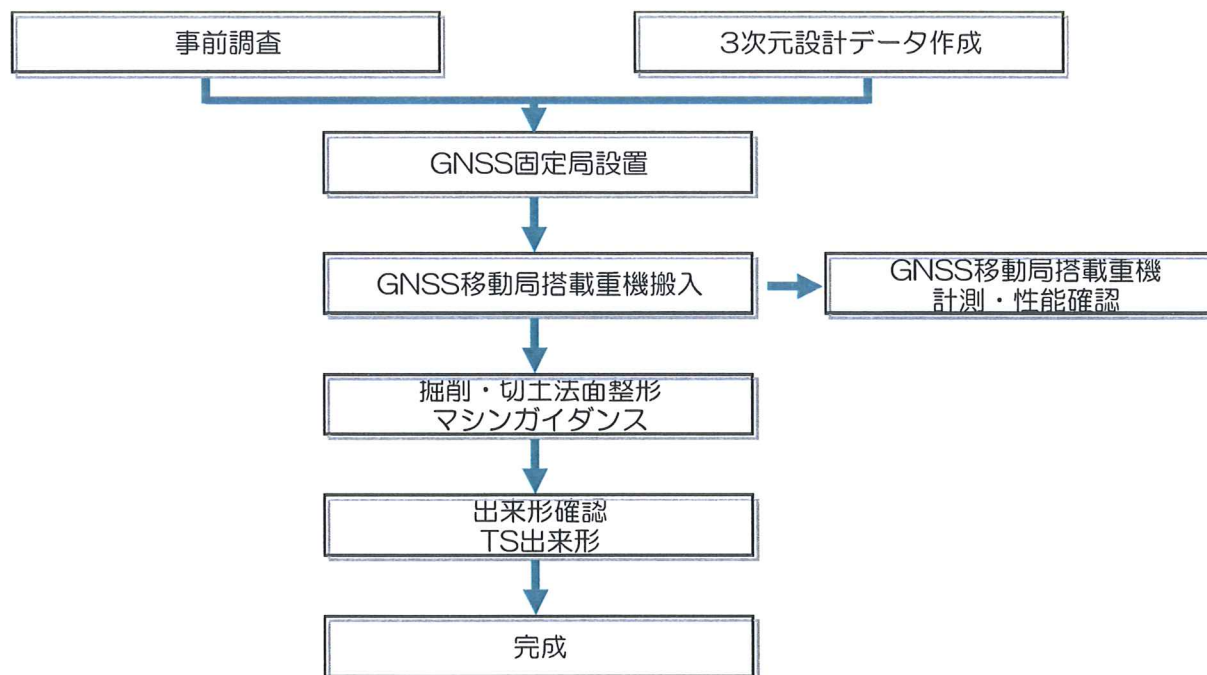
3D-MGバックホウシステムを用いた施工精度は現行の出来形管理値(基準高 $\pm 50\text{mm}$)をクリアできる技術レベルである事は試行工事などで確認している。

＝施工精度(RTK-GNSSの精度+バックホウチルトセンサーの精度)

また、従来の施工方法との比較をすると安全性や環境負荷の軽減など向上が期待できる。

工種	従来施工	3D-MGバックホウ
法面整形 (一定勾配の整形)	丁張り+検測補助員 (法勾配確認)	ガイダンス (3次元設計データとの比較)

6. 施工フローチャート



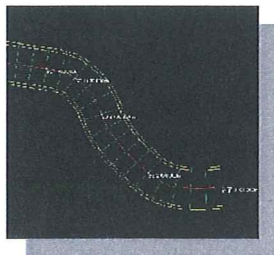
7. 施工方法

①設計データ作成をして、重機搭載のコントロールボックスに読み込ませる。

設計データ作成基本フォーマットは下記のいずれかを使用

- ・XML (TS出来形)
- ・DWG (3D面) R12形式
- ・LandXML (アライメント)/(TINサーフェス)
- ・CSV(カンマ)

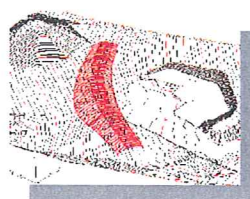
重機搭載データに変換する為にTOPCON 3D-Officeを使用



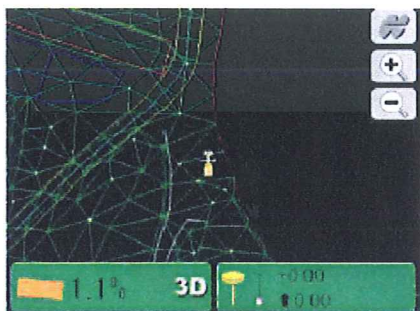
注意：TIN編集するためにCivil 3D
を使用する場合あり



作成ソフト EX-TREND 武蔵



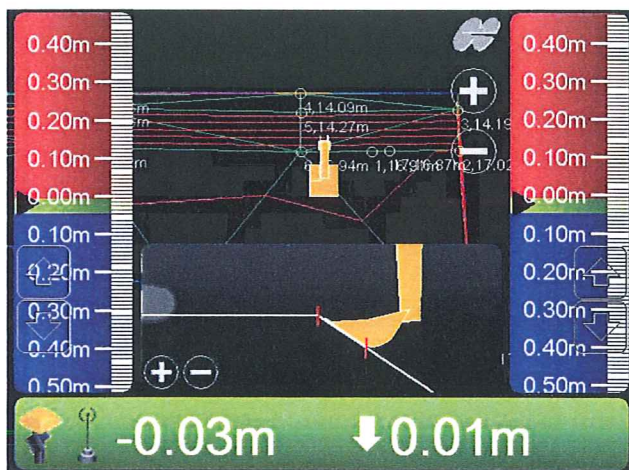
TN3ファイルを作成 (USBメモリーに保存)



重機搭載コントロールボックスにUSBメモリーを使ってコピーする。

②実施工

GNSS及び固定局からの補正情報と重機に設置したセンサーを組み合わせ、バケットの刃先の位置の座標値を3次元で算出する。バケットの3次元位置と3次元での設計データをリアルタイムに参照して、車載コントロールボックスに設計データを表示し、モニタのガイド表示で施工する。



②実施工のつづき

3D-MCバックホウ制御方法

RTK-GNSSで使用する小エリア無線受信範囲内で施工箇所が網羅出来る様に固定局の設置箇所を決める。



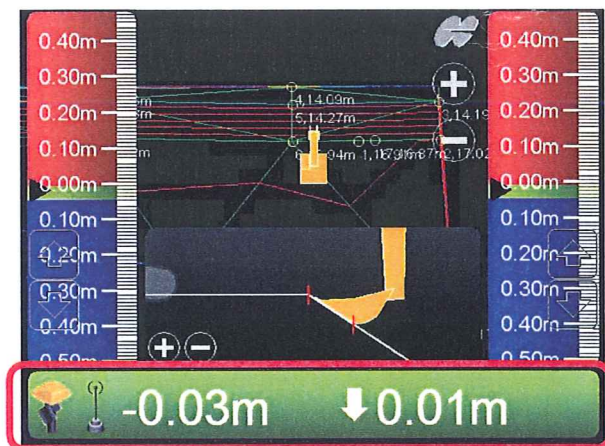
固定局設置状況



コベルコ ハイブリッド重機に搭載

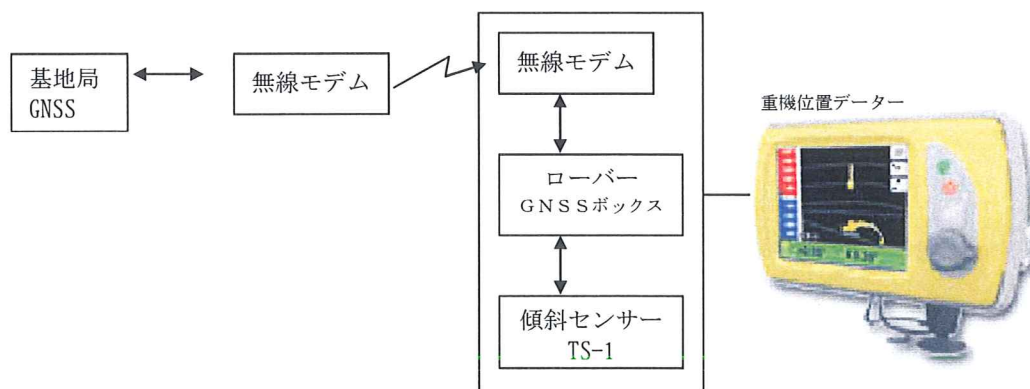
←-----無線受信範囲5km以内（目安）-----→

RTK-GNSSが成立（＝FIX）下記の赤い丸のところが緑になる。
この場合のみガイダンスが可能。
＊衛星受信が5個以上の時FIX



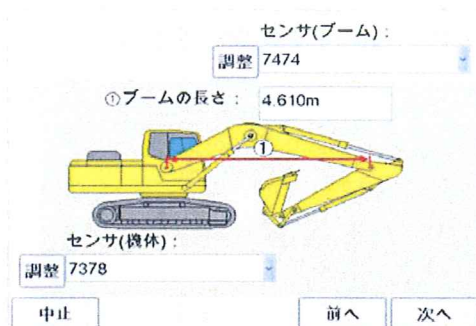
掘削断面を指定すると、バケットの位置と断面との位置関係が表示。
画面のガイダンスに従って、設計通りの施工が可能。

切出し位置が一目でわかります。⇒「丁張不要・軽減」



8. システム設定詳細、精度確認方法

3D-MG バックホウにおいて寸法計測、設定部分は下記の通り。



センサ(ブーム):
調整 7474

①ブームの長さ: 4.610m

センサ(機体):
調整 7378

中止 前へ 次へ

- ・アンテナ設置高、設置個所の計測
- ・重機本体のアーム、ブーム、バケット等の寸法計測
- ・取り付けセンサーキャリブレーション

＊設定画面例

精度確認方法としては必ず作業前にチェック杭（座標を持った）にショベルの刃先を当たり出来形管理値（基準高±50mm）以内であることを確かめて作業に当たる事。

バケット刃先座標 各種設定

測定状態: 正常測位中

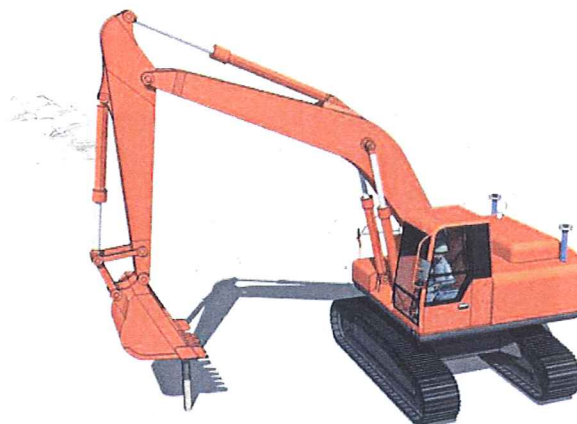
バケット刃先センターの座標: チェック杭との較差:

X座標:	28325.786	-0.012
Y座標:	7165.108	0.027
H標高:	64.765	0.008

手入力座標を使用する

中止 完了

＊チェック杭確認画面



精度確認については別紙に精度確認チェック表を添付

9. 施工上の注意

- ①基本設計データと起工測量（現地）が合っているか施工前に必ず確認する。
- ②現地ローカライズ（GNSS）座標が合致しているか施工前に必ず確認する。
- ③取り付け機器に不具合が無い、施工前に必ず点検する。

情報化施工の取り組み説明会

マシンガイダンスの説明状況

撮影日 平成26年1月21日



発注者挨拶

撮影日 平成26年1月21日



現場でのマシンガイダンスの説明状況 撮影日 平成26年1月21日



現場でのマシンガイダンスの説明状況 撮影日 平成26年1月21日



マシンガイダンスによる施工完了

撮影日 平成26年1月21日



マシンガイダンスによる施工完了

撮影日 平成26年1月21日

