

大型造成工事現場における IT施工状況調査報告

トラクタ技術委員会

建設機械の情報化・自動化

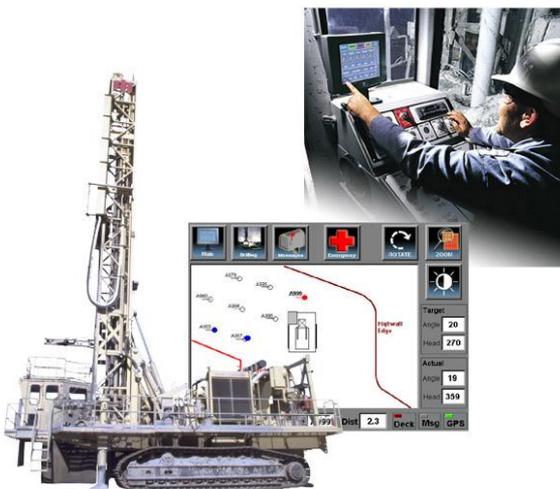
- | 時期 | 内容 |
|---------|---|
| • 1970頃 | 回転レーザによるブルドーザのブレード制御の実用化 |
| • 1990 | 雲仙普賢岳災害復旧工事での自立走行ダンプトラック、ラジコンブルドーザ、ラジコンショベルを使用した施工
→情報化・自動化技術の適用、普及の促進 |



- 1995～ 大規模鉱山への情報化技術の適用
- 2000～ 土木工事への情報化・自動化技術の適用

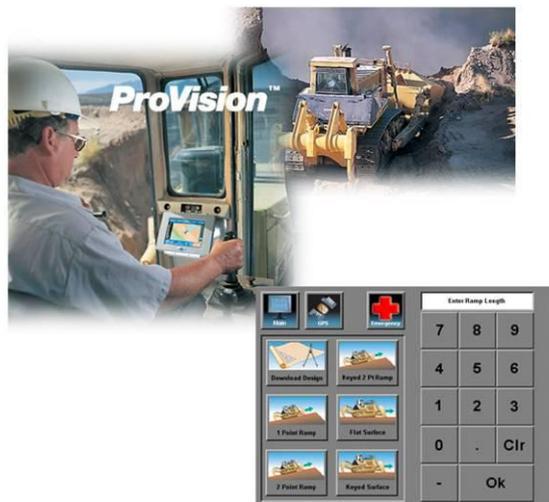
大規模鉱山での情報化技術の適用例

穿孔機械



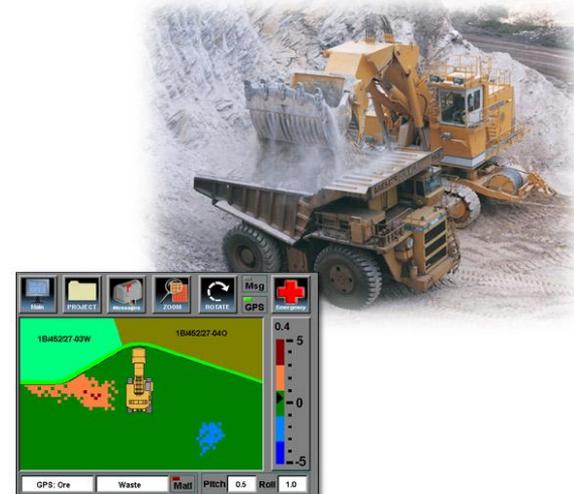
穿孔位置・深さの
ガイダンス

大型ブルドーザ



ドーシングのガイダンスと
出来型管理

大型積み込み機

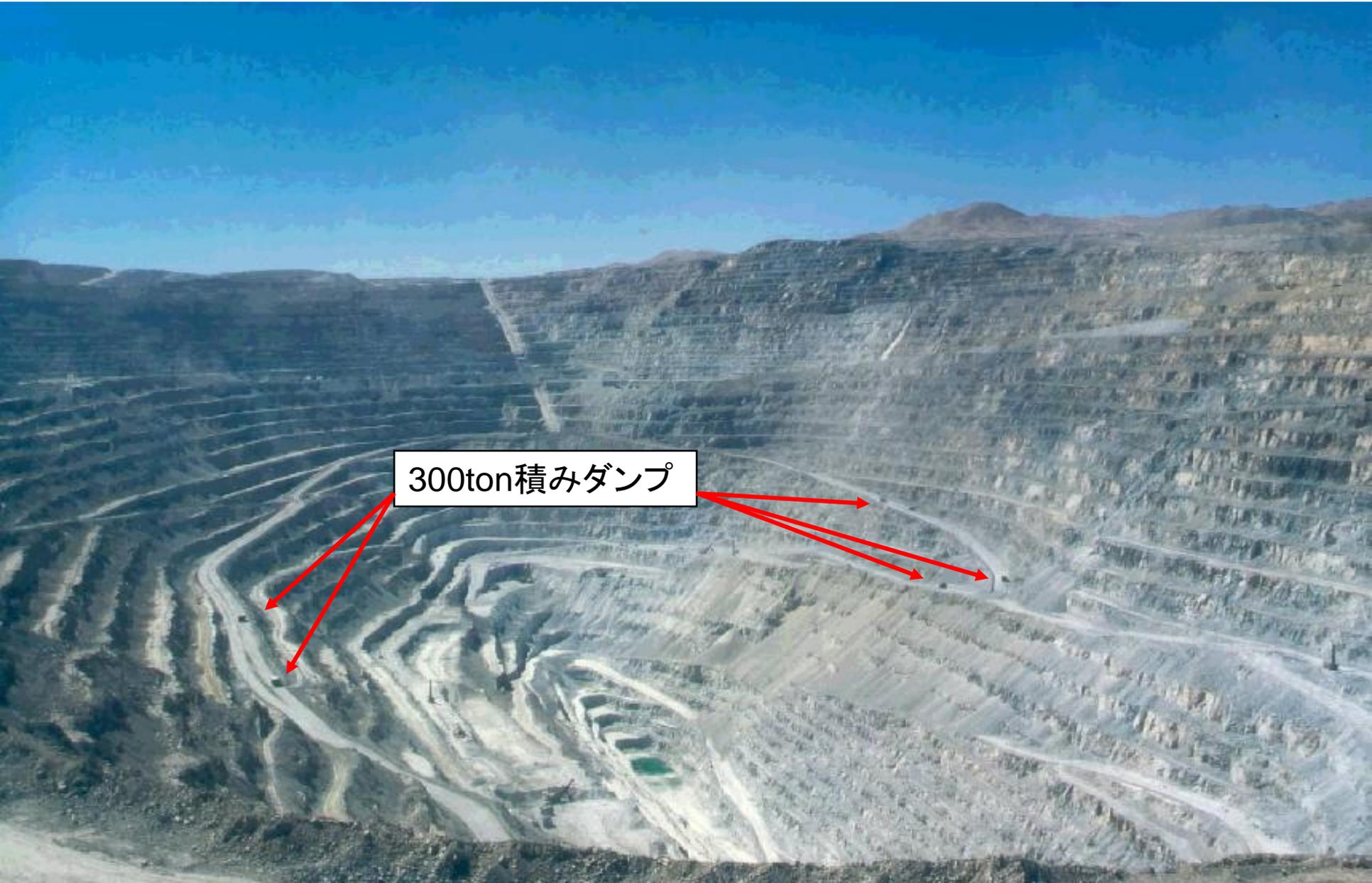


掘削のガイダンスと
リアルタイム管理

- 生産コストの低減
- 生産性の向上
- リアルタイムマネージメント

世界最大の銅鉱山 The Chuquibambilla Mine in Chile

生産量:63万トン/年 縦×横×深さ:2km×3km×810m



300ton積みダンプ

土木工事への情報化・自動化技術の適用例

測量



RTK-GPS測量による
省人化・スピードUp



作業効率の向上

ブルドーザ



RTK-GPS計測＋作業機自動制御による3次元施工



- ・施工効率の向上
- ・施工精度の向上

グレーダ



建設機械の情報化施工

測量・設計

光学測量



GPS測量



3次元CAD設計



3次元設計データ



施工高さ算出



油圧制御

RTK-GPS
固定局



GPS補正信号

3次元位置計測



位置変化

施工

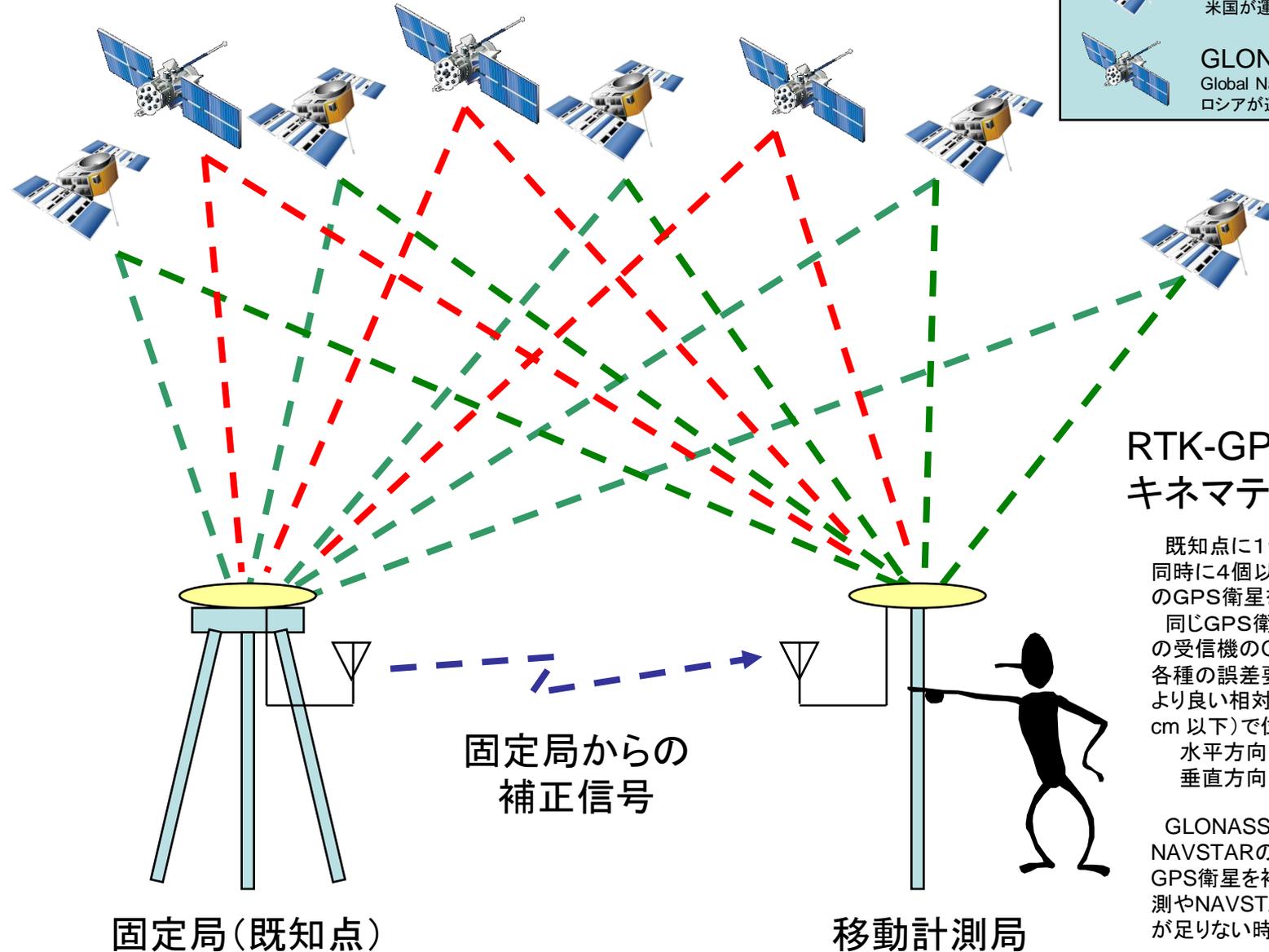
RTK-GPS計測とは



NAVSTAR
NAVigation satellite Timing And Ranging
米国が運用



GLONASS
Global Navigation Satellite System
ロシアが運用



RTK-GPS (リアル・タイム・キネマティック測位)

既知点に1台、未知点に1台を使い、同時に4個以上(実用上は5個以上)のGPS衛星を観測します。

同じGPS衛星を同時に観測した2つの受信機のGPS電波の位相を用い、各種の誤差要因を消去、百万分の一より良い相対精度(10kmの距離で1cm以下)で位置計測が可能です。

水平方向±10mm、
垂直方向±20mm 程度

GLONASS衛星を併用するため、NAVSTARのみよりも、2~3個多いGPS衛星を補足が可能です。山間部での計測やNAVSTARだけではGPS衛星個数が足りない時間帯でも計測が可能です。

iB-TS システム

プリズム位置の計測

無線による座標データの送信

コントローラ上に状況を表示

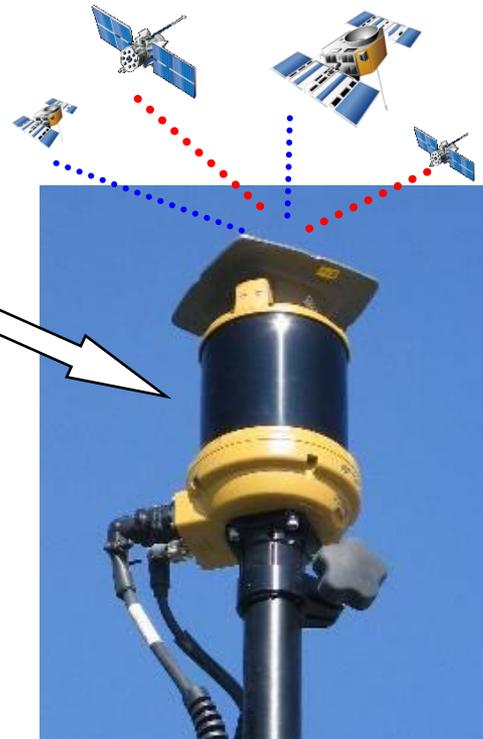
新型トータルステーション

コントローラの判断によるブレード制御

iB-mmGPS システム



グレーダ+mmGPSシステム



GPS+レーザ受光器



ゾーン発光
回転レーザ

GPSと回転レーザと組み合わせることにより、
水平位置はGPSから検出し、垂直位置は回転レーザから
検出することにより、垂直方向の精度を向上

各システムの比較

種別	2次元	3次元	3次元	3次元
システム	回転レーザ	TS	GPS	mmGPS
ブレード操作	自動	自動	自動	自動
精度	○	○	△	◎
垂直精度	5mm程度	10mm程度	20mm程度	5mm程度
ブルドーザ	○	○	○	○
グレーダ	○	○	○	○
油圧ショベル	○	×	○	×
フィニッシャ	×	未実績	×	○
ローラ	×	転圧回数管理別システム	←	←
施工エリア	600m(R=300m)	←	基地局周辺数Km	600m(R=300m) × 4
適した現場	圃場整備	上空視界が制限され、安定してGPSの受信が機体出来ない現場。	比較的規模の大きな現場。複数台稼働する現場。	← + 仕上げ精度が求められる現場。
適さない現場	3次元形状を必要とする現場。	比較的規模の大きな現場。複数台稼働する現場。	仕上げ精度が求められる現場。	
備考				

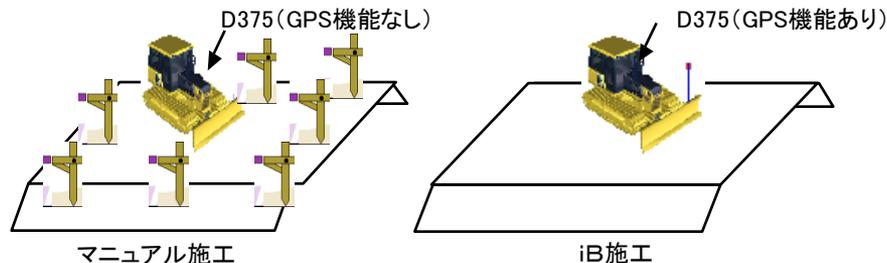
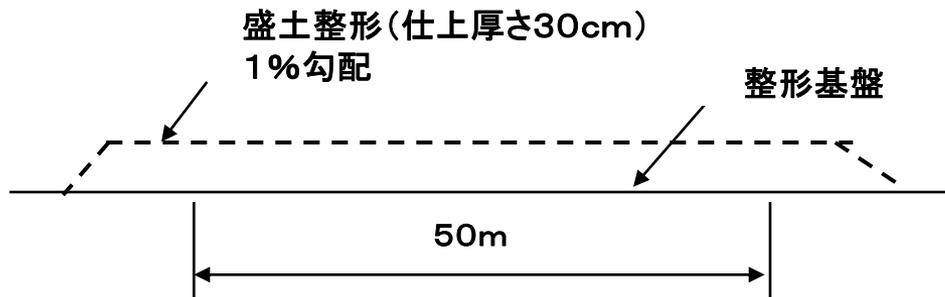
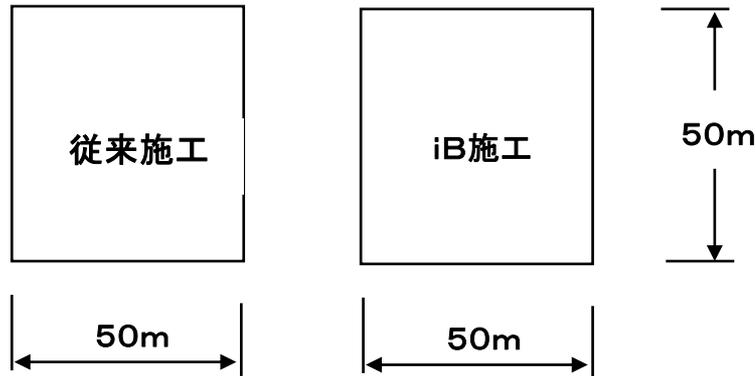
テスト施工と結果

盛土成形 テスト施工

工区を2つに分け、iB-GPS施工と、従来施工を実施し、それぞれの仕上がり精度、施工に要した時間と人工数を計測し比較する。

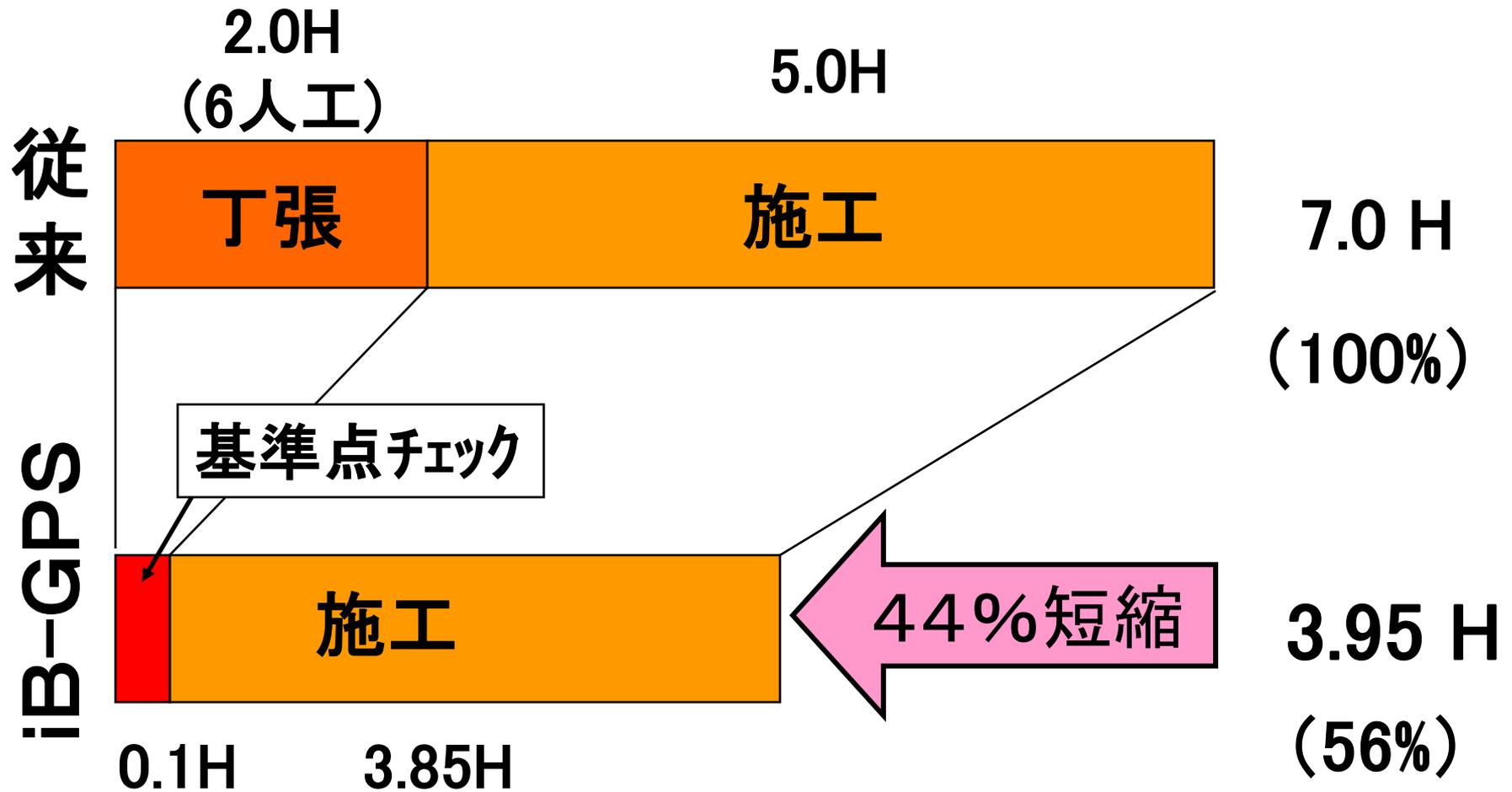
試験施工内容

1. 整形基盤上に、埋め戻し用にプールされていた表土を敷均し、仕上厚さ30cmに整形
2. ローラ転圧後、計測し比較



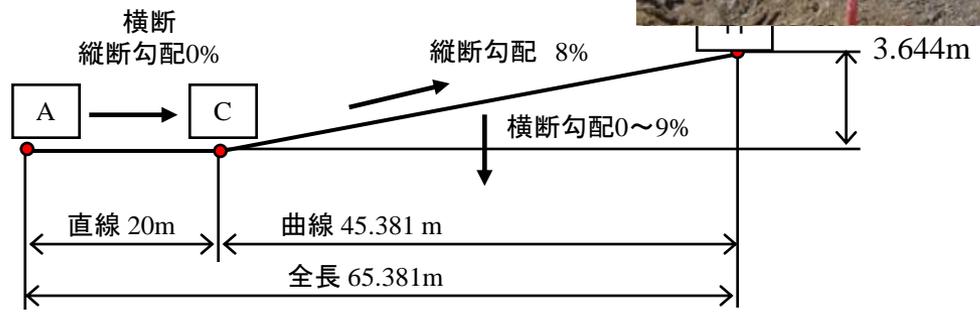
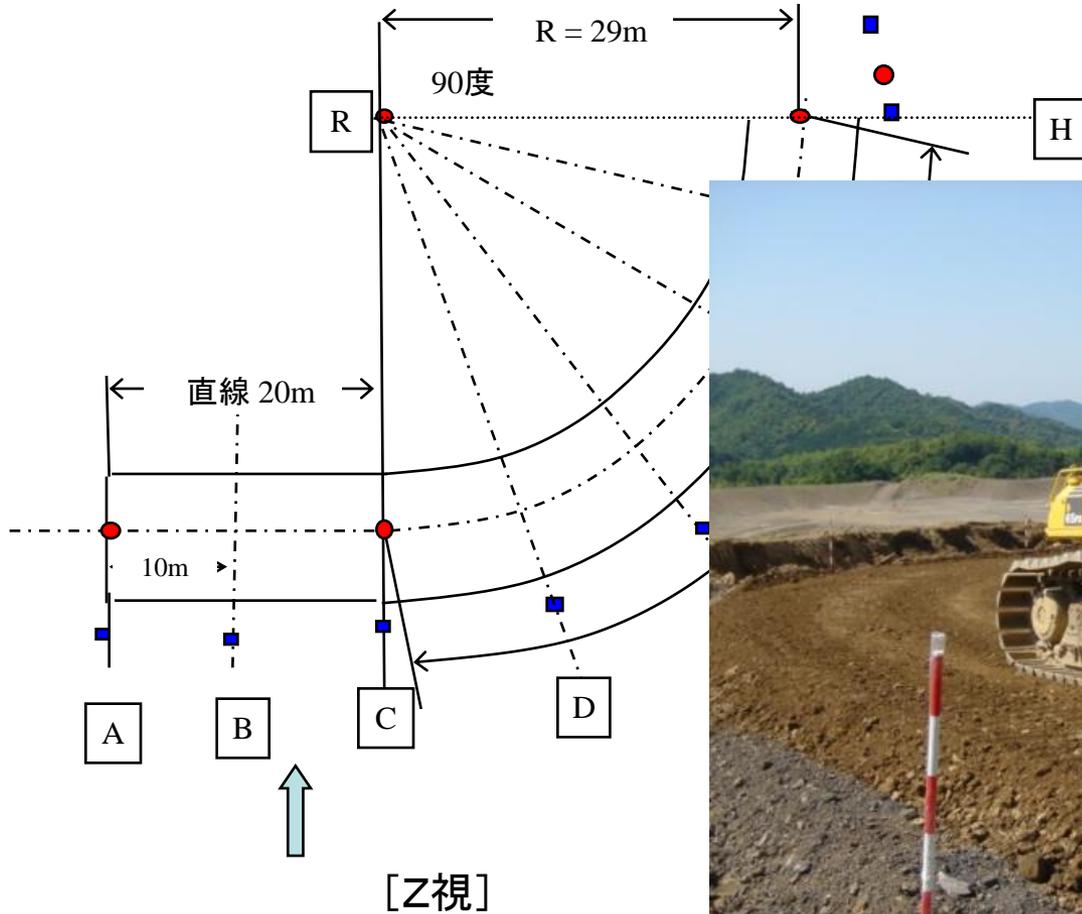
施工状況 (ローラ転圧前)

従来工法とiB-GPS施工 施工時間の比較

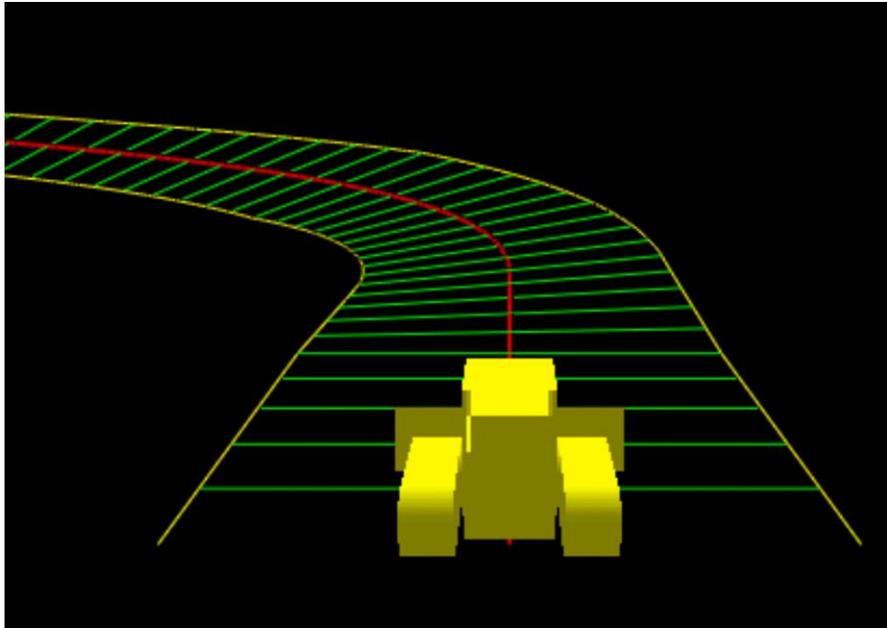


高速道路ランプウェイ形状 テスト施工

施工状況



高速道路ランプウェイ形状 テスト施工結果



施工図面



仕上がり形状

丁張り、施工時間 テスト結果 自動vs手動

項目	自動	手動
人数、丁張り時間 (h)、丁張り本数	0	3人 2h 12本
ブルドーザ作業時間 (h)	3.63	4.32
参考：施工時間 (h)	3.63	6.32

40%短縮

お客様のメリット(確認結果まとめ)

1. 施工効率が向上

- 丁張りの測設が不要となり施工期間が短縮
- やり直し施工の減少による建設機械の作業効率が向上
→ 使用燃料の低減＝CO2排出量の削減が可能

2. 仕上げ精度の向上

- 設計データに基づく作業機の自動制御により、
丁張りの点から面での管理
- 精度向上により、資材の節約が可能

3. 安全性の向上

- 作業中の建設機械そばでの、測量や丁張り直し作業が不要

4. 複雑な施工が可能

- 苦渋作業が低減し夜間作業も可能



IT施工 造成工事現場 見学報告



3. 工事概要

工事概要

- 工事名 ホンダ寄居新工場造成工事
- 工事場所 埼玉県大里郡寄居町大字富田 字鷲丸2354
- 発注者 本田技研工業株式会社
- 工期 平成19年9月21日～平成21年12月14日
- 請負金
- 設計・施工 清水建設 関東支店

作業所住所

〒369-1216

埼玉県大里郡寄居町大字富田2723

TEL 048-577-1581 FAX 048-582-5220

■ 工事概要

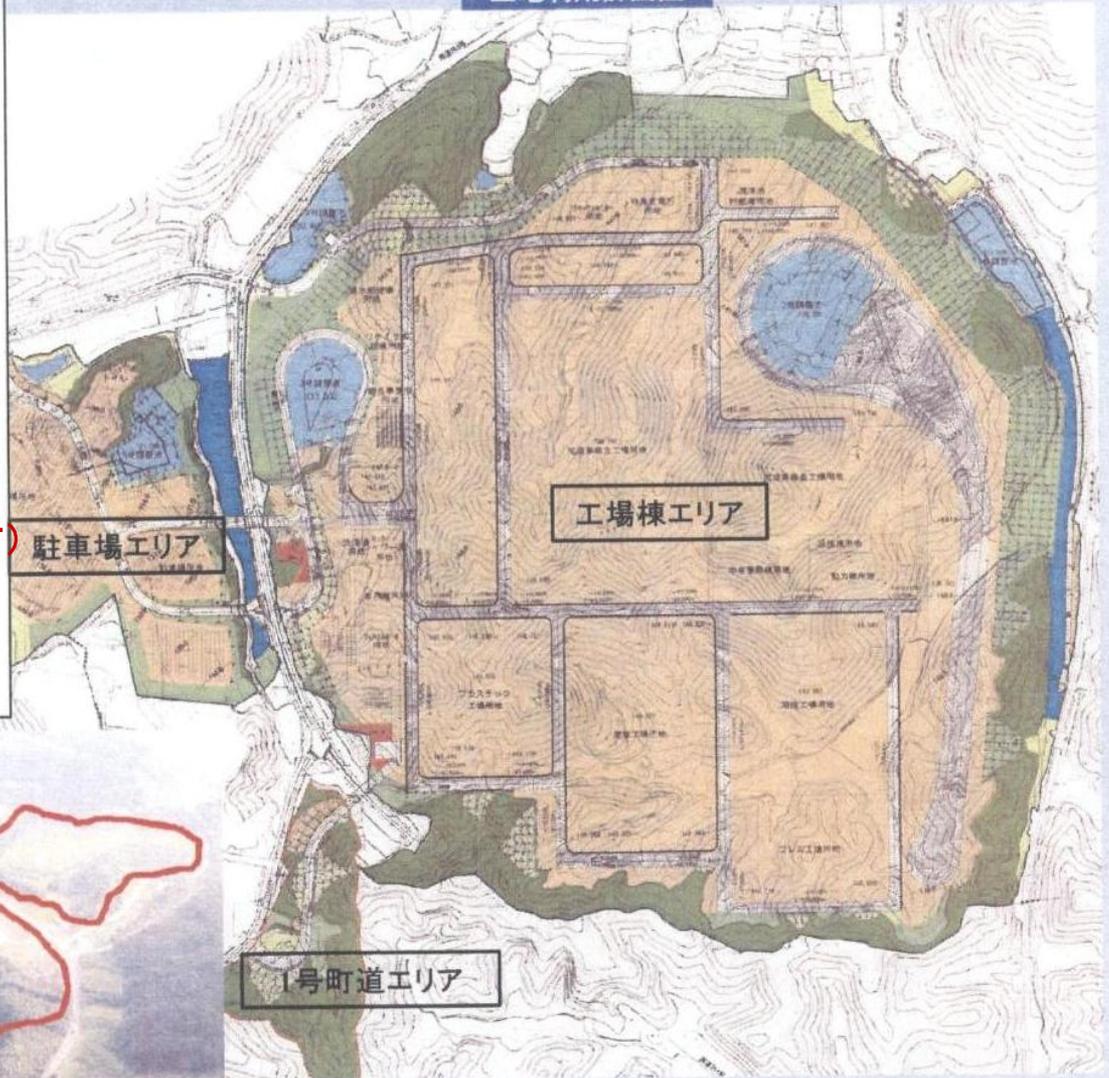
本田技研工業(株)が寄居町に新工場建設を目的とする造成工事で、

- ・敷地面積 97.84ha、切盛土量 470万m³
- ・伐採面積 67.68ha
- ・重力式擁壁 V=25,800m³
- ・雨水排水工 L=11,436m
- ・調整池 5箇所
- ・橋梁 2橋

(ほぼ 1km 四方)

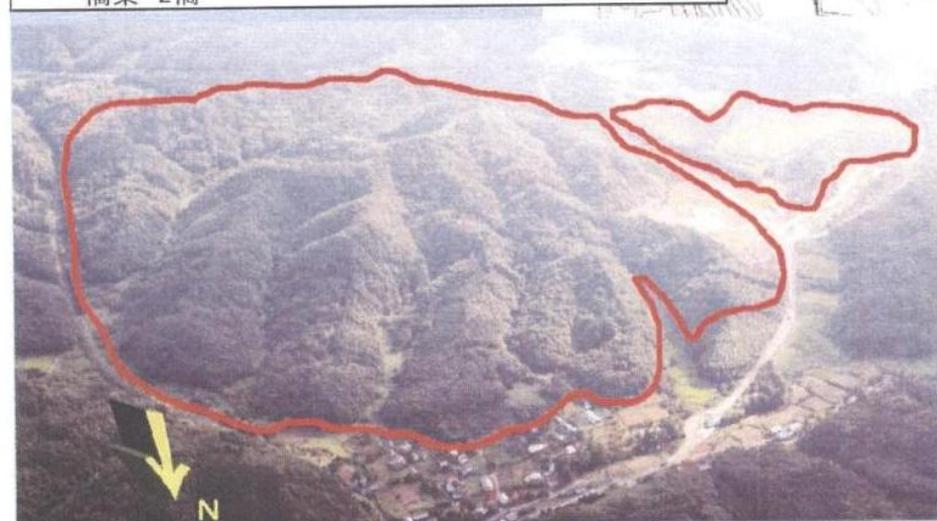
駐車場エリア

土地利用計画図

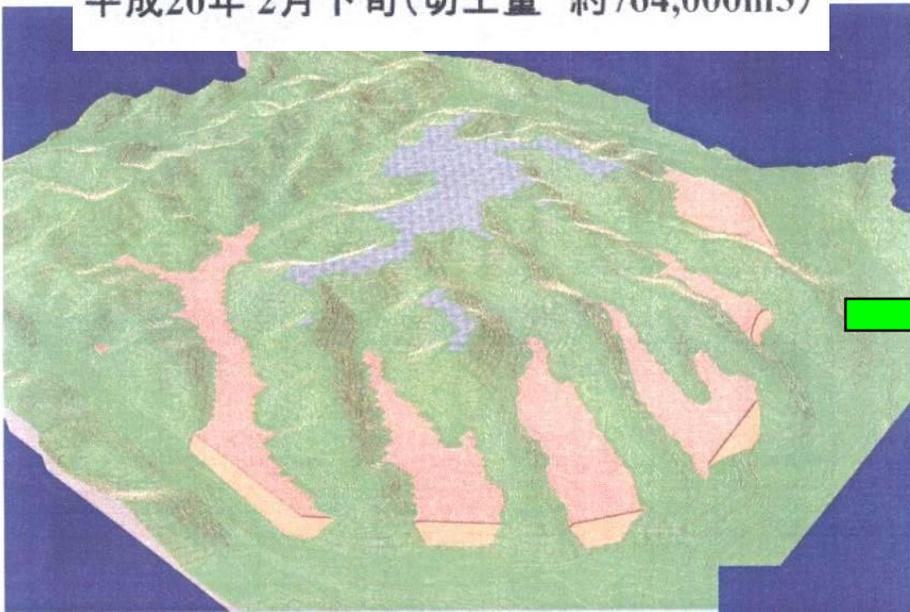


工場棟エリア

1号町道エリア



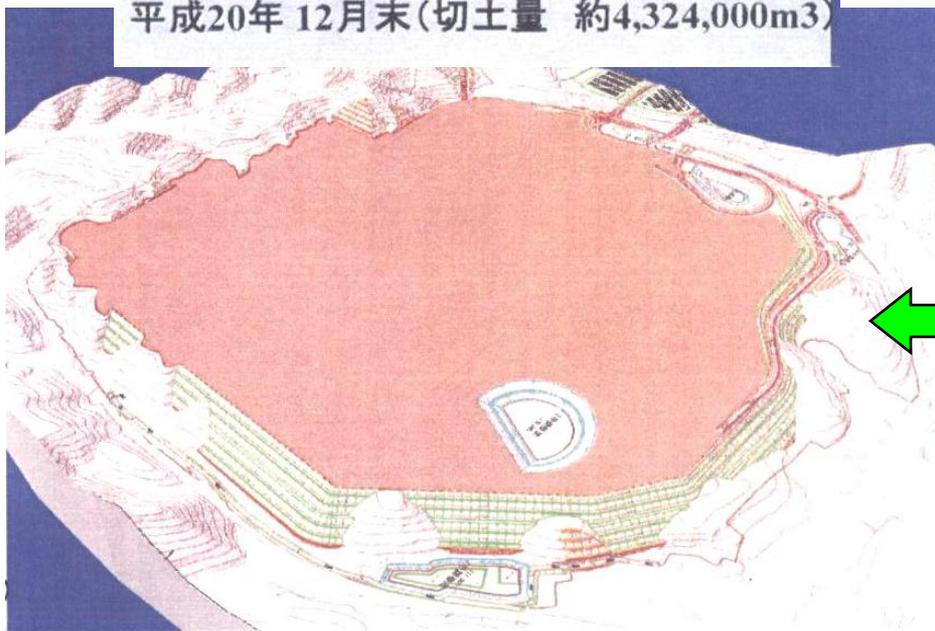
平成20年 2月下旬(切土量 約764,000m³)



平成20年 6月末状況(切土量 約2,070,000m³)



平成20年 12月末(切土量 約4,324,000m³)



平成20年 9月下旬(切土量 約3,529,000m³)



4. 転圧管理システム概要



本システムは清水建設(株)殿が独自に開発され運用されている

GPS基準局構成

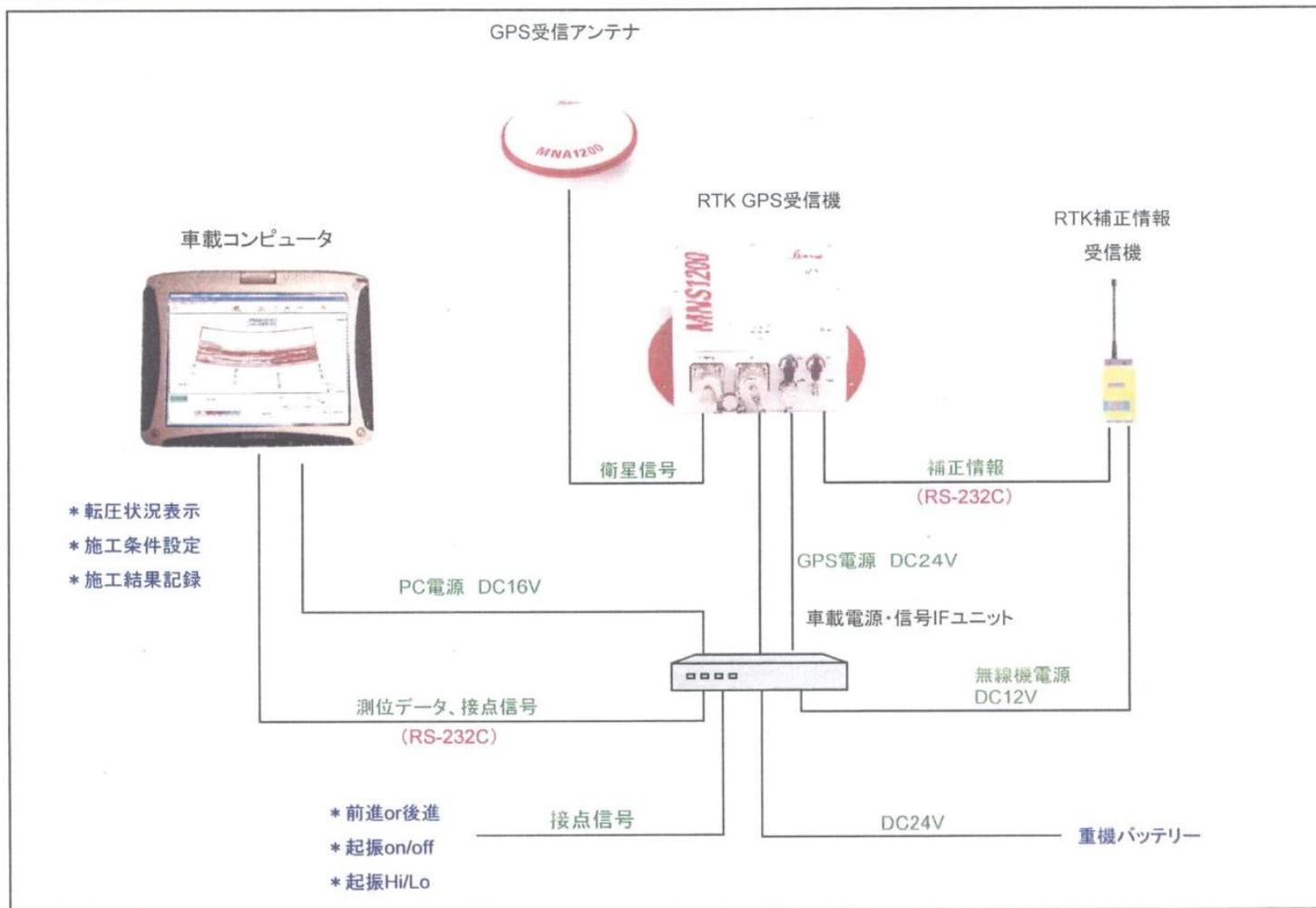


基準局例(太陽光発電・風力発電併用型)

基準局設備構成



機器構成(重機搭載システム)



システムの構成(振動ローラー)



GPSアンテナ



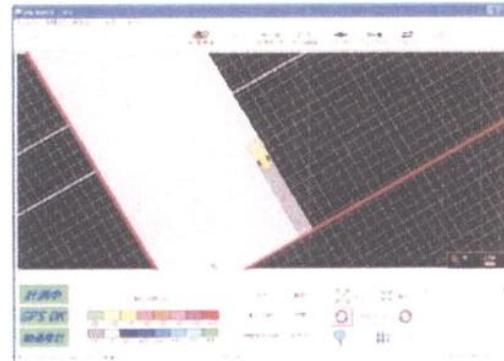
GPS受信機



電源IFユニット



車載PC



画面

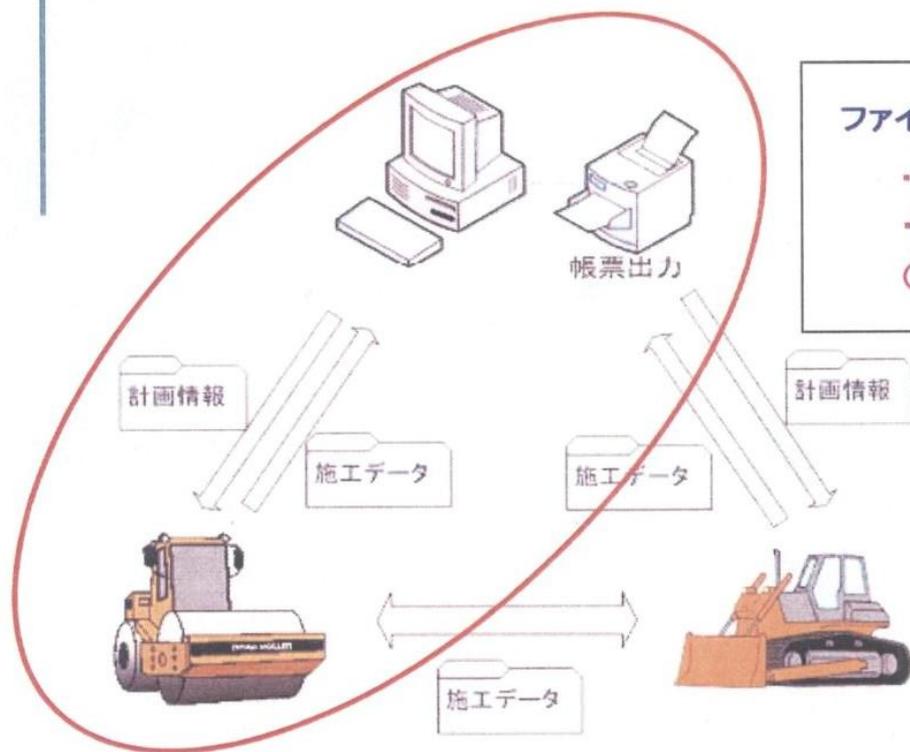
※設置写真は1つの例です。実際の車両に合わせた設置を行います。

主な機能

- 作業座標系設定機能
 - 作業現場で使用する座標系に併せた設定
- DXFデータの取込表示
 - DXFによる現場図面を取込背景図として表示
- 施工条件設定機能
 - 施工対象エリアの施工に必要な情報の設定・入力
- 施工状況表示・記録機能
 - 転圧回数分布・走行軌跡などを表示し、結果を記録
- GPSステータス表示
 - GPS衛星の補足状況などを表示
- PC表示色設定
 - 転圧回数分布等を表示する色を任意に設定

システムイメージ

- 日々の施工計画からシステム運用および帳票出力まで一連の作業を統合するシステム



ファイル受け渡し

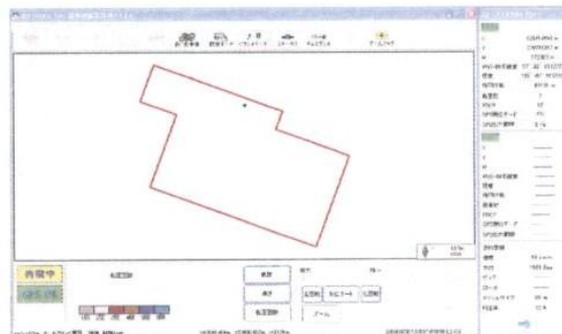
・無線LAN経由

・記録メディア

(USBフラッシュディスク、CFカード、SDカードなど)

計画データ

施工データ



画面例

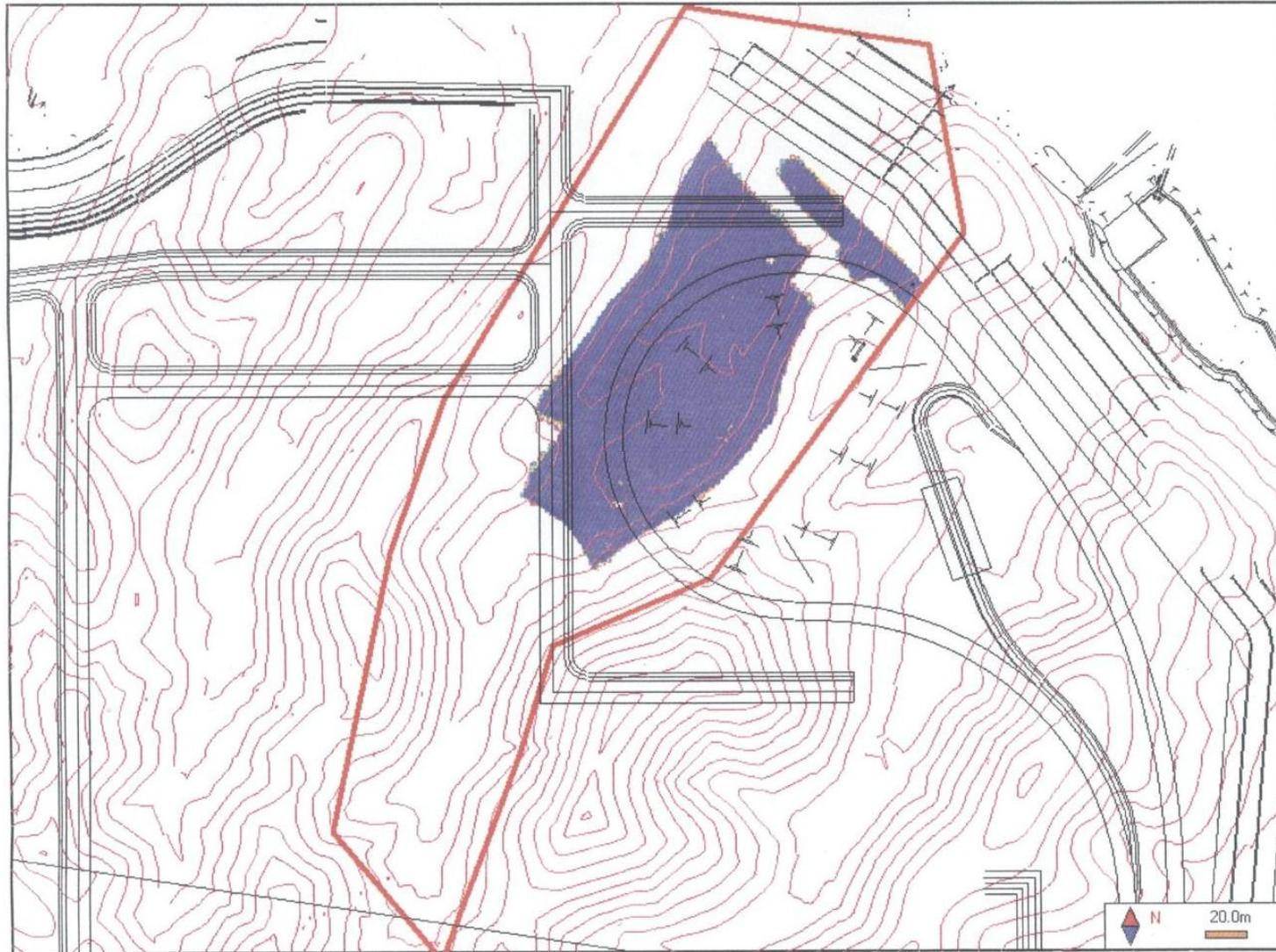
処理用ソフト(事務所)の機能 _1

- 施工条件設定機能
 - 施工対象エリアの施工に必要な計画情報の設定・入力
- DXFデータ読込表示機能
 - DXFによる現場図面を取込背景図として表示
- 施工結果の読込・記録機能
 - 施工結果を取込、記録
- 複数重機対応機能
 - 複数の重機による施工データを結合

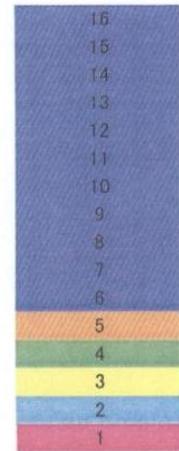
処理用ソフト(事務所)の機能 _2

- 施工結果の表示機能
 - 集積された重機施工の結果を画面に表示
- 再現機能
 - 各重機の収集データを基に施工状況を再現表示
- 帳票作成機能
 - 転圧回数分布図と盛土管理図・走行軌跡図などをExcel帳票に出力
- 通信機能(オプション)
 - 無線LAN等を利用した重機とのネットワーク
 - インターネット等による外部通信

本田技研工業		B4-23層目		転圧回数色分図		管理ブロック幅	1.00m
作業日	2008年3月19日	工事名	ホンダ寄居新工場造成工事		請負人名	清水建設	
天候	曇り	雨量	0.0mm				



盛土材料番号	
盛土施工高さ	
日施工土量	0
機種番号	19DH-3(2号)
オペレータ氏名	川村 信昭
実走行時間	14h35m
実走行距離	62312.15m
平均速度	4.27km/h
モデル施工起振力	0t
本施工起振力	30t
GPS番号	
衛星数	5~11
PDOP	1.5~4.3



転圧回数色分図

5. 現場写真





6. 現場見学 まとめ

1. 作業現場内にGPS基地を設け、現場で稼動するブルドーザー、振動ローラーなどの重機にGPSアンテナを設置することで、機械の稼動(移動)距離、位置、転圧回数等を記録している。

2. 振動ローラーは転圧管理の補助に活用されており、転圧回数、走行軌跡を記録することで、作業漏れチェックを行なっている。これは作業管理者、オペレータ双方にとって便利なシステムである。

3. 重機のキャブ内にパソコンが設置されており、重機の稼動結果がパソコンに記録され、USBメモリーなどの記録メディアに保存している。そのデータは事務所のパソコンで読み込まれ、振動ローラーの転圧回数分布図、盛土管理図、土量出来高など施工記録管理に活用している。

盛土の締め固め管理はRI計器で最終確認をしており、転圧回数管理はあくまで補助的管理とのこと。

4. 当現場では出来形・土量管理に3次元CADを活用している。盛土個所の大部分をGPS搭載の振動ローラーを走行させて3次元座標が取得できるので、出来形・土量の計算が可能になる。そのため、従来工事では出来形を光波測量によって行っていたが、当現場ではその測量がほとんど不要になったとのこと。

ご清聴ありがとうございました。