

6. 自動追尾式トータルステーションによる 地盤改良機誘導管理システム

株式会社 大本組 東京本社 ○坪田 裕之
株式会社 大本組 東北支店 小野寺顕彰
株式会社 大本組 東北支店 西倉 威弘

1. はじめに

構造物の基礎地盤の地耐力を安定（支持力増加や沈下抑制）させる地盤改良において、連続した均質な地盤改良体を確認することを目的に「自動追尾式トータルステーション（以下、自動追尾式 TS）による地盤改良機誘導管理システム」を開発した。本報告では、開発したシステムの構成および施工事例を紹介する。

2. システム概要

本システムは、自動追尾式 TS によるマシンガイダンスシステムを地盤改良機に搭載し、改良機本体の平面位置と機械高さを誘導画面でオペレータに指示するシステムである。

改良位置と既改良エリアとのラップ状態、必要改良深度の一元管理により、施工精度が向上し、堤体基礎の安定性が確保できる。

3. システム構成

本マシンガイダンスシステムは、自動追尾式 TS、管理モニター、全反射プリズム、無線機等で構成する。システム構成を図-1、図-2、表-1 に示す。

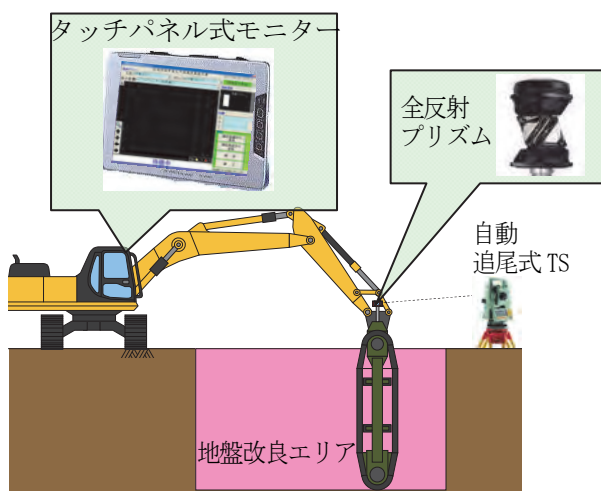


図-1 システム概念図

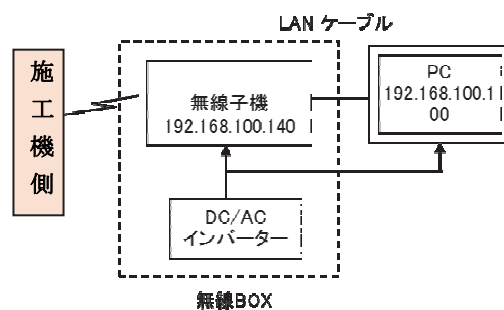
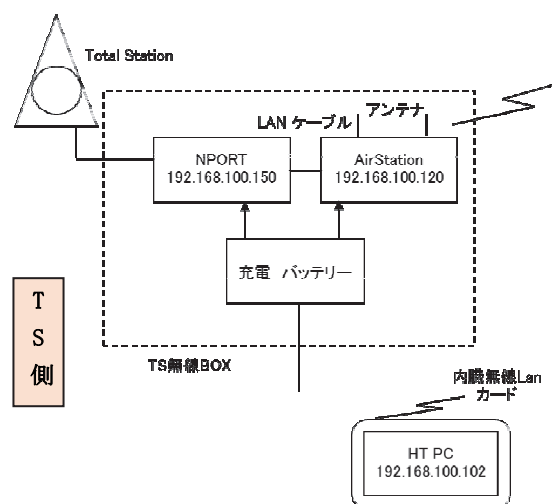


図-2 システム構成

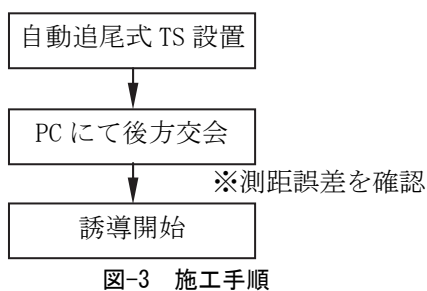
表-1 システム構成機器

No.	機器名称	メーカー	型式	摘要
1	Total Station	Leica	TPS1105	追尾機能
2	シリアル・デバイス	MOXA	NPORT5110	
3	Air Station	Buffalo	WZR-HP-G301NH	11n対応
4	無線子機	Buffalo	WLI-TX4-AG300N	11n対応
5	PC	Panasonic	CF-18	耐衝撃
6	HT PC	Mouse COM	luvPad WN70-H	遠隔

4. 誘導管理方法

4.1 施工手順

施工時における施工手順を図-3 に示す。



4.2 施工管理

自動追尾式 TS を用いて、地盤改良機の位置、掘削深さを測量し、運転席のコンピュータに表示する。オペレータは、モニターを確認しながら改良する。予め施工範囲を管理ブロック（区割）に分割し、その区割に改良機の位置座標をあてはめ、改良機が区割内で設定深度まで改良されたと判定した場合は黄色（任意設定）、未改良区間であった場合は赤色（任意設定）と色分表示する。

- ・改良位置および深度まで視覚（数値）で誘導
- ・改良済は黄色、未改良は赤色で区分け表示

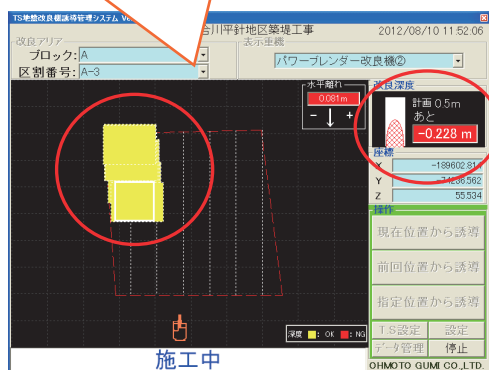


図-4 施工管理モニター

4.3 設定および操作

(1) キャリブレーション

トレンチャー幅、全反射プリズム等のキャリブレーションを実施する。

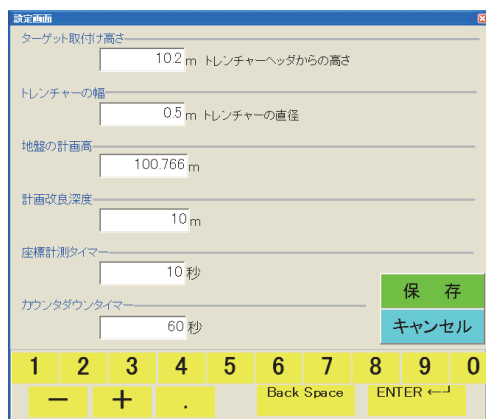


図-5 キャリブレーション

(2) 区割りの事前登録

事前に区割計画を行い、区割座標を事前に登録する。区割座標は4点の座標で管理する。

1

2

工事名

江合川平針地区築堤工事

3

4

地上位置

1

計画位置

10

サーベット

1.5

保存

5

6

築工開始位置

2

西サーベット位置

0

築工開始時刻

20

キャンセル

7

8

築工終了位置

1

西サーベット位置

0

築工開始時刻

0.2

キャンセル

9

0

改良機表示名称

トンチン棒(φ)

タグッドスズレ(φ)

BS

1

2

改良機表示名称

トンチン棒(φ)

タグッドスズレ(φ)

①

パワーレンダ-改良機①

1

9.5

0.283

0

-0.661

②

パワーレンダ-改良機②

1

10

0

0

③

パワーレンダ-改良機③

1

10

0

0

区割設定

追加編集

削除

区割番号

地表座標

改良深度

XA

YA

XB

YB

XC

YD

修正

E-013

13.14

8.5

922.594

1750.041

921.754

1739.97

925.697

1

E-014

13.14

8.5

926.537

1734.614

925.697

1739.543

929.64

1

E-015

13.14

8.5

930.481

1735.246

929.84

1740.215

933.593

1

E-016

13.14

8.5

934.424

1735.959

933.593

1740.888

937.526

1

E-017

13.14

8.5

938.367

1736.622

937.526

1741.561

941.469

1

E-018

13.14

8.5

942.31

1737.304

941.469

1742.233

945.412

1

E-019

13.14

8.5

946.253

1737.976

945.412

1742.91

949.355

1

座標(区割)登録

図-6 区割 TABLE

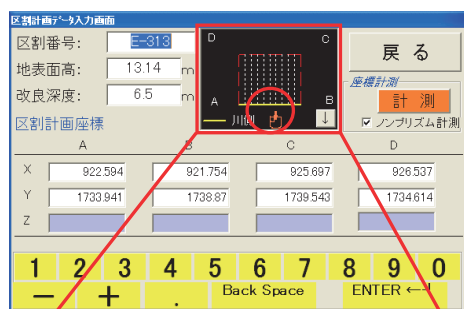
(3) オペレータによる設定（施工時）

① 事前登録した区割一覧より施工箇所を選択する



図-7 施工位置（区割）の選択

② 区割方向に対する施工機械の位置関係を施工開始前に確認し変更する。（トレンチャー中心は、追尾する全反射プリズム位置からオフセットした距離としている）



※4 パターンから選択

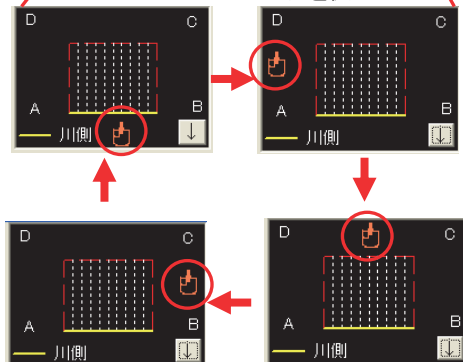


図-8 施工位置設定

③施工開始および停止

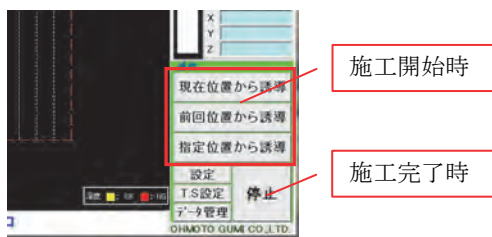


図-9 操作モニター

(4) 適用状況

写真-1は、マシンガイダンスシステムによる地盤改良機の施工管理状況である。写真-2は、地盤改良機キャビン内においてオペレータがモニタリングする監視システム設置状況である。

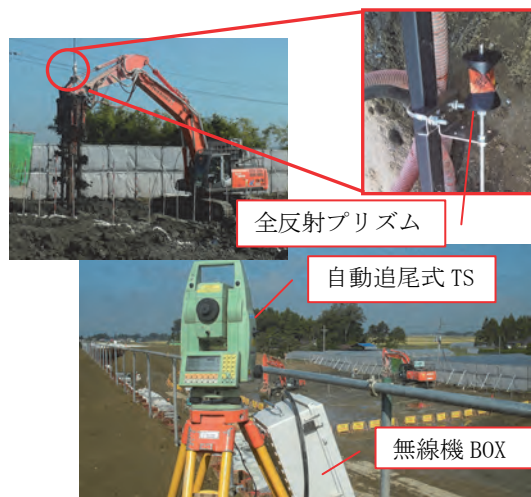


写真-1 自動追尾式 TS と施工機械

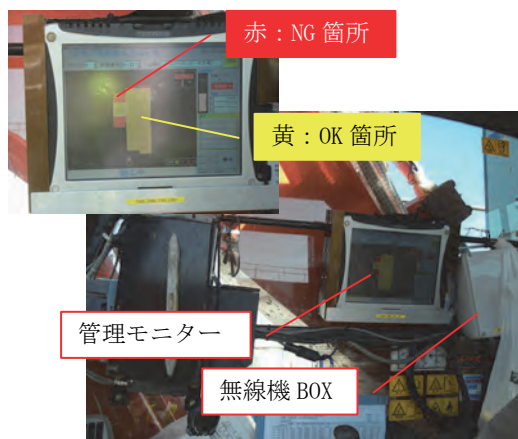


写真-2 キャビン内管理システム

5. 出来形管理・帳票作成システム

出来形管理を以下に示す。トレンチャー中心座標・深度を管理し、10秒毎に施工データを取得する。図-10に示すよう、区割毎に軌跡・平面位置(偏差)・深度データをグラフ化する。また、それらデータベースを集約し図-11に示す作業日報としてエクセルファイル帳票を作成する。

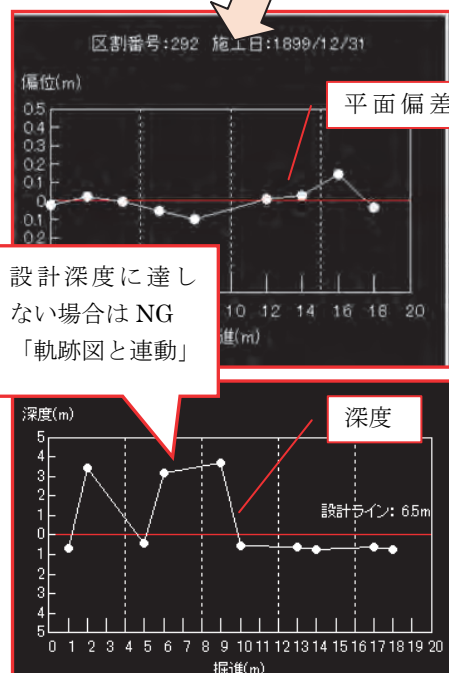


図-10 出来形管理(軌跡・平面偏差・深度)

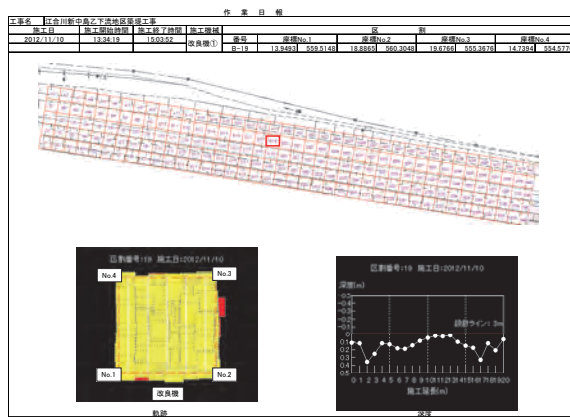


図-11 作業日報（区割毎）

6. 施工時における問題点および対策

以下に、本システムの現場適用に当たって確認された問題点と対応策を示す。

(1) 問題点

- ①自動追尾式 TS のバッテリーが 2～3 時間程度しか保持できない。
- ②通信不能により追尾が不能となる。
- ③施工中に自動追尾が解除される。

(2) 対策「下記番号は上記番号と符号」

- ①商用電力、発電機等から電力を供給できるよう電源部を改良した。
- ②通信不能の原因として、自動追尾式 TS と通信ケーブル接続の不具合であると確認されたため、無線 BOX 内の各種機器の配置を変更し対応した。
- ③発生原因は、改良機の動作が大きくなることにより、プリズムが振幅して追尾・測距の一連動作が追従できなかったことによる。追尾・測距するリトライ回数を調整することにより、エラー発生率を低減したが、今後振幅を低減できるようプリズム設置方法を改善する予定である。

7. マシンガイダンスシステム適用による効果

(1) 施工性

従来、改良機誘導は、写真-3 に示すように区割毎に測量し、トレンチャー幅毎にポール等を設置する。オペレータは、ポールを見通すことによりトレンチャーを誘導し施工する。また、改良深度はオートレベルにて測定していた。

本マシンガイダンスシステムの適用により、人力による目通しポールの設置および区割測量等の事前準備を省略でき、施工性の向上が図られるとともに経済性が向上する。

※事前準備時間：区割の測量および目通しポールの設置等で約 30 分要す。

また、施工中はリアルタイムにトレンチャーの軌跡を視認でき、蛇行等による未改良範囲が発生した場合でも再改良等の対応が即座に可能となる。

(2) 施工精度

自動追尾式 TS を使用したマシンガイダンスにより効率的に所定位置へ精度よく誘導できた。水平精度±3mm、高さ精度±3mm 以内を確保できる。

(3) オペレータの負荷低減

視覚的に誘導できるため、オペレータの負荷が低減できる。また、オペレータの技量によらない均一な施工が可能となる。

(4) 安全性

地盤改良機付近に作業員、誘導員等が必要なく、接触事故が回避されるため安全性が向上する。



写真-3 従来の誘導方法

8. 適用条件

地盤改良機および杭打機による施工等に適用可能である。但し、下記においては適用範囲外となる。

- (1) 自動追尾式 TS と全反射プリズム間に障害物があり視認できない場合
- (2) 自動追尾式 TS と全反射プリズム間距離が 500m 以上となる場合

9. おわりに

今回開発したマシンガイダンスシステムにより、地盤改良機を効率よく目標位置へ誘導でき、高精度な施工が可能であることを確認した。

従来の施工管理は、トレンチャーの鉛直性、チェーン速度、チェーン累積移動距離、改良深度等を運転席にてモニタリングしながらトレンチャーを操作し施工管理している。

今後、開発したマシンガイダンスシステムと従来の施工管理を融合し、より高品質で施工精度の高い施工管理システムの構築を行いたい。