

## 8. 遠隔操縦地盤改良機械の開発と実用化

フドウ技研(株)：\*松沢 諭

住友建機(株)：井田 義隆

### 1. はじめに

建設業界における熟練技能労働者の高齢化や、若年労働者の建設業ばなれは、いまや深刻な社会問題化している。

一方、砂杭工法等による地盤改良分野では、関西新国際空港建設工事、羽田沖合展開工事例に見られるように改良長が大深度化し、振動機等の施工機械は大型化する傾向にある。従って、地盤改良用機械のオペレーターにとっては、施工環境が悪化することが懸念されておりその改善が望まれている。

砂杭工法は複雑多岐な動作を必要とするが、フドウ技研(株)と住友建機(株)では遠隔操縦地盤改良機械を開発し、堺地区改良工事、志布志石油備蓄改良工事、関西新国際空港場内造成工事他数件の作業所で稼働させて実用化した。その結果、オペレーターへの振動や騒音が解消され施工環境を大幅に改善することに成功した。

### 2. 開発経緯

昭和63年12月開発に着手、開発1号機を製作の後当社機械センターでの基礎実験、備前テニスセンターにおけるフィールド実験を経て表-1に示す現場で稼働した。

その結果、遠隔操作で砂杭造成作業が可能な事を実証し、十分な実用性が確認された。また、将来の全無線操縦に備えてのオシロ電送システムの実用性も志布志で確認された。

以上の実績を踏まえて、実用機2台を製作し稼働体制に入った。写真-1に関西新空港の現場で稼働中の開発1号機を示す。表-1に開発1号機の施工実績表を示す。

表-1 開発1号機施工実績表

区分	基礎実験	フィールド実験	現場稼働			
			西宮	堺-M&F	志布志石油備蓄	関西新空港
現場名	当社機械センター	備前テニスセンター	西宮	堺-M&F	志布志石油備蓄	関西新空港
工期	S63/12	H1/6~H1/7	H1/9~H1/10	H1/11~H2/1	H2/5~H2/6	H2/10~H4/5
施工量	—	1,338 m	5,931 m	17,117 m	8,438 m	64,208 m



写真-1 関空で稼働中の開発1号機

### 3. 遠隔操縦施工機の概要

#### (1) 砂杭工法 (コンポーザー工法)

通常の砂杭の施工は、複数のウインチを搭載したクローラー式のベースマシンにオペレーターが搭乗し行い、その施工順序は以下の様になる。

- ① ケーシングを所定位置に据える。
- ② 振動機を作動し、砂をバケットにてホッパー口から投入しながらケーシングを地中に貫入する。
- ③ 所定深度に達するとケーシングを引抜ながらコンプレッサーからの圧縮空気によって、砂をせん孔部に押し出す。
- ④ ケーシングを打戻し、押し出した砂柱を振動によって締固める。
- ⑤ ③～④を繰り返し、地表面まで砂柱を造成する。

図-1にコンポーザー工法の施工順序図を示す。

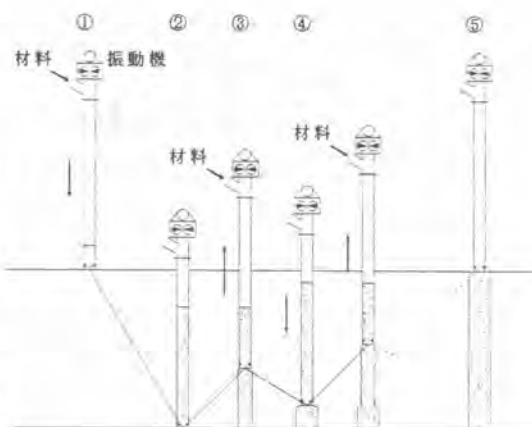


図-1 施工順序図

#### (2) 機械の構成

本機は下図に示すように、振動機を装備した施工機本体とラジコン車からなる。ラジコン車は施工機本体の前方30～50mの位置に配備し、オペレーターはこの中から砂杭の造成、及び造成終了後の施工機本体の移動などすべての操作を行う。

図-2に遠隔操縦施工機の全体構成図を、表-2に主要仕様表を示す。

表-2 主要仕様表

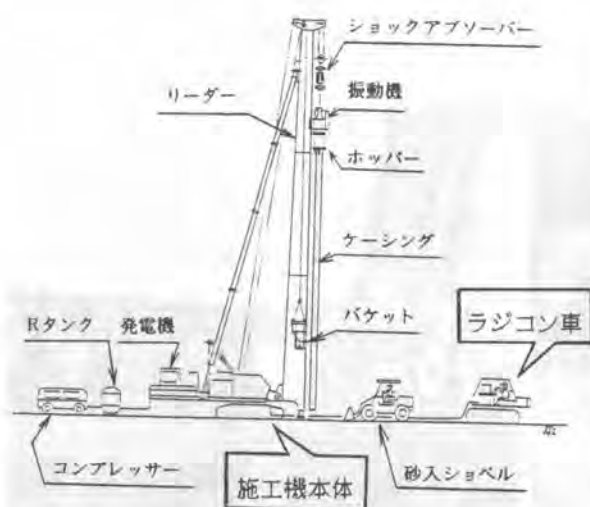


図-2 遠隔操縦施工機の全体構成図

1. 遠隔操縦施工機主要仕様		
No	名称	仕様
①	施工機本体	住友建機(S)SP-100
②	パイプロ	V-120
③	リーダー	750×850×30m
④	ケーシング	φ400×20m
2. 遠隔無線操作部仕様		
比例制御操作部 (速度制御可能)		ON-OFF制御操作部
No	項目	項目
①	主巻き 上げ、下げ (動力降下)	エンジンスタート
②	輔巻き 上げ、下げ (動力降下)	エンジンストップ
③	旋回	ホーン
④	走行	旋回ブレーキ
⑤	エンジンスロットル	ポンプコントロール
3. 遠隔有線操作部仕様		
No	有線操作項目	
①	施工オシロ記録計 (GL, SL)	
②	各部操作 SW (パイプロ、砂バケット用シリンダー他)	
③	バックステーストローク計	
④	バケット用テレビカメラ	
⑤	リーダー傾斜計	

(2)遠隔操縦システム

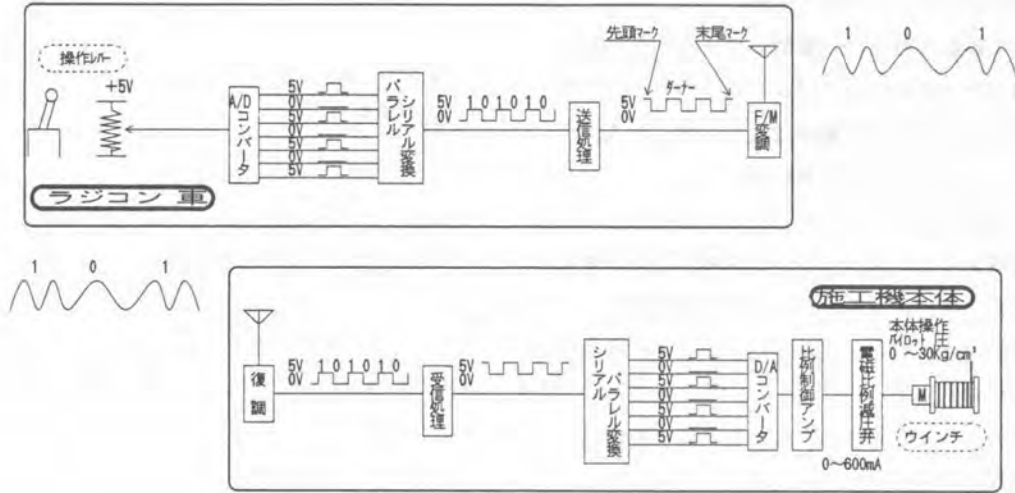


図-3 遠隔操縦システム

図-3に示すように施工機本体は、ラジコン車側の無線発信機からデジタル処理して発信し、本体側で受信した後アナログ処理し、電磁比例減圧弁を介して油圧ウインチを作動させるものである。また有線方式では無線機の部分は不要となる。

表-3に無線機の主要仕様を示す。

(3)ラジコン車

ラジコン車は軽量でコンパクトな自走式として、内部にはエアコンを装備してオペレーターに快適な環境を整えている。写真-2に新型ラジコン車、写真-3に操作室内部を示す。

表-3 無線機主要仕様表

1. 無線仕様	
種別	特定小電力無線局
2. 送信側仕様	
変調方式	MSK変調方式
変調速度	2400BPS
空中線電力	10mW
3. 受信側仕様	
シフト出力	RS422レベル
受信感度	ビット誤率 10 <sup>-4</sup> 以下



写真-2 新型ラジコン車

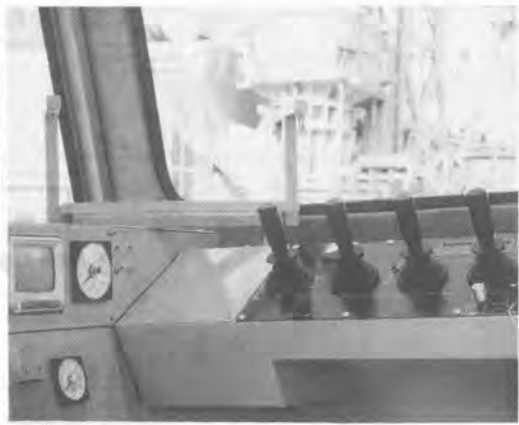


写真-3 操作室内部

#### 4. 開発成果

表-1に示したように、これまでに97,032mのコンポーザーを施工した。その結果つぎのような成果が確認された。

①オペレーターは施工機本体に乗車しないで、ラジコン車から操縦するため、振動機の影響をほとんど受けず施工環境は大幅に改善された。

図-4にラジコン車と施工機本体との振動レベルの累積度数グラフを示す。

②施工機本体から離れたラジコン車からの視界は良好で施工機全体を監視出来るため、操縦し易くなった。

③施工能率については同じ機械でオペレーターが本体に乗車して打設する場合とほぼ同一であったが移動時間に多少の低下が見られた。

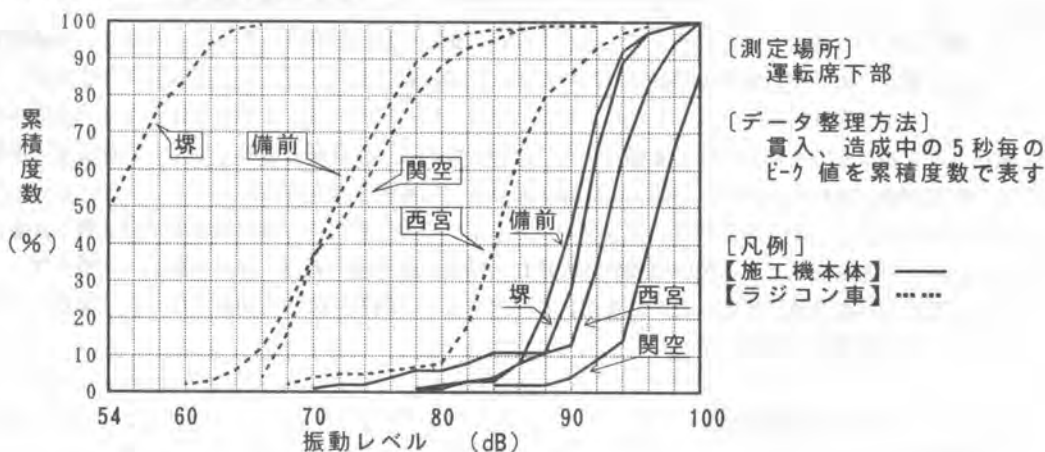


図-4 振動レベルの累積度数グラフ

#### 5. おわりに

この遠隔操縦施工機は、短期のねらいとしたオペレーターの施工環境条件の向上については達成された。その成果を受けて新たに製作された2台の実用機は、現在現場で稼働中である。

現状では、自動化・ロボット化による採算性の確保は難しいが、人件費の高騰、官側の対応の変化等により数年後にはさらに多くの建設ロボットが出現するであろう。

我々も要素技術の開発を1つ1つ進めながら、最終目標である砂杭造成ロボットの完成に向かって努力したいと思っている。