

## 建設機械施工技術・建設技術審査証明報告

審査証明依頼者：あおみ建設株式会社，株式会社エステック，  
三信建設工業株式会社，三和土質基礎株式会社，  
株式会社新光組，新日本グラウト工業株式会社，  
株式会社トーメック，東洋産業株式会社，  
道路工業株式会社，株式会社富士建，  
松尾建設株式会社，株式会社ミヤマ工業

技術の名称：WILL 工法（スラリー揺動攪拌工法）

上記の技術について（一社）日本建設機械施工協会建設技術審査証明事業（建設機械施工技術）実施要領に基づき審査を行い，建設技術審査証明書を発行した。以下は，同証明書に付属する建設技術審査証明報告書の概要である。

### 1. 審査証明対象技術

WILL 工法は，攪拌装置の先端からスラリー状の固化材を注入しながら，原位置土と固化材を特殊な専用攪拌翼（リボンスクリュー型攪拌翼）を縦回転させることにより強制的に攪拌混合し，深度 10 m まで対応可能な中層混合処理工法である。施工機はバックホウ型ベースマシンであることから，小型で機動性に富みベースマシンと攪拌装置の組立・分解が熟練工を要さず各々半日以内でできる。また，機械移動に要する時間も短縮されるため，従来の大型三点式機械に比べ施工効率が向上するとともに，転倒に対する安定性も高い工法である。

本工法は，形状が斜めのリボンスクリュー型攪拌翼を用いて改良土を上下左右に揺さぶるように攪拌混合すること（揺動攪拌）で，所定の強度を有し均一性の高い改良体の構築が可能である。また，対象土質に応じて T 型攪拌翼と箱型攪拌翼の 2 種類を使い分けることで幅広い土質に対応可能である。これまで締まった砂質地盤等においては，攪拌装置直下の掘削ができず貫入が困難であったが，特殊掘削補助装置（ブーメランプレート）を装着することでこの問題を解消し，N 値 40 未満の締まった砂質土地盤・砂礫地盤にも対応可能とした。

改良体の品質および出来形確保のための専用管理装置は，「深度・瞬時流量・積算流量・回転速度・積算回転数・攪拌装置掘削角度・攪拌翼の軌跡および連続攪拌時間」をリアルタイムで管理することができる。また，既改良部と未改良部とに色分け表示する攪拌翼軌跡のナビゲーションシステムにより，さらなる品質管理の信頼性向上を図ることを可能にした。

固化材はスラリー状で，かつ，高圧噴射やエア噴射を伴わない低圧注入を標準としていることから，粉塵の飛散・周辺地盤の変位・地下水等への影響が低減される。また，攪拌翼が先端部に装着されていることやベースマシンに小型機を用いること

から，改良時の騒音・振動についても軽減される環境負荷低減型工法である。

### 2. 開発の趣旨

近年，軟弱地盤上の道路盛土工事や河川改修工事および液状化対策工事等において，深層混合処理工法が採用されることが多くなった。中には改良対象地盤が 10 m 程度までの中層域を対象とした比較的浅いケースも少なくなく，経済性の追求，施工性の向上および環境配慮の観点等から地盤改良機の小型化と性能向上が求められている。

本工法は，バックホウ型ベースマシンに取り付けた攪拌装置の先端よりスラリー状の固化材を注入しながら原位置土と固化材を強制的に攪拌混合し，均一性の高い改良体を造成する中層混合処理工法として開発したものである。揺動攪拌機構をもつ縦回転のリボンスクリュー型攪拌翼と特殊掘削補助装置（ブーメランプレート）および専用管理装置を駆使することで，粘性

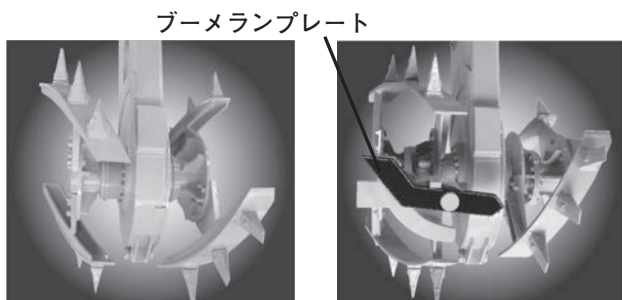


写真一 1 WILL 工法施工機全景

土から締まった砂質土地盤・砂礫地盤まで多様な軟弱地盤に対して所定の強度を有する矩形改良体を造成できる。写真—1に施工機全景を示す。

本工法の特徴は下記のとおりである。

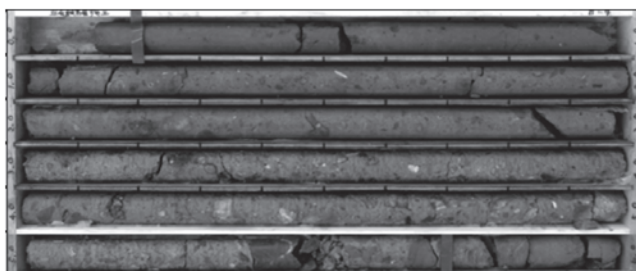
- ①改良土を上下左右に揺さぶるように攪拌混合（揺動攪拌）するリボンスクリュー型ロータリー攪拌翼（写真—2、3参照）を有する。



写真—2 T型リボンタイプ

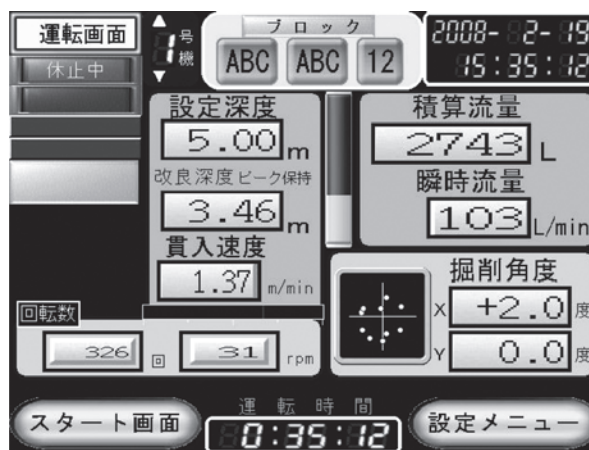
写真—3 箱型リボンタイプ  
（ブーメランプレート装着）

- ②高トルク仕様と特殊掘削補助装置（ブーメランプレート）を装着することで攪拌装置直下の掘削ができ、N値40未満の締まった砂質土やφ100mm程度の礫混じり土についても対応できる。写真—4に改良体の全長コア写真を示す。

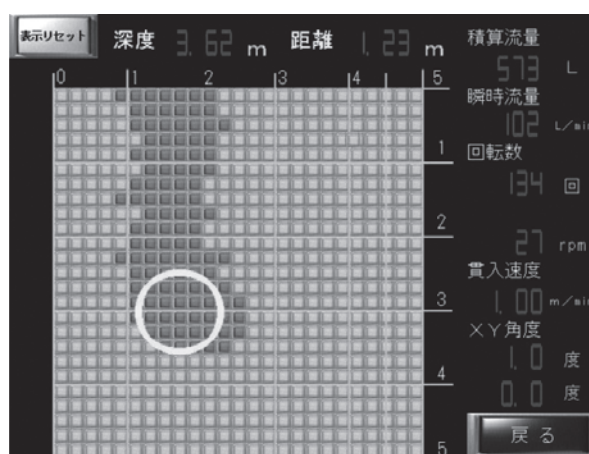


写真—4 改良体の全長コア（礫混入）

- ③施工機本体はバックホウ型ベースマシンであるため機動性に優れる。このため、狭隘な箇所での施工や傾斜地への搬入および施工ができる。また、転倒に対する安定性も高い。
- ④中層（深度10m程度）までの均質かつ改良体底部が平坦な矩形改良体が造成できる。
- ⑤深度・瞬時流量・積算流量・回転速度・積算回転数・攪拌装置掘削角度（写真—5参照）・攪拌翼の軌跡および連続攪拌時間（写真—6参照）をリアルタイムで施工管理できる。
- ⑥攪拌翼が先端部のみ装着されているため、斜め施工や障害物（切梁やタイロッド等）を避けての施工が可能である（写真—7参照）。また、地上部への泥はねやセメントミルクの飛散が少ない。
- ⑦小型機械であるため、大型三点式機械に比べ改良機の騒音・振動が軽減される。
- ⑧スラリーを低圧注入しながら縦攪拌させることから、周辺地



写真—5 WILL管理装置画面表示例(1)



写真—6 WILL管理装置画面表示(2)



写真—7 切梁直下の斜め施工状況

表—1 施工深度および適用土質

ベースマシン	最大改良深度	適用土質	
		粘性土	砂質土・砂礫 <sup>※1</sup>
0.8 m <sup>3</sup> クラス	5.0 m	N < 10	N < 30
1.0 m <sup>3</sup> クラス	6.0 m	N < 10	N < 30
1.4 m <sup>3</sup> クラス	8.0 m	N < 15	N < 40
	10.0 m <sup>※2</sup>	N < 10	N < 30

※1 砂礫はφ100mm以下を標準とするが、礫率等を考慮する必要あり。

※2 改良深度8m以上については現場条件を考慮する必要あり。

盤に与える変位や地下水等への影響は小さい。

- ⑨バックホウ型ベースマシンの油圧を利用して、現場内においてベースマシンと攪拌装置の組立・分解を各々半日以内でできる。

### 3. 開発の目標

- ①リボンスクリュー型攪拌翼を用いることで、粘性土および砂質土を代表土質とする軟弱地盤において、所定の強度を有する深さ 10 m までの矩形改良体を造成でき、かつ、改良体底部を平坦にできること。
- ②攪拌翼に特殊掘削補助装置（ブーメランプレート）を装着することで、攪拌翼が届かない攪拌装置直下の掘削ができ、N 値 40 未満の締まった砂質土やφ 100 mm 程度の礫混じり土についても対応ができること。
- ③専用管理装置を用いて深度・瞬時流量・積算流量・回転速度・積算回転数・攪拌装置掘削角度・攪拌翼の軌跡および連続攪拌時間をリアルタイムで計測管理できること。
- ④現場内において、ベースマシンと攪拌装置の組立・分解を各々半日以内でできること。

### 4. 審査証明の方法

各々の開発目標に対し、実施工結果および立会試験結果により、表 2 に示す各審査項目について確認した。

### 5. 審査証明の前提

- ①「WILL 工法」は、所定の適用条件のもとで適正な材料・機械を用いて施工されるものとする。
- ②「WILL 工法」に用いる装置は、適正な品質のもとに製造され、必要な点検、整備を行い、正常な状態で使用されるものとする。
- ③「WILL 工法」は、審査証明依頼者によるブロック状改良を構築するための適正な施工管理のもとに施工および機械操作が行われるものとする。

### 6. 審査証明の範囲

審査証明は、依頼者より提出された開発の趣旨、開発の目標に対して設定した確認方法に基づき、性能を確認した範囲とする。

表 2 開発目標と確認方法

【開発目標】	【審査項目】	【目標達成の確認方法】
(1) リボンスクリュー型攪拌翼を用いることで、粘性土および砂質土を代表土質とする軟弱地盤において、所定の強度を有する深さ 10 m までの矩形改良体を造成でき、かつ、改良体底部を平坦にできること。	①改良体のコア採取率 ②改良体の一軸圧縮強度 ③改良深度 (10 m) ④改良体形状	①全長ボーリングにおけるコア採取率を確認する。 ②深度方向の全長ボーリングコアおよび水平方向の供試体を採取し、25 本以上の供試体について一軸圧縮試験を行い、所定の強度を確認する。 ③全長コアボーリングによって改良深度を確認する。 ④掘り出した改良体が矩形であること、かつ、改良体底部が平坦であることを確認する。
(2) 攪拌翼に特殊掘削補助装置（ブーメランプレート）を装着することで、攪拌翼が届かない攪拌装置直下の掘削ができ、N 値 40 未満の締まった砂質土やφ 100 mm 程度の礫混じり土についても対応ができること。	①ブーメランプレートによる掘削貫入能力強化 ②礫混じり土の全長コアボーリング	①ブーメランプレートの装着時と未装着時の掘削貫入深度を比較するとともに、装着時に N 値 40 未満の土質に貫入可能であることを確認する。 ②全長ボーリングコア等により貫入深度および礫の混入状況を確認する。
(3) 専用管理装置を用いて深度・瞬時流量・積算流量・回転速度・積算回転数・攪拌装置掘削角度・攪拌翼の軌跡および連続攪拌時間をリアルタイムで計測管理できること。	①管理装置の表示と実測値の一致 ②管理装置の出力記録	①改良機そばで実施した改良深度検尺と管理装置の表示、改良機側の注入管より吐出された瞬時流量、目視による攪拌翼の回転速度・攪拌装置掘削角度・攪拌翼の軌跡および連続攪拌時間の各々の値が管理装置の表示と一致することを確認する。 ②出力された記録チャートの改良深度・攪拌翼の積算回転数・スラリー積算流量の実測値が設定値を満足することを確認する。
(4) 現場内において、ベースマシンと攪拌装置の組立・分解を各々半日以内でできること。	①ベースマシンと攪拌装置の組立・分解時間	①ベースマシンと攪拌装置の組立・分解時間を計測し、各々半日以内でできることを確認する。

### 7. 審査証明の結果

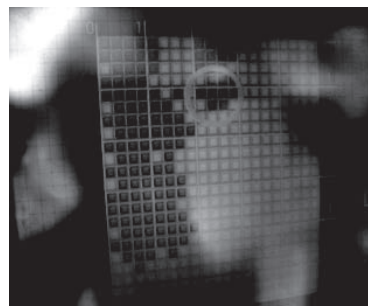
- ①リボンスクリュー型攪拌翼を用いることで、粘性土および砂質土を代表土質とする軟弱地盤において、所定の強度を有する深さ 10 m までの矩形改良体を造成でき、かつ、改良体底部が平坦にできることが確認された。
- ②攪拌翼に特殊掘削補助装置（ブーメランプレート）を装着することで、攪拌翼が届かない攪拌装置直下の掘削ができ、N 値 40 未満の締まった砂質土やφ 100 mm 程度の礫混じり土についても対応ができることが確認された。
- ③専用管理装置を用いて深度・瞬時流量・積算流量・回転速度・積算回転数・攪拌装置掘削角度・攪拌翼の軌跡および連続攪拌時間をリアルタイムで計測管理できることが確認された。
- ④現場内において、ベースマシンと攪拌装置の組立・分解を各々半日以内でできることが確認された。

### 8. 留意事項および付言

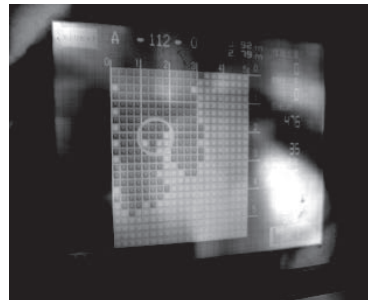
- ①本工法の実施に当たっては、地盤条件・施工条件を十分に検討し、既存の法律、要領、指針等に従い適切な設計、施工、施工管理を実施すること。
- ②審査証明報告書の参考資料（WILL 工法施工マニュアル等）は審査証明の対象外である。

### 9. 追記事項

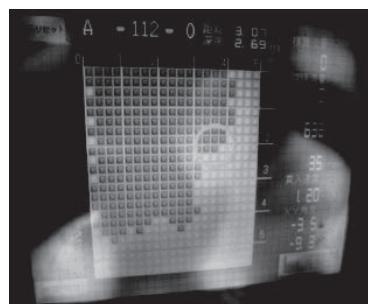
立会試験現場において地中内の攪拌翼の軌跡がナビゲーションシステムにより表示されることを確認した際の管理装置画面の表示例を写真—8 に示す。



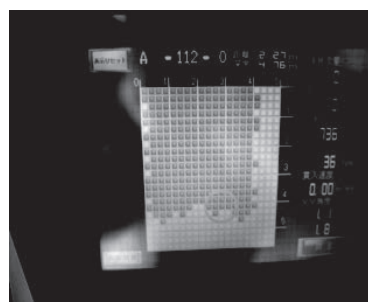
1 本目から離れた位置に  
2 本目を貫入



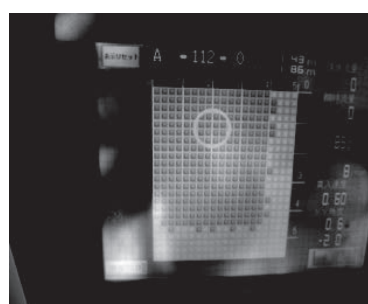
1 本目と 2 本目の間に  
3 本目を貫入



3 本目に沿わせ 4 本目を貫入



底部を平坦に



完了

写真—8 ナビゲーションシステムによる攪拌翼の軌跡