

低振動・低騒音の新液状化対策工法（TS-improver 工法） —帳票システムを用いた施工管理について—

大成建設株式会社 正会員 廻田 貴志
三信建設工業株式会社 正会員 ○本谷 洋二
大成ロテック株式会社 正会員 青木 政樹
成和リニューアルワークス株式会社 池田 禎健

1. はじめに

低振動・低騒音を特徴とする密度増大系の新液状化対策工法（以下、TS-improver 工法と称す）は、パイプロットを装着したケーシングの引上げ・打戻しを繰り返すことにより中詰材を地盤に供給しながら締め固める地盤改良工法である。TS-improver 工法の施工では設計量を満足する中詰材を地盤に確実に供給することで杭間地盤の N 値を目標値以上とすることが重要である。したがって不可視な地盤の改良効果を担保するためには施工管理を行ううえで何らかの指標が必要である。そこで TS-improver 工法では先ず試験施工を実施し、施工管理値や施工仕様を決定したうえで本施工に臨む¹⁾。本稿では所定の改良効果を満足するために本施工で実施する施工管理および帳票を使用した改良効果の評価方法などについて概説する。

2. 施工管理で使用する計器

TS-improver 工法の施工では、クレーンオペレーターは写真 1 に示す以下の搭載計器を確認しながらパイプロットを操作する。

(1) 専用施工管理装置、中詰材天端高計測器（砂面計）

専用施工管理装置は本工法独自の仕様で施工深度、モーター電流値、タンク（ケーシング）内圧、傾斜状況をリアルタイムで表示・記録するとともに、引上げ・打戻し長などの設定仕様に基づいた操作指示をオペレーターに行うものである。中詰材天端高計測器（砂面計）はケーシング内の中詰材量を測定するもので、主に試験施工において使用する。

(2) 流量管理システム

貫入補助用のエア（またはウォータージェット）およびケーシング内部に供給するエア量や圧力を管理する計器であり、タンク内圧の状況を把握しながら施工できる。

(3) 平面位置管理システム

GNSS を用いてパイプロット先端を杭芯まで誘導するシステムであり、計画位置と実施位置の離隔を記録できる。



写真 1 施工管理計器

3. 本施工での管理項目

本施工における施工管理の概略フローを図 1 に、主な管理項目と確認項目を表 1、表 2 に示す。このように、試験施工より引き継いだ管理値や施工仕様（ α 法による推定 N 値を満足する改良効果が得られた仕様）を引き継いで本施工を行う。

施工中は位置や深度等の基本的な項目は勿論のこと、中詰材を確実に地盤に供給するため、所定の引上げ・打戻し長（仕上高）や拡張回数（地盤に供給した中詰材の押し広げ回数）、中詰材の補給タイミングなどを管理する。またパイプロットの電流値情報を常時確認することで中詰材の供給具合や土層境界の変化などを推測しながら施工する。

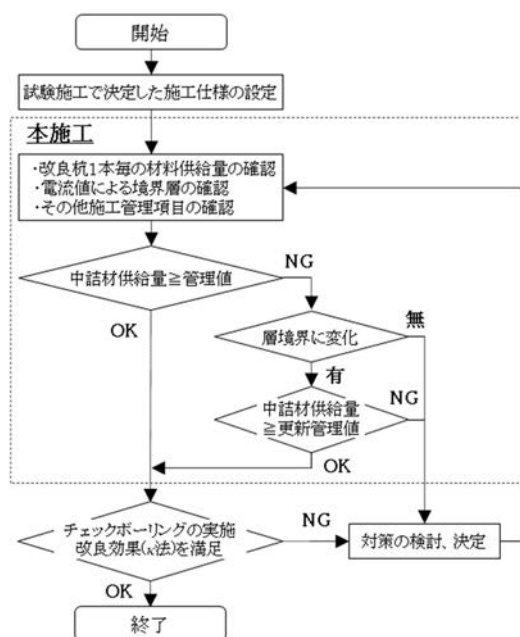


図 1 本施工の概略フロー図

キーワード 密度増大工法、液状化対策、低振動、低騒音、パイプロット、施工管理
連絡先 〒111-0052 東京都台東区柳橋 2-19-6 三信建設工業株式会社 TEL 03-5825-3707

表 1 主な施工管理項目

工種	施工管理項目	管理方法	管理基準
貫入工	施工位置	スケールを用いてマーキング箇所（設計位置）とのずれを確認 或いは、巻尺等を用いて基準点（逃げ杭等）からの距離を測定 平面位置管理システムを使用する場合はその管理画面にて確認	±10cm 以内
	貫入時傾斜角	施工管理画面にて確認（事前に傾斜計のキャリブレーションが必要）	1/50 以下
	貫入深度	施工管理画面にて確認（事前に深度計のキャリブレーションが必要）	計画値以上
締固め工	改良範囲	施工管理画面にて確認	設計範囲以上
	仕上高	施工管理画面の施工ログを確認	管理値±5cm
	拡径回数	施工管理画面の施工ログを確認	管理値以上
	改良杭 1 本の 中詰材供給量	中詰材投入量から余剰量を差し引いて確認	管理値以上

表 2 主な確認項目

工種	確認項目	確認方法	標準値・参考値
貫入工	モーター電流値	施工管理画面にて確認	概ね 240A 以下
		施工管理画面の施工ログを確認	試験施工での貫入時電流値
締固め工	ストローク	施工管理画面にて確認 ※事前に引上げ長、打戻し長を設定	設定値
	中詰材補給タイミング	施工管理画面にて確認（中詰材の連続供給）	試験施工設定タイミング他
	モーター電流値	施工管理画面の施工ログを確認	締固め>貫入

1 日の施工後、前述の計器群より施工ログを抽出し、仕上高や拡径回数、中詰材供給量等が所定の管理値を満足するか確認する。特に中詰材供給量は改良効果と正の相関があるため、試験施工で決定した供給量を満足するか確認する。但し電流値の記録から層厚の不陸が推定された場合は、新たに想定された層厚を用いて管理値を更新する（貫入時の電流値から砂質土と粘性土の区分が推定できることが過年度の実験で確認されている）。

本施工での予定数量が完了した段階で杭間のチェックボーリングを実施して改良効果を確認する。効果確認の結果、目標 N 値 (κ 法による推定 N 値) を満足しない場合は増し打ち等の対策を検討する。

4. 帳票システム

以上の確認を効率的に行うため専用の帳票システムを作製した。従来は互いに連携しない各計器のログを個別にアウトプットして相互の確認作業を行っていた。本システムはこれら個別の情報を改良杭 1 本ごとに集約的にアウトプットできるようにしたものである。帳票の主な出力内容（部分）を図 2 に例示する。本システムの特徴は各管理項目が管理値を満足しているかの判定機能を持たせたことであり、適切な施工が実施できたかを迅速に判断できる。

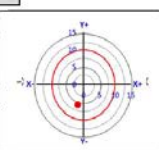
5. まとめ

TS-improver 工法では事前に実施する試験施工で決定した管理値や施工仕様等の情報を引き継いで本施工を行う。本施工では各種管理計器を用いて改良効果確保のための適切な施工管理を行う。また 1 日の施工終了後は帳票システムを用いて杭 1 本毎に施工内容の是非をチェックする。

参考文献

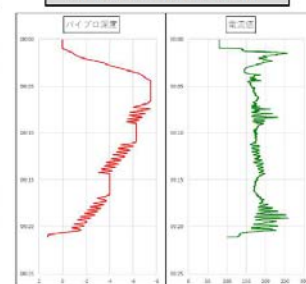
1) 太田, 山口, 山田, 大高: 低振動・低騒音の新液状化対策工法 (TS-improver 工法) —品質管理に対する考え方—, 第 77 回土木学会年次学術講演会, 2022 (投稿中)

施工位置、傾斜角（平面位置管理システム、専用施工管理装置より）							
杭芯座標	X	実測値	計画値	計画とのズレ	実質ズレ	管理値	判定
		4990.375	4990.391	-1.6 cm	5.7 cm	±10 cm	
設置時傾斜	Y	実測値	計画値	実測合成	精度	管理値	判定
		1007.221	1007.276	-5.5 cm	1/ 100	1/ 100	



貫入深度、内圧等（専用施工管理装置、流量管理システムより）			
項目	実測値	管理値	判定
貫入深度	7.51 m	7.50 m以上	OK
電流値	138 ~ 225 A	240 A以下	OK
内圧	0.0 ~ 0.3 bar		
エア量(上)	0.0 ~ 3.0 m³/分		
エア量(下)	0.0 ~ 0.0 m³/分		
傾斜角	X	-0.4 ° 1/ 141.5	1/ 50 OK
	Y	0.2 ° 1/ 239.8	1/ 50 OK

深度、電流値グラフ（専用施工管理装置より）



仕上高、ストローク（専用施工管理装置より）						
ストローク	1			2		
	開始	終了	長さ	開始	終了	長さ
引上げ深度	-7.51	-6.09	1.42	-7.25	-5.87	1.38
打戻し深度	-6.09	-7.25	1.16	-5.87	-6.97	1.1
仕上げ高	0.26			0.28		
判定	OK			OK		

図 2 帳票システムの出力例(部分)