

—国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所—

【シリーズ No.13】

DX・i-Construction  
建設技術展示館

河川工事におけるスタビライザ ICT 化による建設発生土を活用する技術

## 「STB-ICT 土質改良工法」

～施工軌跡データの「見える化」による施工管理の効率化と  
省力化施工の実現～株式会社東洋スタビ 平山 佳幸, まえかわ のりゆき  
法之

## 1. はじめに

近年、地球温暖化に起因する気候変動により異常気象が発生して河川堤防の甚大な被害が頻発化している（写真－1）。こうした中で河川分野の国土強靱化に向けた土砂改良工事における建設発生土の有効活用を目的とした築堤盛土材料の製造方法が注目されている。なお、堤体盛土材料として望ましい土の規格は図－1 に示すとおりである。

近年、建設現場における課題としては、熟練労働力不足の解消や生産性の向上などがある。これらの課題解消に向けた取り組みとして ICT の全面活用が求められている。

当社、株式会社東洋スタビでは、浅層地盤改良工事で使用する履带式スタビライザに GNSS 施



写真提供：共同通信社  
写真－1 令和2年7月の豪雨災害における熊本県球磨川の様子

## 【一般堤体材料規格】

1. 最大寸法 10 cm ～ 15 cm 以下
2. コーン指数 400 kN/m<sup>2</sup> 以上
3. 細粒分（0.075 mm 以下）15% ～ 50%

図－1 堤体材料として望ましい土<sup>1)</sup>

工管理装置を導入し、現位置で入手可能な数種の土を粒度調整した堤体材料を製造する「STB-ICT 土質改良工法」（NETIS：KT-210047-VE）を開発したので本稿で報告する。

## 2. 開発の背景と現状課題

令和元年度から ICT 地盤改良工（浅層・中層混合処理）が施工履歴データを用いた出来形管理要領（案）に追記され、ICT 化が進められてきた。

他方、今までの地盤改良専用機械・スタビライザによる浅層地盤改良では、施工中の深度が数値化できないために、改良範囲の深度管理を行いつつながら施工するには熟練の技術が必要であった。施工厚の出来形管理では、規定箇所を掘り起こして確認作業を行うため（写真－2）、その結果によっては施工の手戻り作業が発生する場合もあった。また、施工範囲については、地面に直接区画割り作業と施工箇所の継ぎ目となる走行レーンを示すために目印となるポール等の設置作業を行うなど（写真－3）、多くの手間を要している。

そこで生産性の向上と施工効率化に伴う課題を



写真-2 掘り起こして施工厚の深度確認

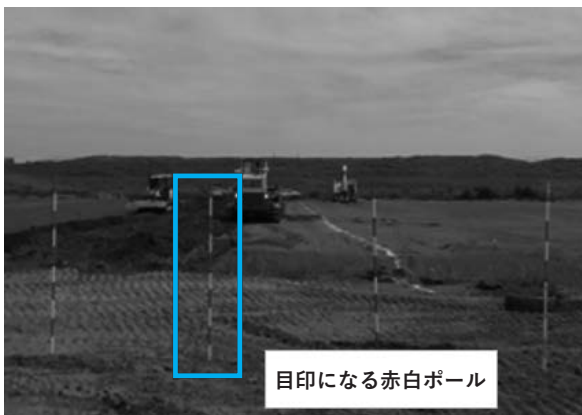


写真-3 施工範囲の目印となるポール

解決すべく、スタビライザの ICT 化技術として、浅層地盤改良システム「STB-ICT 土質改良工法」を開発するに至った。河川工事での堤体材料の製造において活用することを主眼に置いた。

### 3. STB-ICT 土質改良工法の開発

本工法では、人工衛星を利用した GNSS 位置情報を用いて、浅層におけるスタビライザの位置と姿勢を計測し、施工位置のガイダンスと深度管理・施工進捗管理を行う。また、深度の数値化により施工の「見える化」や生産性の向上に大きく貢献できるシステムである。

システムは、「GNSS システム BOX」, 「GNSS アンテナ」, 「傾斜計」, 「制御アプリ PC」から構成されている (図-2)。

主に、次に示すとおり GNSS によって取得し

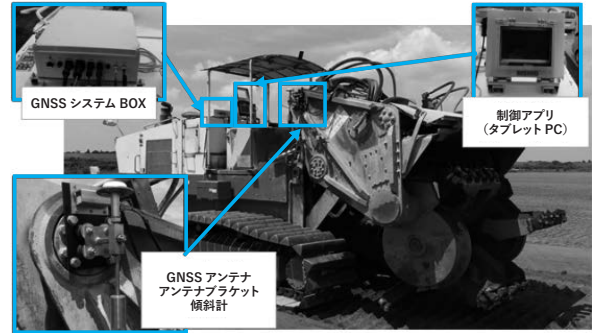


図-2 システム構成

た攪拌装置の位置情報を施工軌跡データとする過程で使用される。なお、この技術は令和 7 年 3 月策定の「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)」<sup>2)</sup>に要求される仕様を満足している。

#### [システム機能]

- ① 攪拌判定・表示機能
- ② 施工範囲の分割機能
- ③ 攪拌装置サイズ設定機能
- ④ システムの起動とデータ取得切替機能
- ⑤ 施工完了範囲の判定・表示機能
- ⑥ 出来形管理資料作成機能

#### [測定精度]

静止状態での作業装置位置の測定精度

水平 (X, Y) : 各 ± 100 mm 以内

標高 (Z) : ± 100 mm 以内

また、運用手順は次のとおりである。

- ① 設計データの設定：地盤改良範囲の設計データとなる DXF データを入力する。
- ② 施工完了範囲の判定の設定：施工範囲を管理ブロックに分割する設定を行う。
- ③ スタビライザの姿勢の設定：GNSS アンテナの取付位置と傾斜計の設置角度の設定を行う (図-3)。
- ④ 施工の開始：制御アプリ画面に入力したとおりの区割り位置とスタビライザの現在位置と深度、それに伴った設計深度までのガイダンス量が表示される。そのガイダンスに従い、オペレ

ーターは施工操作を行う。着色不良箇所は、再施工を実施する（図-4）。

- ⑤ 施工結果の出力：施工結果を帳票出力アプリで帳票出力を行い、出来形管理を行う（図-5）。

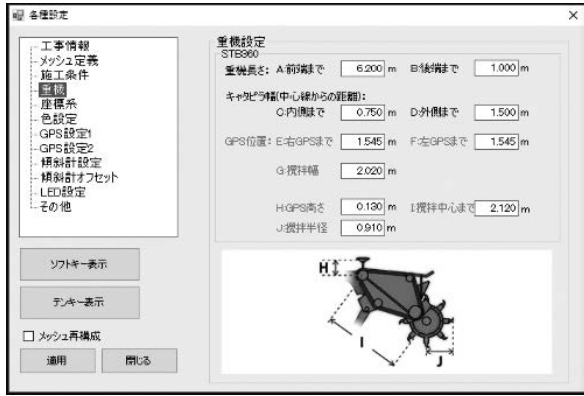


図-3 各種サイズ設定画面

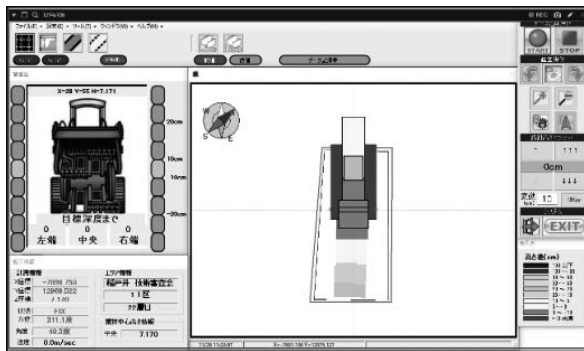


図-4 施工中モニター画面

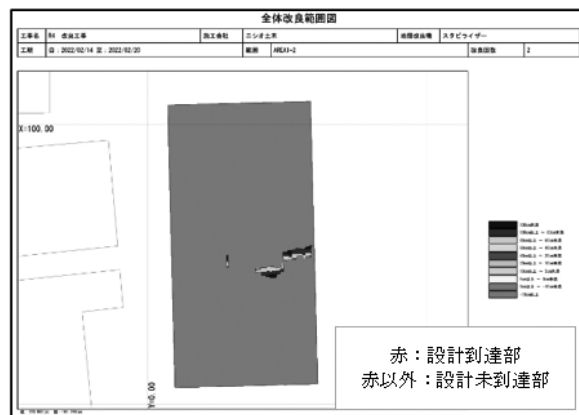


図-5 帳票出力画面

## 4. 河川盛土材の製造

東京都と埼玉県にまたがる荒川の流域治水対策の調節池工事において、使用する堤体材料の製造に現場からの建設発生土を母材とした3種類の土砂を「STB-ICT 土質改良工法」を用いて粒度調整改良を行った。施工した実績を次に報告する。

工事名：R3 荒川第二調節池土砂撤去工事  
 発注先：国土交通省 関東地方整備局  
 荒川調節池工事事務所  
 数量：V = 46,400 m<sup>3</sup>  
 (3種混合：発生土① + 発生土② + 現状土 = 100 cm)

### (1) 準備工 配合試験

建設発生土を堤体材料に有効利用するために発生土および母材に対して粒度試験 (JIS A 1204), コーン指数試験 (JIS A 1228) を実施し、発生土が図-1に示す要求規格を満足しているかの判定を行った。

### (2) 発生土の土質性状と合成粒度の関係

試験結果を表-1, 図-6に示す。コーン指数については、9710, 1531, 673 kN/m<sup>2</sup>の結果となり、3種類とも規格を満たしている。細粒分は発生土3種類のうち、砂質土 (RC-40), 粘性の2

表-1 コーン指数, 細粒分

ふるい目	試料名	通過重量百分率 %							
		RC-40(砂質土)	盛土土(改良土)	NO.20(粘性土)	合成粒度(混合土) 細: 40, 50				
106mm	106								
75mm	75								
5.0mm	53	100			100				
37.5mm	37.5	94.3	100		97.3				
26.5mm	26.5	78.2	99.1		89.6				
19mm	19	65.5	97.3		83.1				
9.5mm	9.5	43.3	94.4		71.9				
4.75mm	4.75	29.0	92.4	100	64.7				
2mm	2	18.4	90.8	99.8	59.2				
850μm	8.50	12.5	83.6	99.2	53.9				
425μm	4.25	8.4	76.9	98.5	49.5				
250μm	2.50	5.3	69.1	96.4	45.0				
106μm	1.06	2.9	48.2	88.0	35.0				
75μm	0.075	2.4	43.9	85.6	32.8				
50μm	0.050								
20μm	0.020								
10μm	0.010								
5μm	0.005								
判定	細粒分 (15≦F <sub>c</sub> ≦50)	2.4	×	43.9	○	85.6	×	32.8	○
	コーン指数 qc≧400kN/m <sup>2</sup>	9710	○	1531	○	673	○	753	○

種類については、2.4%、85.6%となり細粒分（0.075 mm 以下）の15～50%の範囲を外れ、規格外の結果となった。

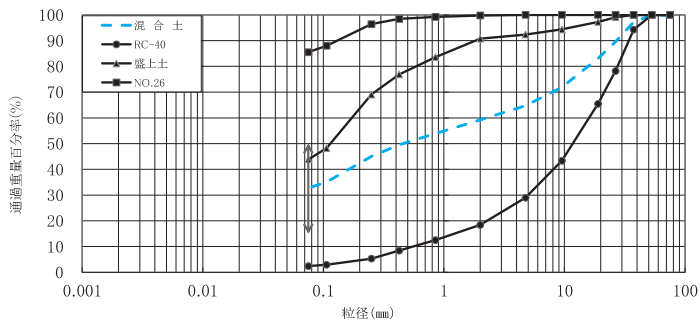


図-6 粒度加積曲線

### (3) 合成粒度調整配合

現場要求事項である3種の発生土を表-2の割合で均一に混合し粒度調整改良すると次の結果となり、堤体材料としての規格を満足した。

- ・コーン指数 753 kN/m<sup>2</sup>
- ・細粒分（0.075 mm 以下） 32.8%

表-2 合成粒度調整

		RC-40(礫質土)	盛上土(改良土)	NO.26(粘性土)
配合比	体積比率	40	40	20
	重量比率(湿潤)	40.1	39.2	20.7
	重量比率(乾燥)	45.9	34.9	19.1
土質性状	含水比(%)	8.03	38.82	33.96
	単位体積重量 (g/cm <sup>3</sup> )	1.820	1.779	1.874
	土質名	礫質土	改良土	粘性土

### (4) 施工サイクル

#### ① 改良ヤード築造

(現場から発生する粘性土、砂質土を有効活用)



※ 3種混合：発生土① + 発生土② + 現状土

#### ② 混合作業（1回，2回）

(ガイダンスモニターを確認しながら混合施工)



※混合回数は、現場仕様に準じる

#### ③ 改良土砂 搬出

(混合完了した盛土材料を現場場内再利用)



結果として混合作業が完了した部分を「見える化」することで未混合部分を防止し、高品質な施工管理と手戻り作業がない正確な施工管理が実現され、品質管理の合理化、生産性の向上につながった。現在、本工法を採用した、荒川流域をはじめ利根川、江戸川、久慈川等の国土交通省関東地方整備局管内の河川で約200万m<sup>3</sup>以上の施工実績があり、国土強靱化における建設発生土を用いた堤体材料の効率的な製造に効果的である。

## 5. 今後の課題

現在、GNSS管理装置を用いたスタビライザによる本工法の課題は、オペレーターが建機を操作する際に目標深度および改良範囲を操作モニター画面で確認しながら運用するマシンガイダンス方式で、作業の自動化と効率化、精度の向上等を目指す。

指してステップアップするために、改良深度を建機操作の自動化マシンコントロール方式で制御するよう、向上させることである。

将来的には、「建設現場のオートメーション化」に向けて建機操縦の自動運転制御、無人化運転制御の技術を視野に入れて継続的に開発し、無人化運転制御において現場従業員が適切に対応できるように、次の安全対策も確保しながら開発していく必要がある。具体的には次のとおりである。

- ① リアルタイム監視機能：無人運転中の建機の位置や動作をリアルタイムで監視し、異常が発生した場合に即座対応が可能なシステム
- ② 障害物検知：自動運転中に障害物を検知し、適切に回避する技術
- ③ 緊急停止機能：異常が発生した場合に、即座に停止させる機能

## 6. おわりに

本稿では、スタビライザに GNSS 施工管理装置を装着した「STB-ICT 土質改良工法」による浅層地盤改良技術について事例と合わせて紹介した。

本工法により施工位置および施工深度が「見える化」され、浅層改良施工中の機械走行操作の技術不足・施工不良等による手戻りを未然に防止することが可能である。

その結果、より正確な施工管理が実現され、品質管理の合理化と生産性の向上に有効なものになる。

開発して以降、これまで主に河川工事の国土強靱化対策における築堤盛土材の合理的な製造方法として採用されていた。昨今、道路路床改良工事においても安定処理工等の浅層改良工事の採用実績が増加している。

今後も、進化する建設現場のデジタル化においてスタビライザの ICT 施工提案を積極的に行って、引き続き省力化による生産性の向上へ貢献していく所存である。

### 【参考文献】

- 1) 「河川土工マニュアル（平成 21 年 4 月版）」  
（一般財団法人国土技術研究センター）
- 2) 「令和 7 年 3 月版 3 次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（国土交通省）：第 6 節 表層安定処理等・固結工（中層混合処理）における適用工種・適用範囲一覧