

第27回 民間技術交流会

令和6年10月8日

プロ
リソイルPro工法

環境負荷を大きく低減する地盤改良工法



不動テトラ

木下 洋樹



Support the future with technology. ここにしかない技術力で未来を支える。

FUDOTETRA

Contents

1. はじめに
2. リソイルPro工法の装備
3. 実物大土槽での施工検証
4. リソイルPro工法による環境負荷低減効果



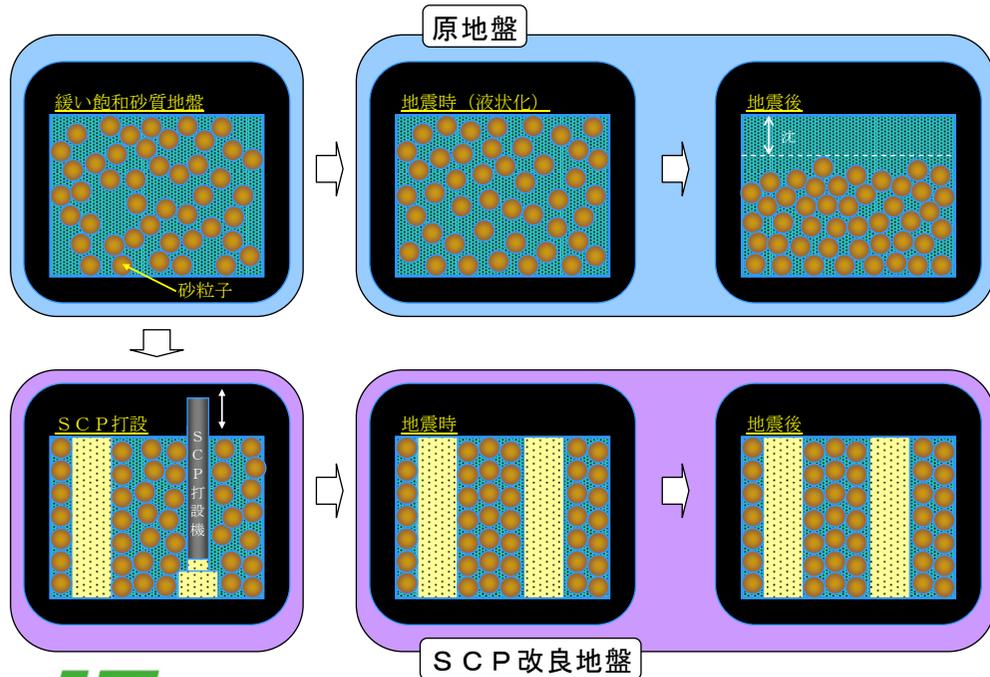
1. はじめに

締固め砂杭工法：SCP(サンドコンパクションパイル) 工法

地盤内にケーシング（中空管）を貫入し、材料砂を排出しながら引抜き打戻しを繰り返すことで拡径した（よく締め固まった）砂杭を造成する工法

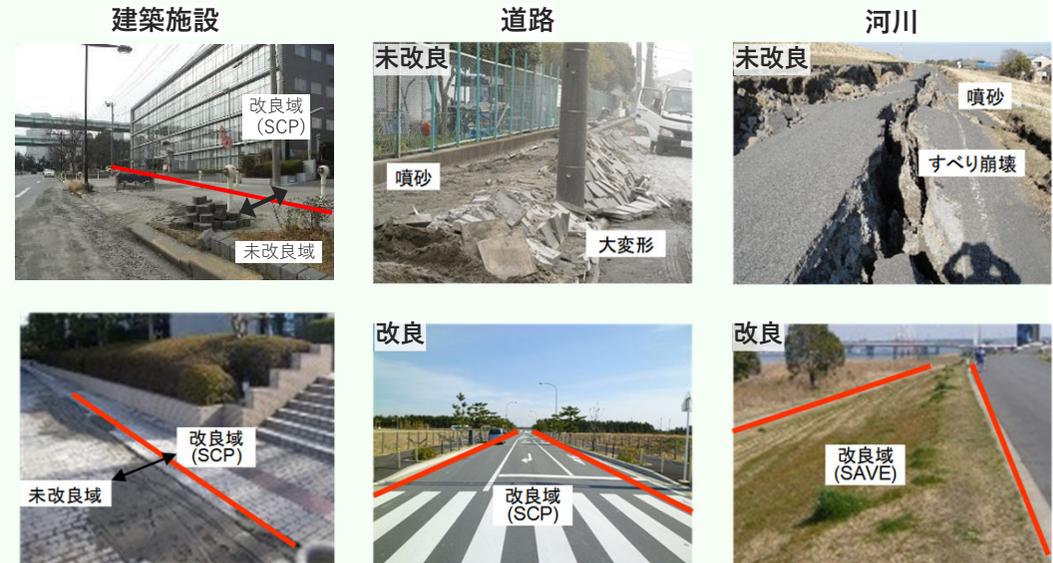
改良原理：**密度増加**

対象砂質地盤の密度を増加させて液状化抵抗を増加



地震時の液状化対策として多くの実績有

- ・ 1995年:兵庫県南部地震
→ Yasuda et al.(1996), 松尾ら(1997)
- ・ 2011年:東北地方太平洋沖地震
→ Yasuda et al.(2012), Harada et al.(2014)



原田ら：地盤改良による液状化対策の実際，月刊積算資料SUPPORT11月号，pp.7-12, 2014.

1. はじめに

SCP工法に関する変遷

[] は商標名 2020

年代		1950年代	1960年代	1970年代	1980年代	1990年代	2000年代	2010年代
各工法の開発年	振動式 (パイプロ式)		'56 陸上[コンポーザー]					
	非振動式 (静的締固め)			'65 海上[マンモスコンポーザー]			'95 陸上[SAVE コンポーザー] 海上[SAVE マリン]	
	圧入式							'08[SAVE-SP]
地盤工学的問題		安定		沈下(変形)		耐震		環境
		64▼新潟地震				'95▼兵庫県南部地震 (阪神・淡路大震災)		'11▼東北地方太平洋沖地震 (東日本大震災)

1995年～
非振動式
(静的締固め砂杭工法)

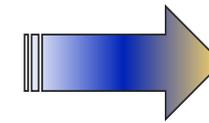
2008年～
圧入式 (小型)



中詰め材料に関する変遷

年代	1950年代	1960年代	1970年代	1980年代
リサイクル材料		鉄鋼スラグ		牡蠣殻混入沙 石炭灰、造粒 現地発生土R ホタテ貝殻混
				フ

● は論文発表年
● は審査証明取得年



リサイクル材
利用ニーズ高

1. はじめに

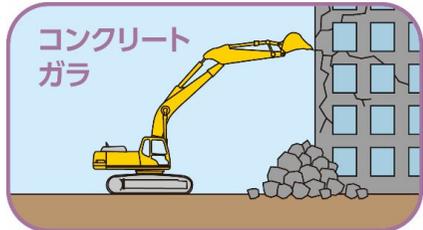
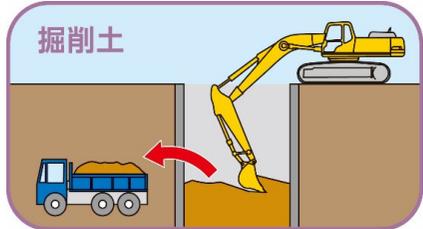
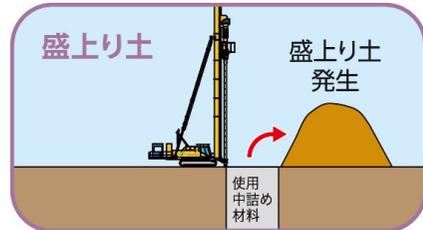
「トータルリソイルシステム」 建設発生土を中詰め材として再利用する取組

トータルリソイルシステムの概要

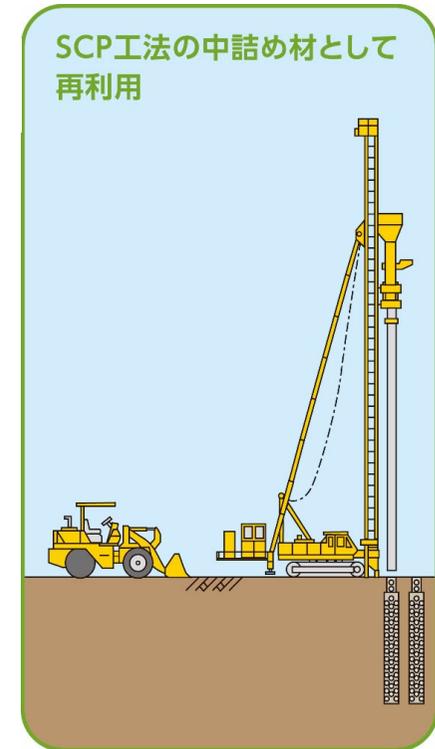
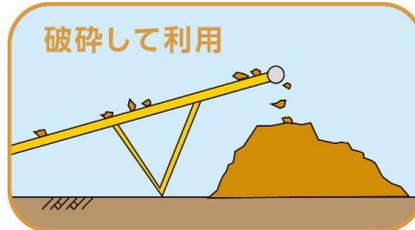
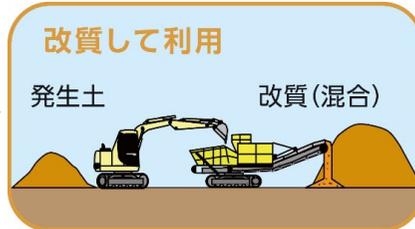
通常処分が必要な材料

場内での事前処理

再利用



直接利用⇒ほとんどできない

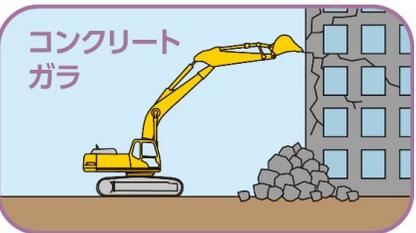
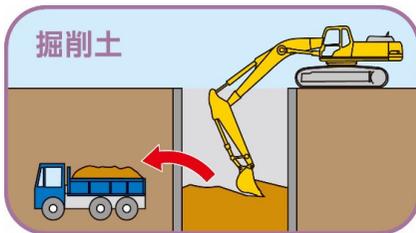
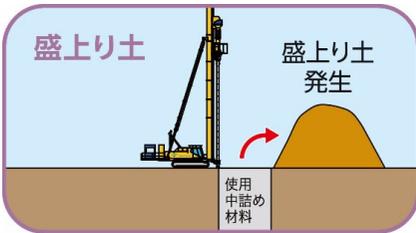


自然材料の枯渇対策、建設発生土の問題解決、材料運搬・発生土搬出のCO₂削減

1. はじめに

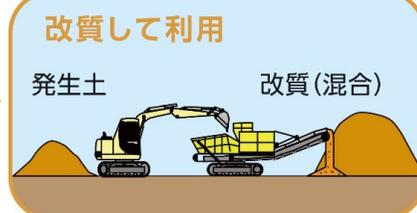
建設発生土を中詰め材として再利用する取組

通常処分が必要な材料



改質によるCO₂排出、
作業・貯蔵スペース、
コストの問題

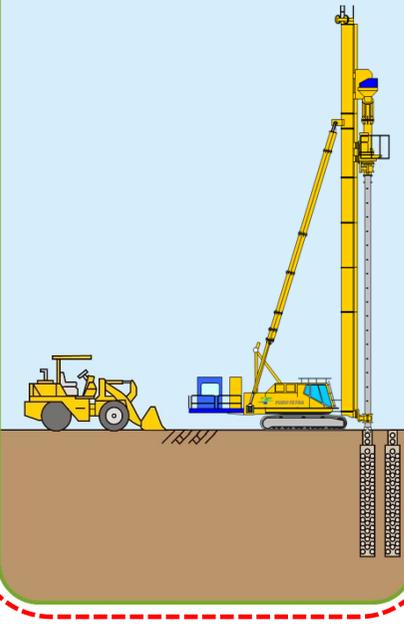
これまでの再利用技術



再利用

施工能率の低下

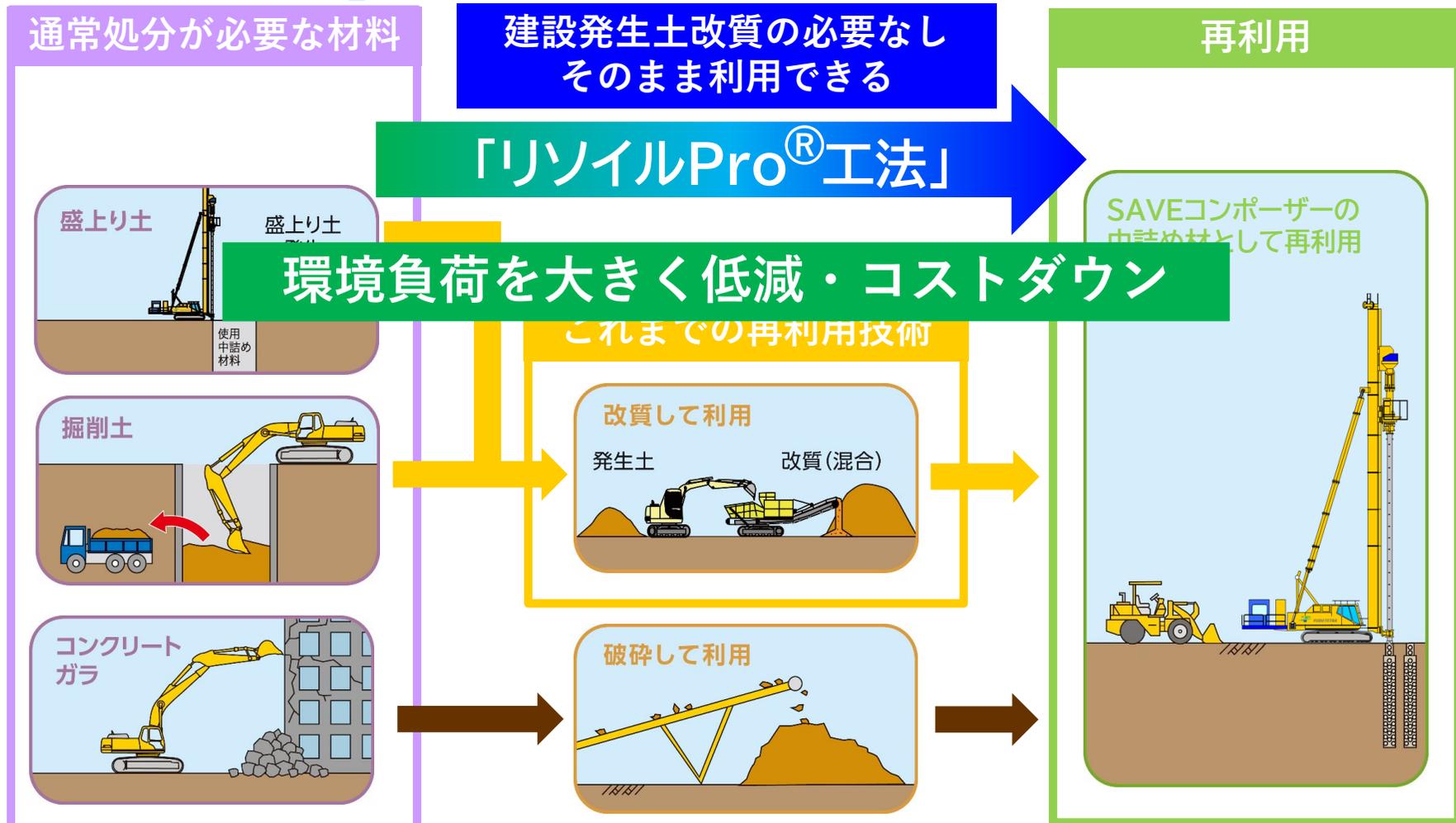
SAVEコンポーザーの
中詰め材として再利用



Support the future with technology. ここにしかない技術力で未来を支える。

1. はじめに

「リソイルPro工法」の開発



Support the future with technology. ここにしかない技術力で未来を支える。

Contents

1. はじめに
2. リソイルPro工法の装備
3. 実物大土槽での施工検証
4. リソイルPro工法による環境負荷低減効果



2. リソイルPro工法の装備

新たな材料供給システムを装備(特許4件取得)



エアレーションバケット

従来 → エアー吹付

材料

スクリーホッパー

材料崩しスクリー

材料供給スクリー

インラインケーシング

エアライン

ケーシング断面図

無線式エアー供給システム

Support the future with technology. ここにしかない技術力で未来を支える。

2. リソイルPro工法の装備

バケット

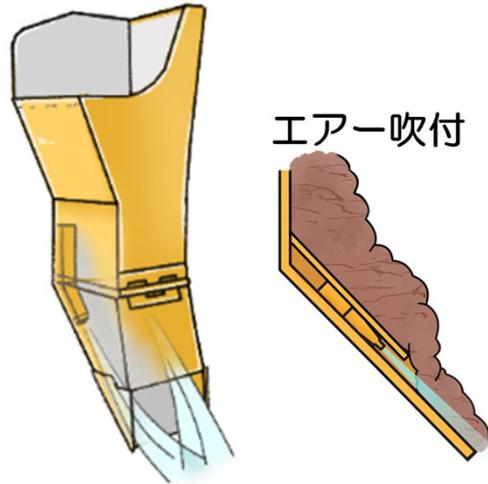
従来



試験状況 (w = 30%, Fc = 30%)



エアレーションバケット



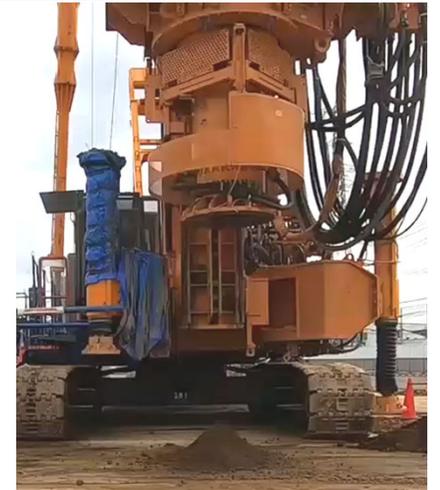
2. リソイルPro工法の装備

ホッパー

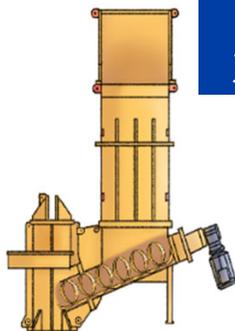
従来



試験状況
($W=30\%$, $FC=30\%$)

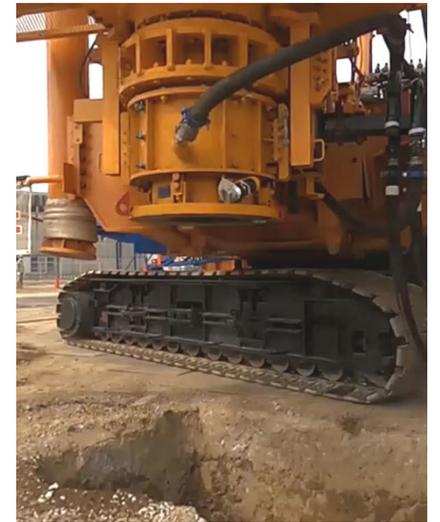


スクリーンホッパー



材料崩し
スクリュー

材料供給
スクリュー



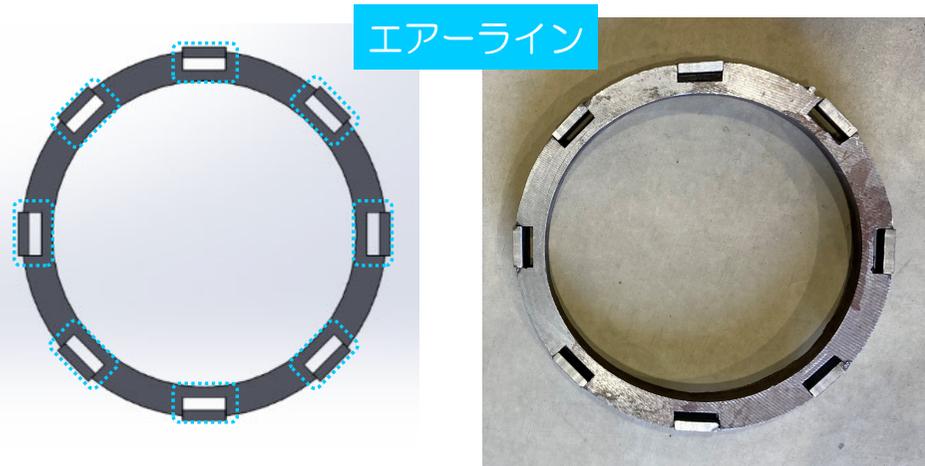
2. リソイルPro工法の装備

ケーシング

従来



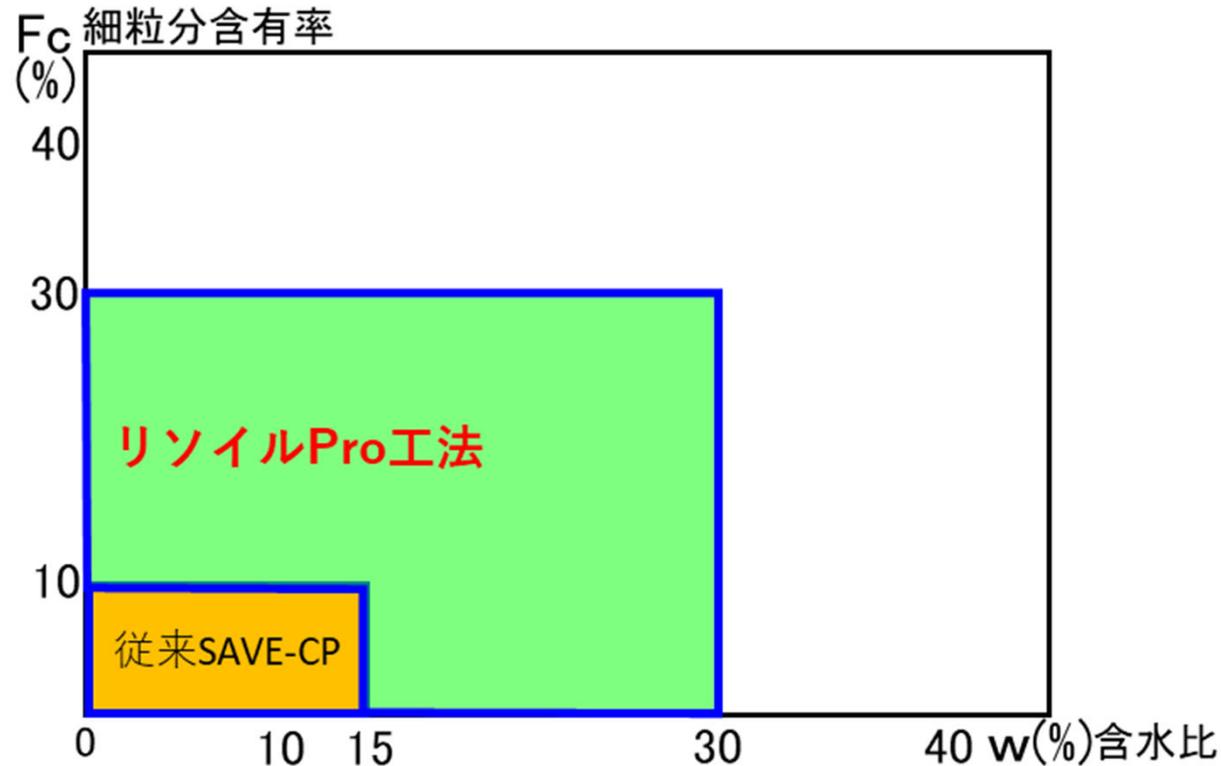
インラインケーシング



Support the future with technology. ここにしかない技術力で未来を支える。

2. リソイルPro工法の整備

建設発生土を改質せず適用できる範囲を拡大



含水比 $w = 30\%$ ，細粒分含有率 $F_c = 30\%$ 以下 ⇒ 従来SAVEと同程度の施工性

※直接利用できない場合 . . . 礫材（細粒土が少ない材料）等と混合することで使用可能

Contents

1. はじめに
2. 新たな材料供給システムの装備
3. 実物大土槽での施工検証
4. リソイルPro工法による環境負荷低減効果



3. 実物大土槽での施工検証

実物大試験土槽を使用



行方砂を30cm層厚で埋戻して土層作成

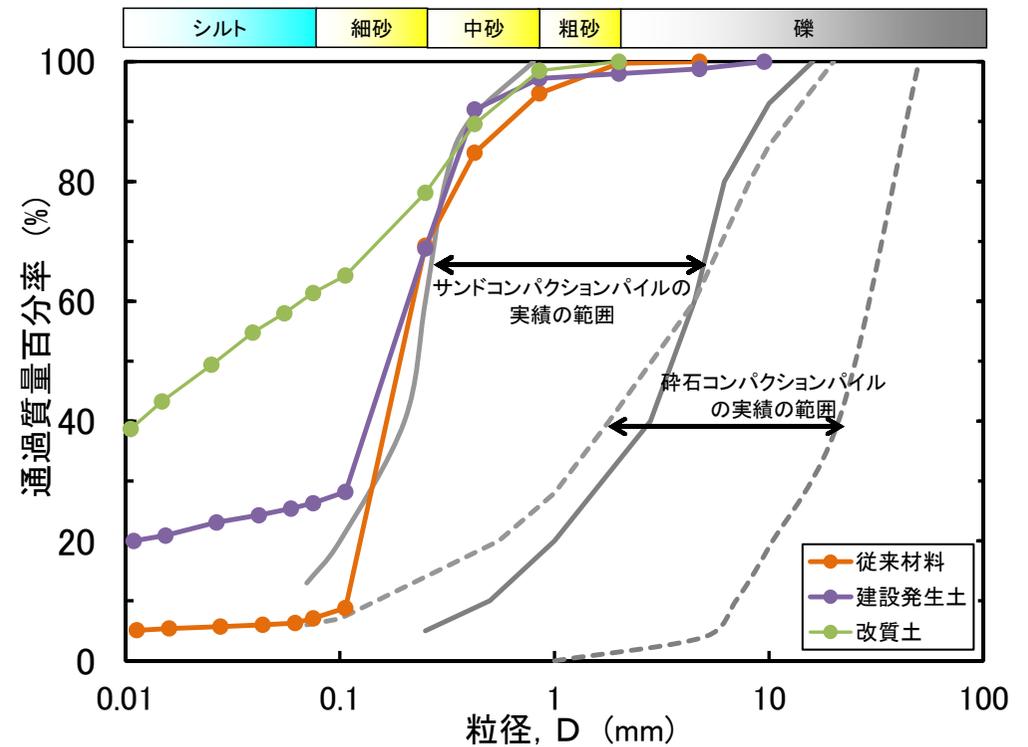
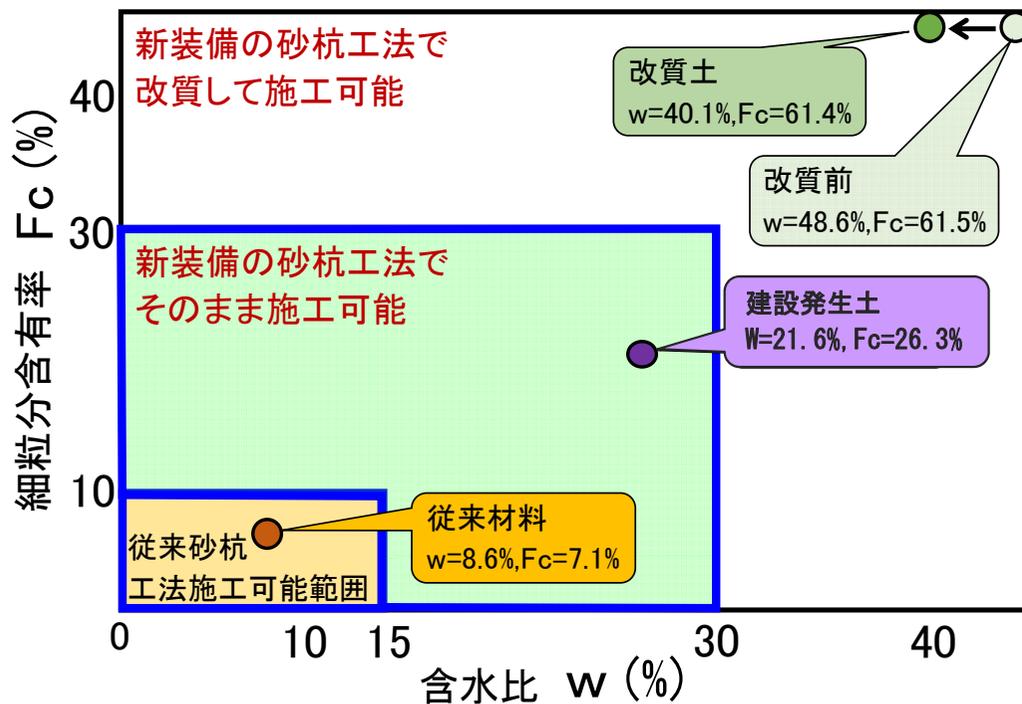
土層作成後、下部から通水飽和して飽和砂地盤作成



3. 実物大土槽での施工検証

使用した中詰め材料

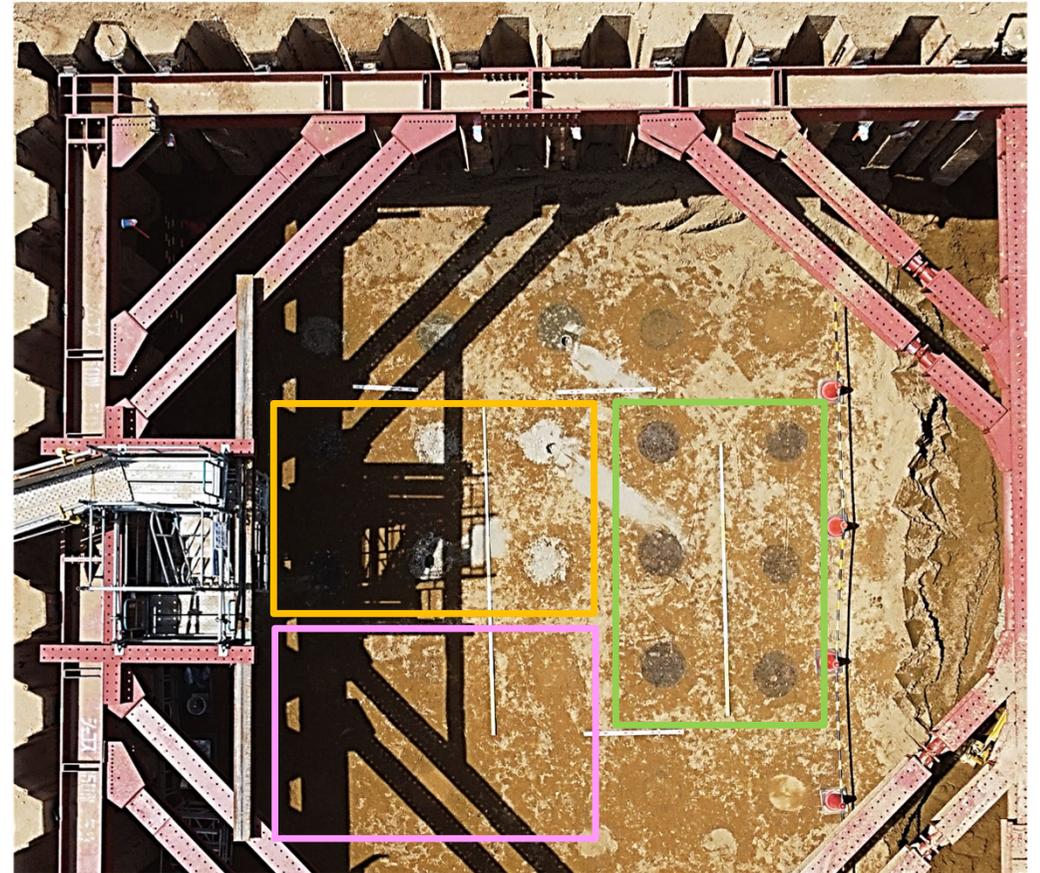
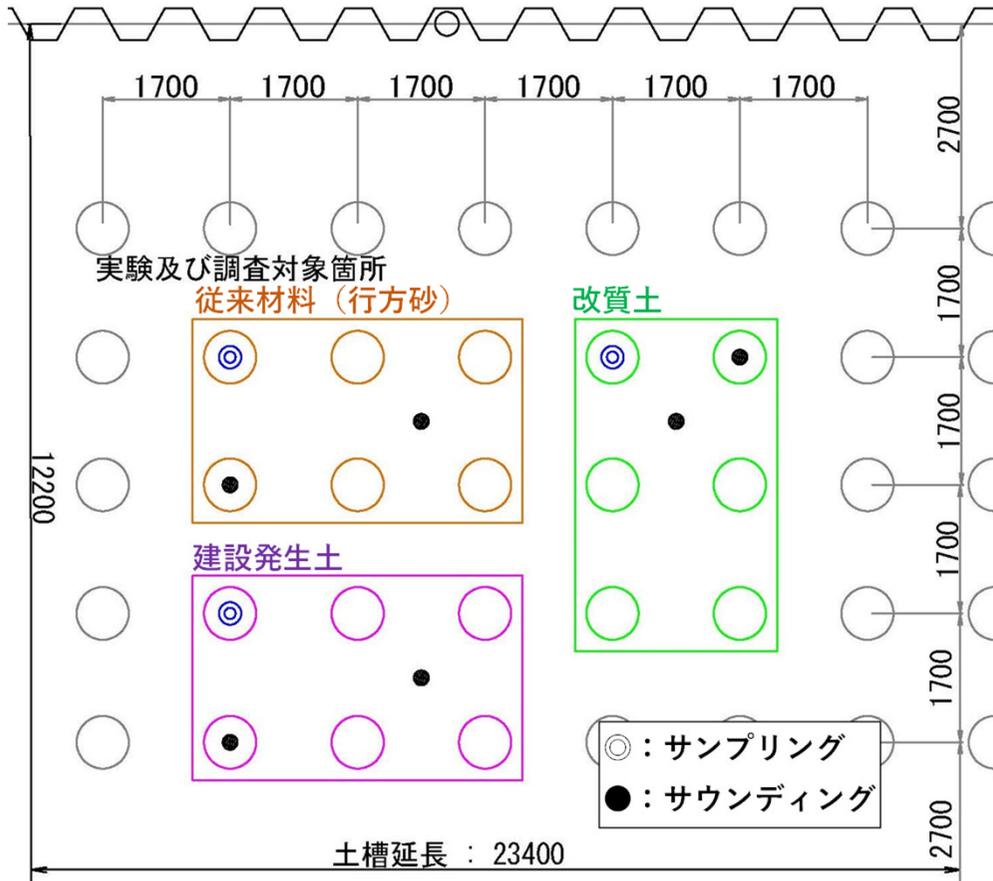
従来材料 建設発生土 改質土



3. 実物大土槽での施工検証

砂杭と調査箇所

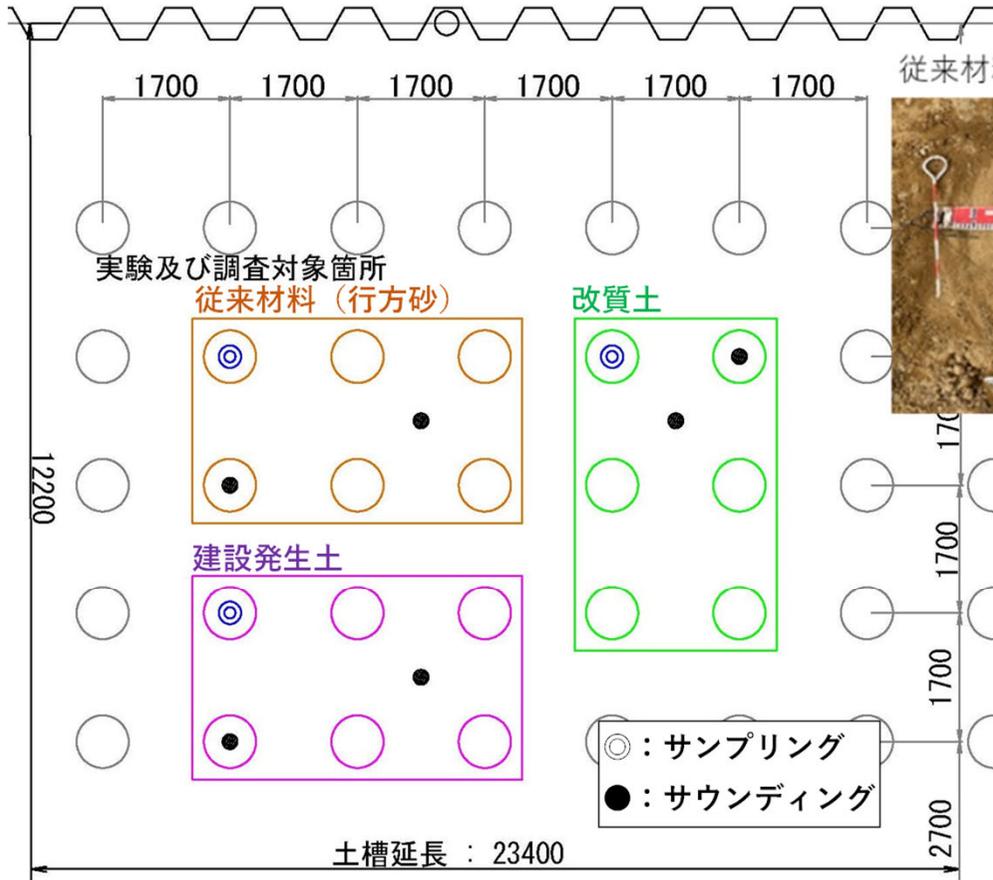
実物大試験土槽を使用



3. 実物大土槽での施工検証

砂杭と調査箇所

施工検証結果



従来材料(行方砂)



建設発生土



改質土



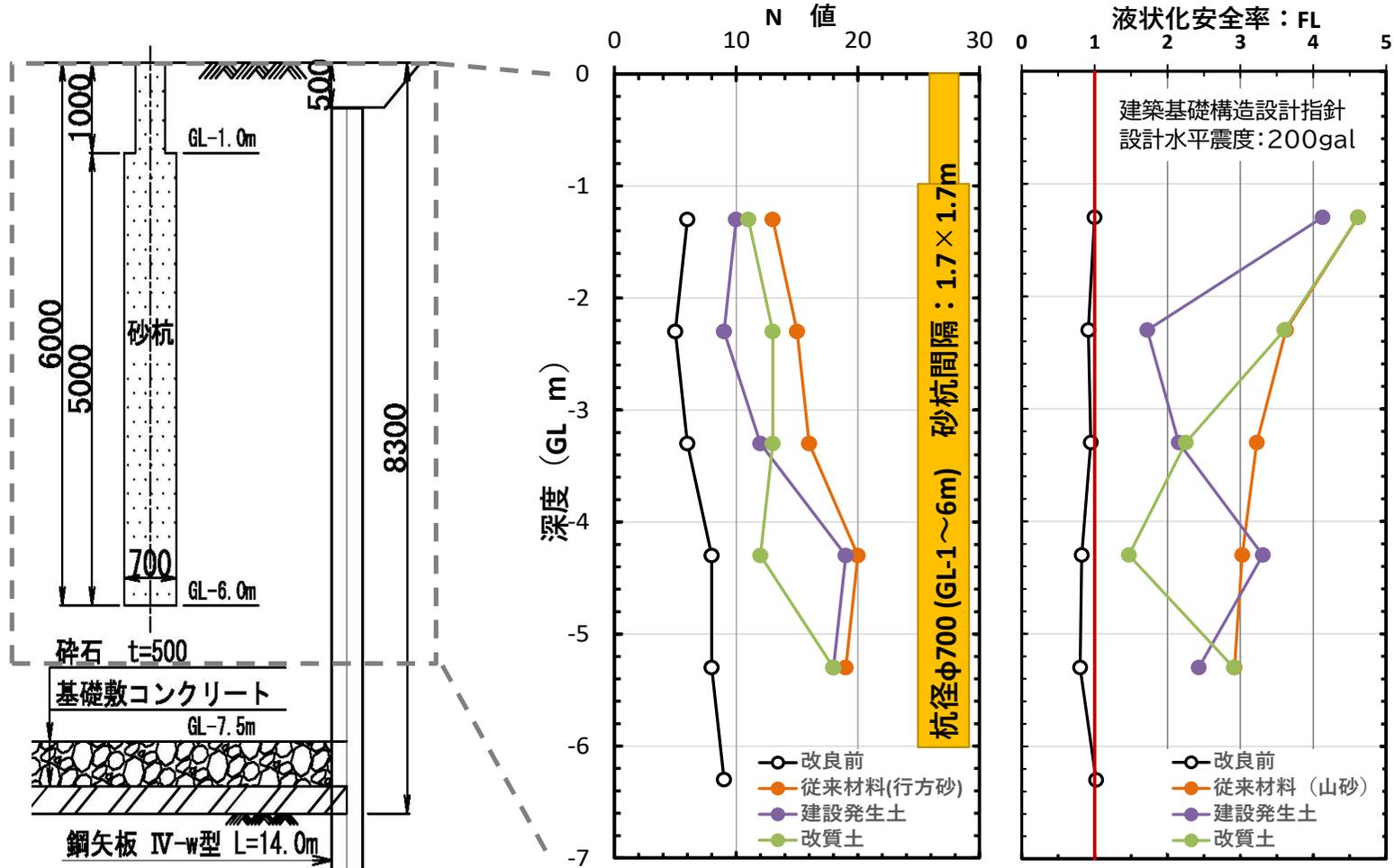
発生土：従来材料と同等の施工能率

改質土：3割程度の時間を費やしたが
施工完了



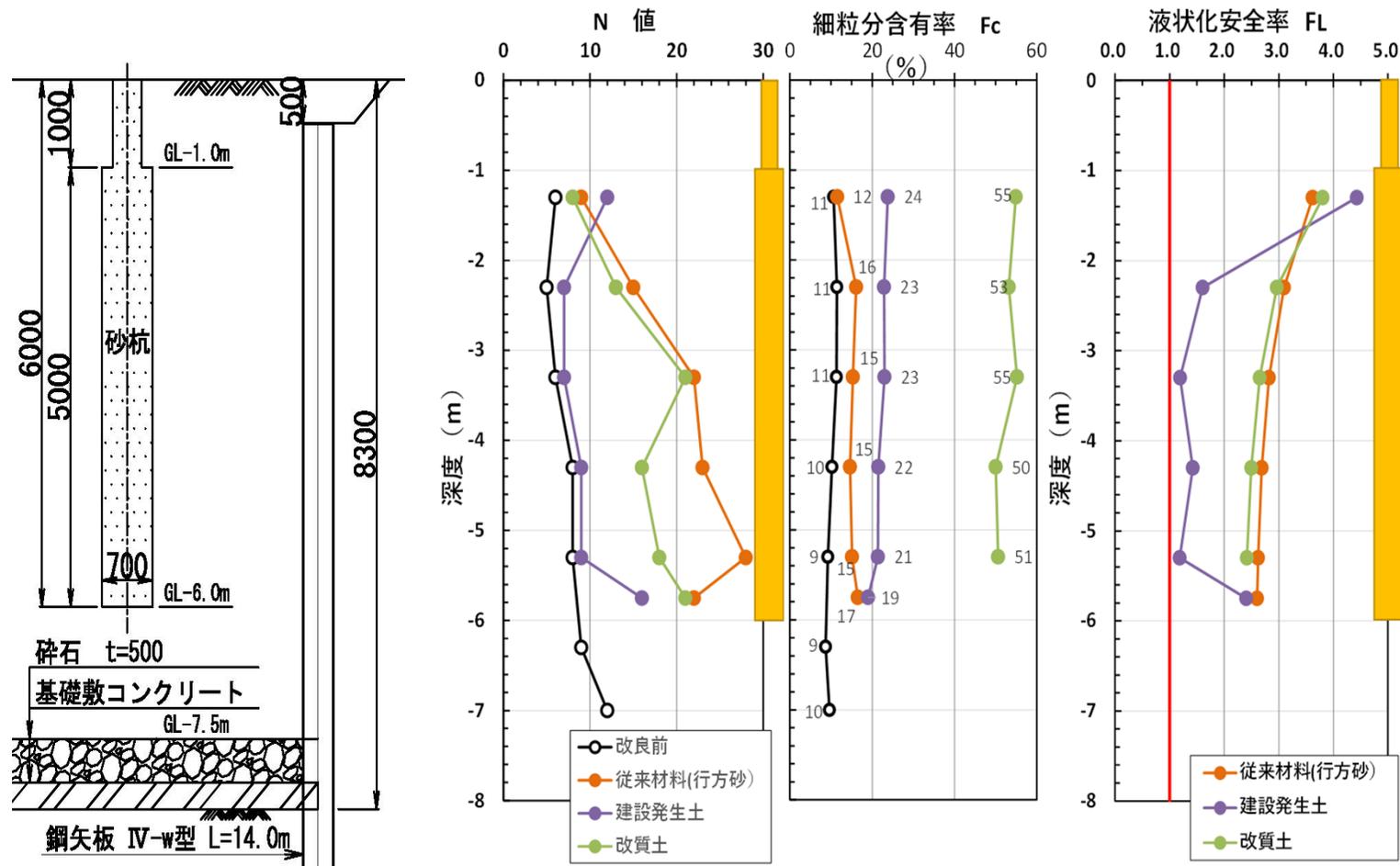
3. 実物大土槽での施工検証

改良効果の確認 (サウンディング試験及び判定) : 杭間のN値,及びFL



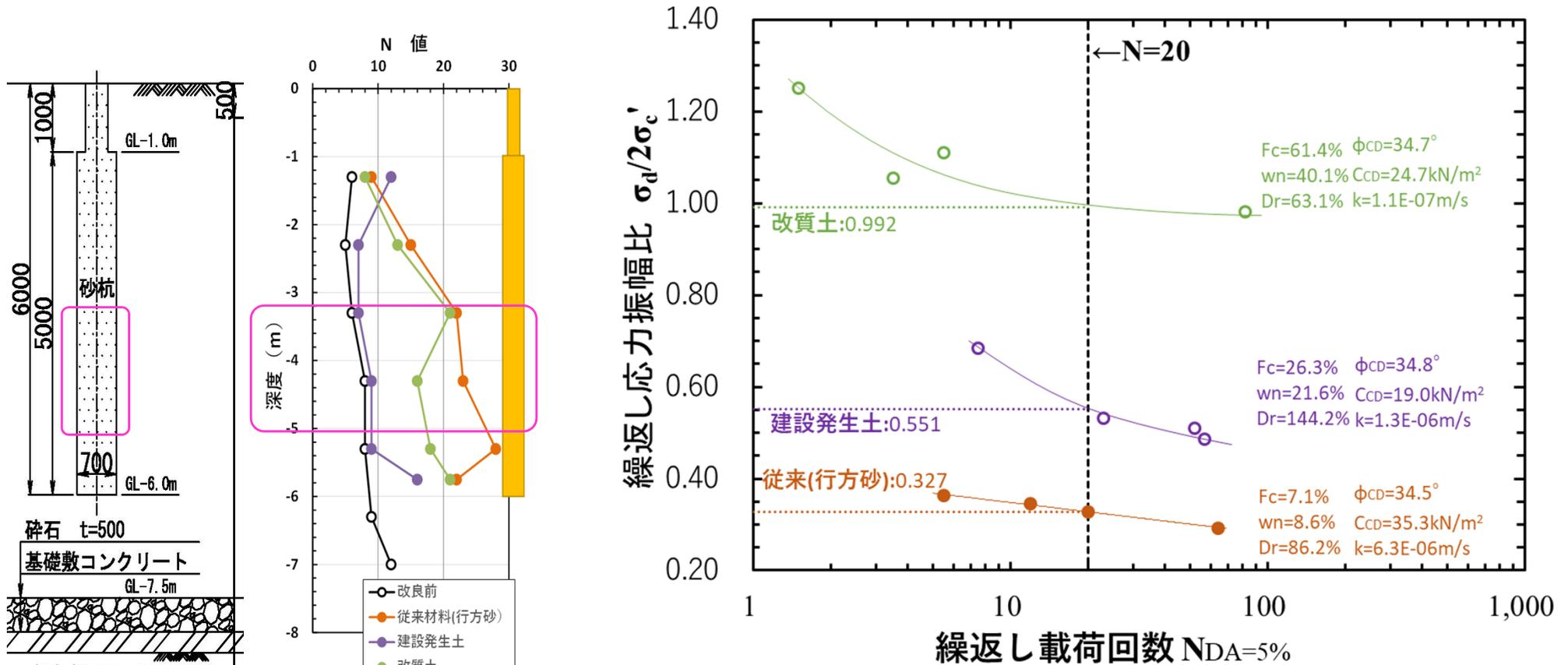
3. 実物大土槽での施工検証

サウンディング試験及び判定：杭芯のN値, Fc, 及びFL



3. 実物大土槽での施工検証

室内試験結果（繰返し三軸試験による液状化強度の比較）



液状化強度：発生土や改質土が砂より大



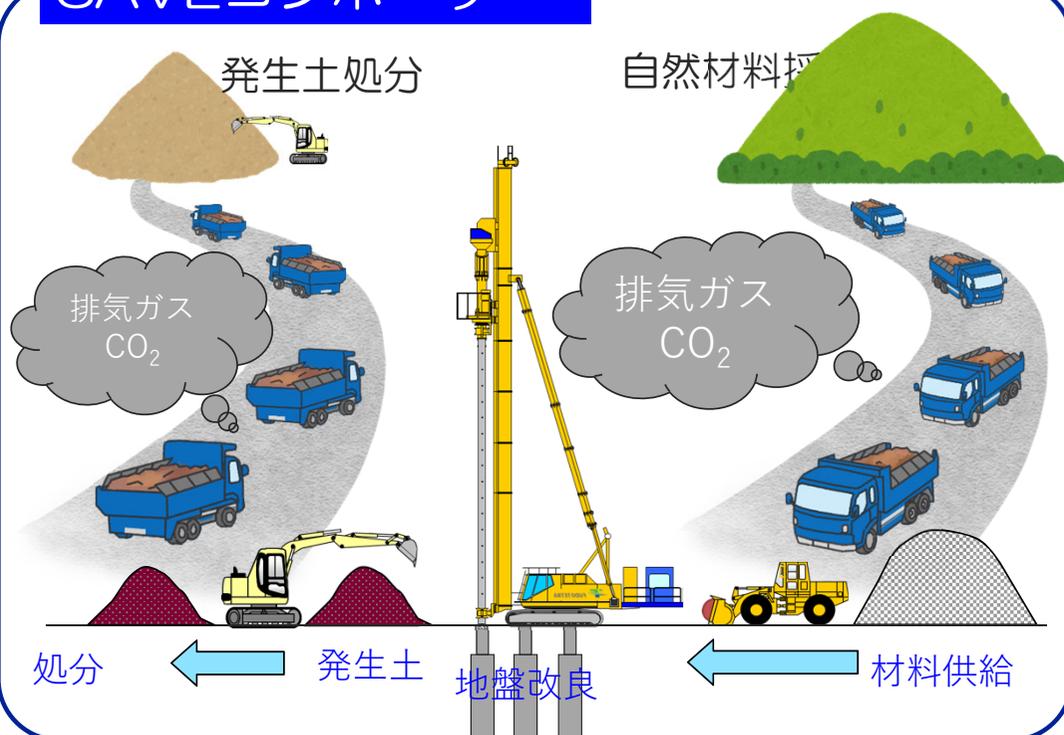
Contents

1. はじめに
2. 新たな材料供給システムの装備
3. 実物大土槽での施工検証
4. リソイルPro工法による環境負荷低減効果

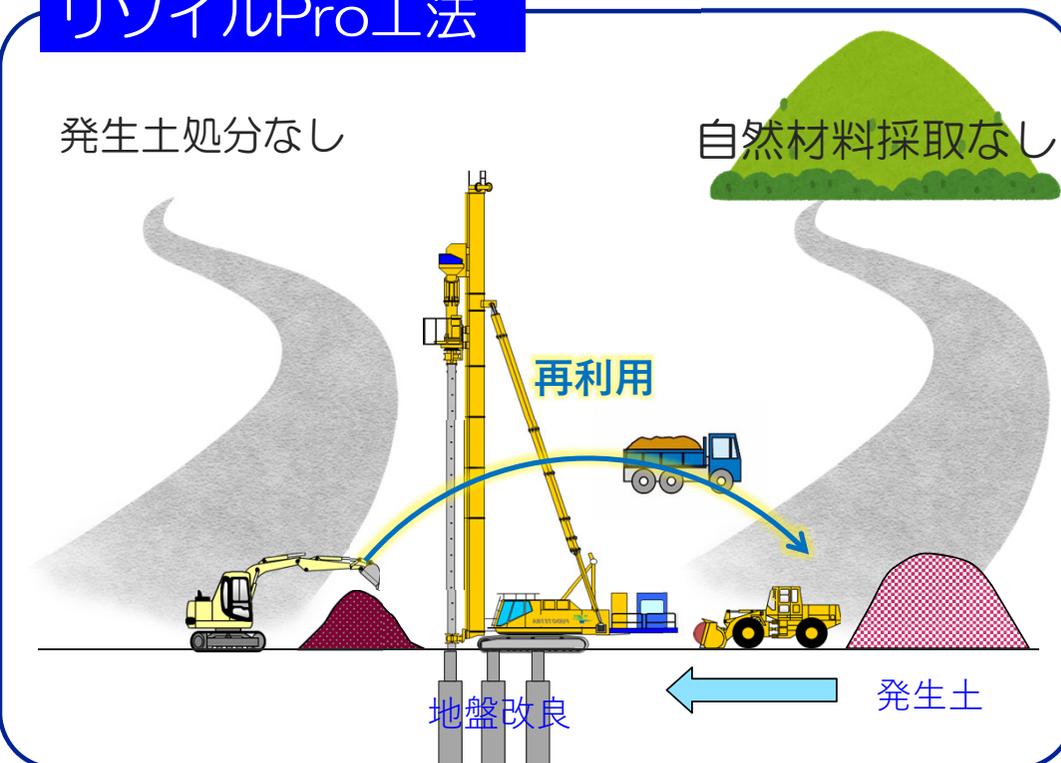


4. リソイルPro工法による環境負荷低減効果

SAVEコンポーザー



リソイルPro工法

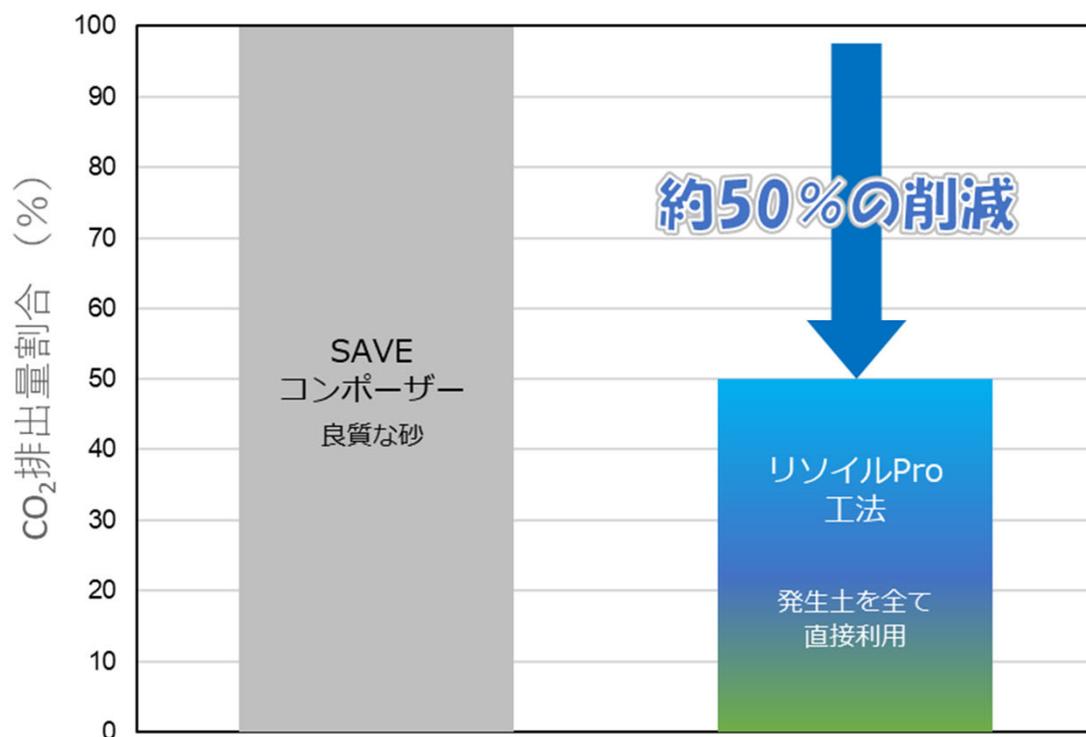


環境負荷を大きく低減（CO₂排出量・砂の採取量減少），トラック運転手のひっ迫



4. リソイルPro工法による環境負荷低減効果

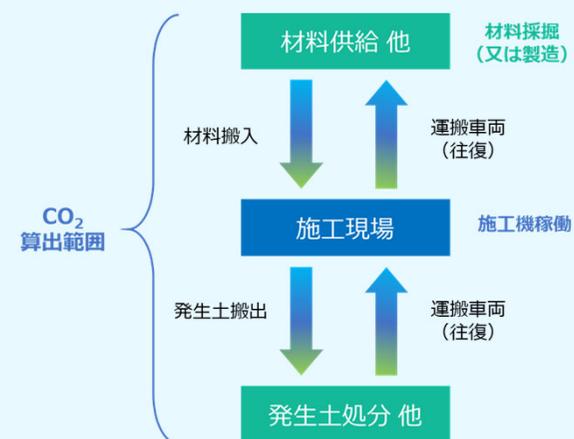
CO₂排出量を最大50%削減



※発生土を全て直接利用した場合

モデル現場条件

想定地域	関東エリア付近
改良目的	液状化対策
改良仕様	
打設本数	400本
施工延長	ΣL = 5,733m
盛上り割合	(中詰め材料体積の) 30%
材料・残土運搬距離 (往復)	50km

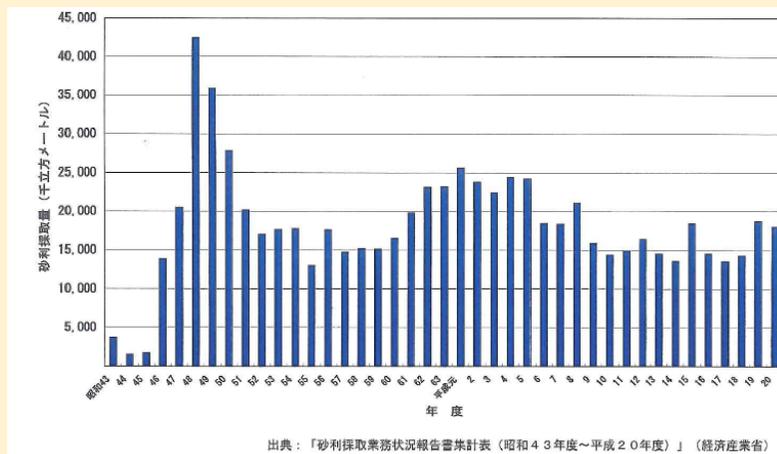


4. リソイルPro工法による環境負荷低減効果

環境破壊の防止

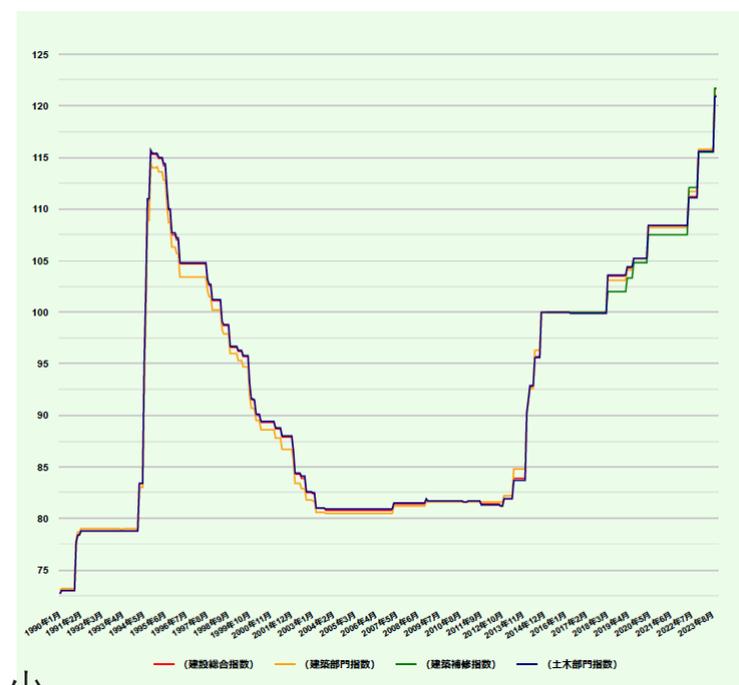
⇒砂資源の採取量減少，環境破壊の防止に貢献

◆自然材料採取に関する社会課題



- ・ 砂購入価格の高騰
- ・ 世界的な砂資源の不足
- ・ 森林伐採によるCO2放出、CO2吸収量の減少

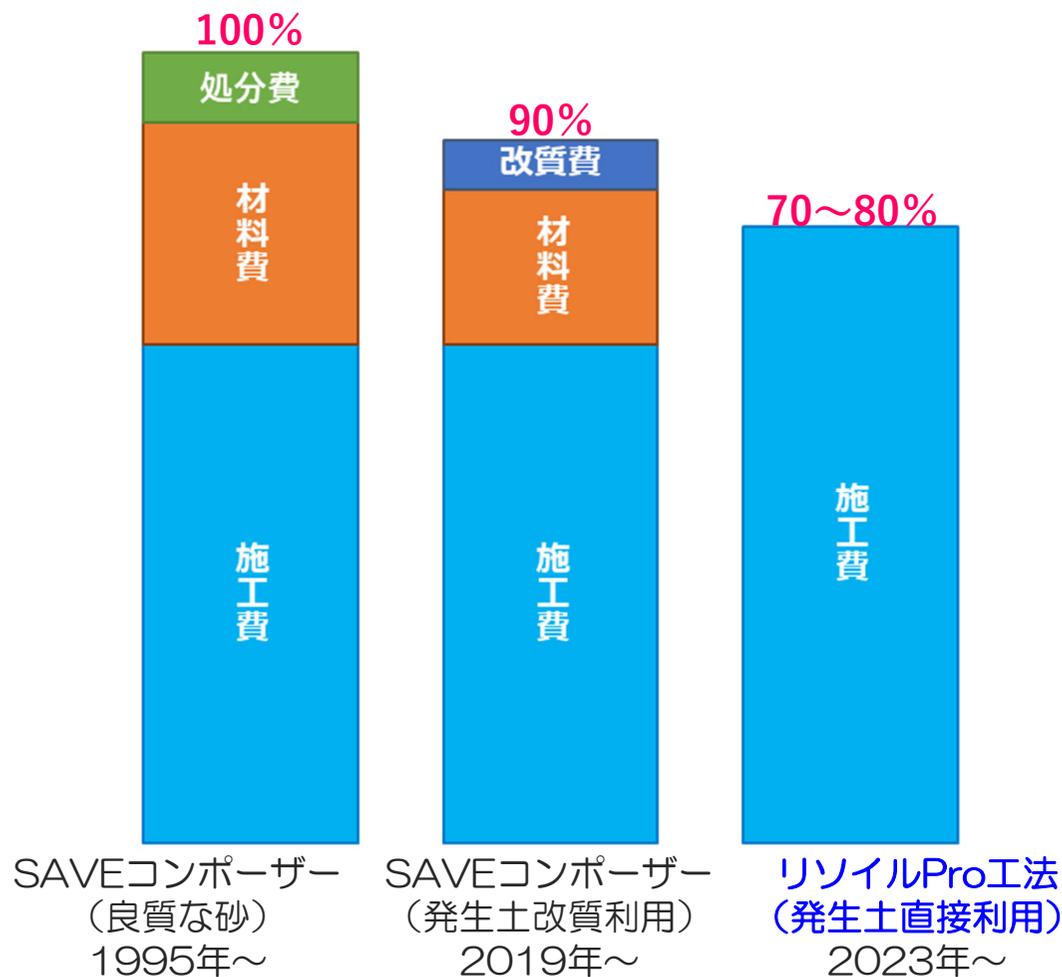
建設資材物価指数 砂利・碎石（東京）



出典：一般財団法人建設物価調査会

4. リソイルPro工法による環境負荷低減効果

現場発生土の使用によりトータルコストダウン



4. リソイルPro工法による環境負荷低減効果

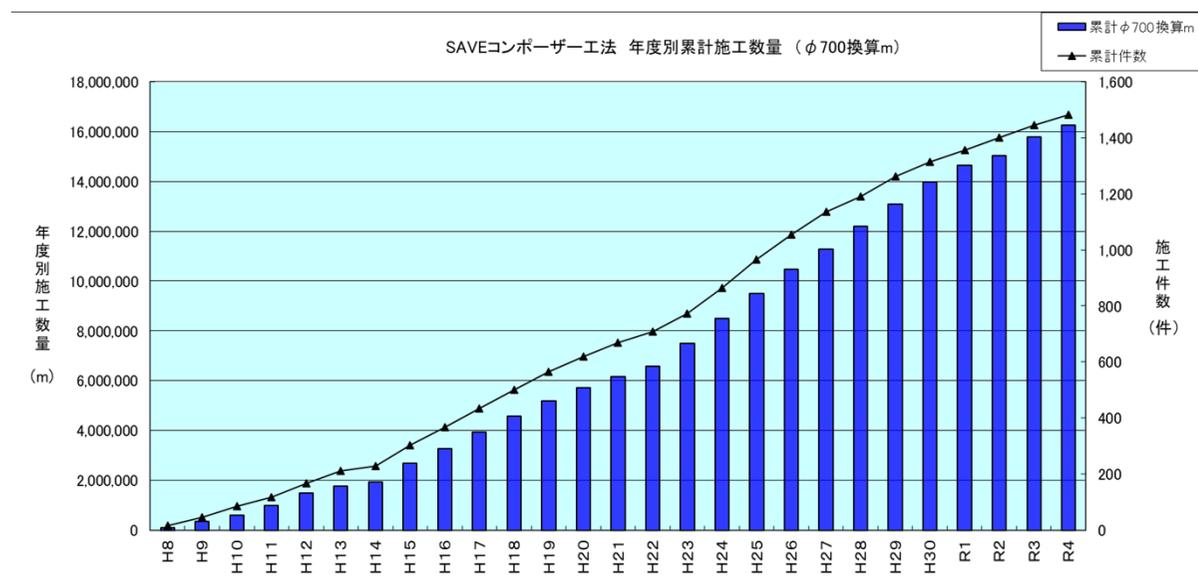
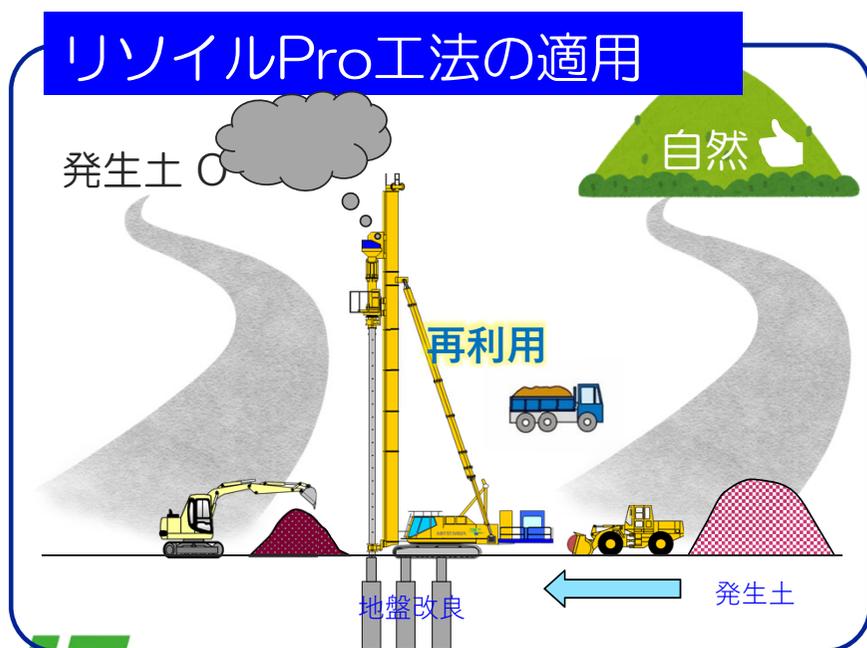
◆SAVEコンポーザーの実績 (1996~2022)

- 1483 件
- 1,625 万mの施工延長

●使用した材料 (810 万m³)

- ・ ・ ・東京ドーム 約6.5 杯
(リサイクル材の利用も含む)

リソイルPro工法の適用



環境負荷を大きく低減
・コストダウン



脱炭素社会の実現・国土強靱化 に貢献してまいります。

日本の「安心・安全」を支え続ける。

不動テトラ

【発表技術問合せ先】

- ①発表技術名 : リソイルPro工法
- ②会社名 : 株式会社 不動テトラ 中部支店
- ③担当者 : 木下 洋樹
- ④E-mail : hiroki.kinoshita@fudotetra.co.jp
- ⑤TEL : 052-385-0803

