

# リソイル<sup>プロ</sup>Pro工法

環境負荷を大きく低減する地盤改良工法



株式会社 不動テトラ  
東北支店 地盤研究室  
室長

高山 英作  
技術士（建設部門）  
地盤品質判定士

〒980-0803 仙台市青葉区国分町1丁目6番9号  
TEL: 022-262-3411 FAX: 022-262-3416  
E-mail: eisaku.takayama@fudotetra.co.jp

再生紙を使用しています。



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

FUDOTETRA 1/28

## Contents

1. はじめに
2. リソイルPro工法
3. 適用市場・今後の展望



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

FUDOTETRA 2/28

# 1. はじめに

## サンドコンパクションパイル工法とは？

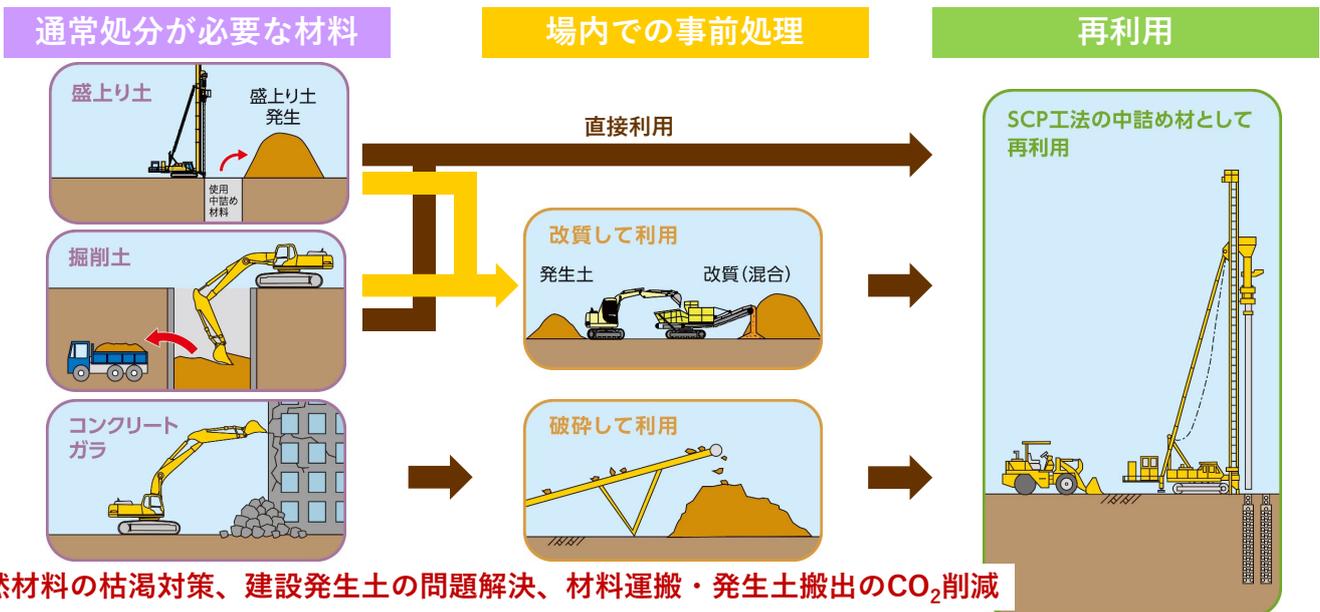


Support the future with technology. ここにしかない技術力で未来を支える。

# 1. はじめに

## 「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



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CO<sub>2</sub>削減



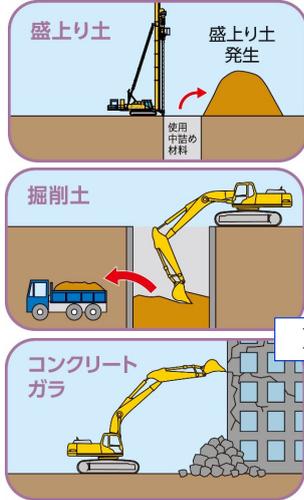
Support the future with technology. ここにしかない技術力で未来を支える。

# 1. はじめに

## 「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

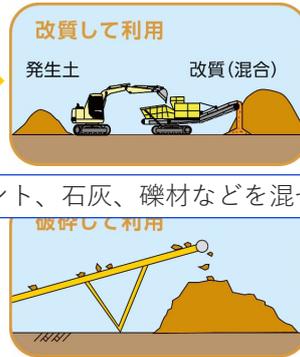
### トータルリソイルシステムの概要

#### 通常処分が必要な材料



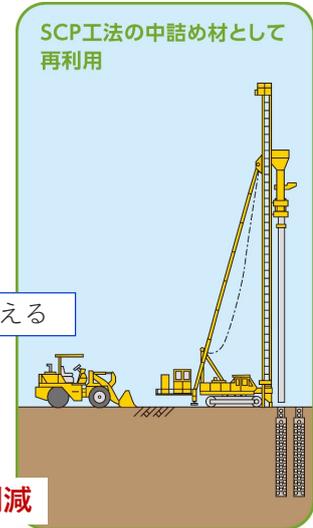
#### 場内での事前処理

直接利用⇒ほとんどできない



※改質：セメント、石灰、礫材などを混ぜて性状を変える

#### 再利用



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CO<sub>2</sub>削減

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

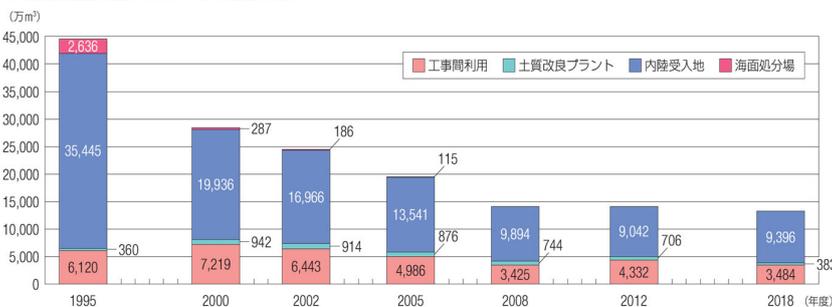
## 建設発生土・建設盛土に関する社会課題

⇒発生土利用数が減少

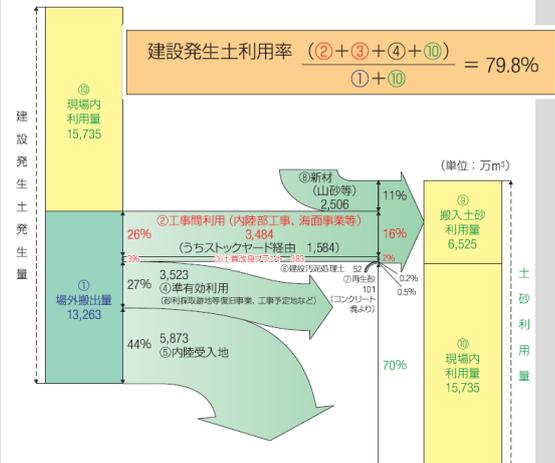
### ◆建設発生土に関する社会課題（発生状況・処理状況など）

#### 53 建設発生土の状況

(1) 建設発生土の工事現場外への搬出量の推移



(2) 建設発生土搬出及び土砂利用搬入の状況（2018年度）



出典：リサイクルデータブック2023, 2023年7月（一般社団法人 産業環境管理協会），p.57  
国土交通省「平成30年度建設副産物実態調査結果（確定値）」，令和2年1月24日

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

## 建設発生土・建設盛土に関する社会課題

⇒法律が厳しくなった

### ◆建設盛土に関する法規制の動き【盛土規制法(R5施工)】

#### 背景・必要性

##### 盛土をめぐる現状

- 静岡県熱海市で大雨に伴って盛土が崩落し、土石流が発生  
→ **最大人的・物的被害** (令和3年7月)
- 盛土の総点検において、**全国で約3.6万箇所を目視等により点検** (令和4年3月)



##### 制度上の課題

- 宅地の安全確保、森林機能の確保、農地の保全等を目的とした各法律により、開発を規制  
→ 各法律の目的の限界等から、**盛土等の規制が必ずしも十分でないエリアが存在**  
(一部の地方公共団体では、条例を制定して対応)

【参考】熱海市伊豆山地区の土石流発生箇所  
→ 森林法の許可、静岡県土採取等規制条例の届出の対象 / 廃棄物処理法による廃棄物投棄禁止

**危険な盛土等を全国一律の基準で包括的に規制する法制度が必要**

- ◆盛土等による災害から国民の生命・身体を守るため、「**宅地造成等規制法**」を法律名・目的も含めて**抜本的に改正**し、土地の用途(宅地、森林、農地等)にかかわらず、危険な盛土等を全国一律の基準で包括的に規制
- ※ 法律名を「宅地造成及び特定盛土等規制法」に改正、通称「**盛土規制法**」
- ※ **国土交通省・農林水産省**による共管法とし、両省が緊密に連携して対応
- ◆ **国土交通大臣及び農林水産大臣**が盛土等に伴う災害の防止に関する**基本方針**を策定し、その方針の下、都道府県知事等が規制を実施

#### 1. スキマのない規制

##### 規制区域

- 都道府県知事等が、**盛土等により人家等に被害を及ぼしうる区域を規制区域として指定**
- ▶ **宅地造成等工事規制区域**：市街地や集落、その周辺など、人家等が存在するエリアにおいて、森林や農地を含めて広範囲指定
- ▶ **特定盛土等規制区域**：市街地や集落等からは離れたものの、地形等の条件から人家等から被害を及ぼしうるエリア(斜面地等)も指定
- ※ 「都道府県知事等」は、都道府県知事、指定都市・中核市の長
- 区域指定に**市町村が関与**できる仕組みを導入(指定の際の市町村への意見聴取、市町村からの指定の申出)
- 都道府県等は、定期的に、規制区域の指定や盛土等による災害防止のための対策に必要な**基礎調査**を実施

##### 規制対象

- 規制区域内で行われる盛土等を**都道府県知事等の許可**の対象とする
- 宅地造成等の際に行われる盛土だけでなく、**樹木の土捨て行為や一時的な堆積**についても規制
- ※ 許可された盛土等については、土捨て地等の一覧を公表するとともに、現場での崩落調査を義務化し、無許可行為の早期の発見につなげる。

(参考) 改正前の宅地造成工事規制区域 vs 新制度による規制区域

【規制対象】

- 宅地を造成するための盛土・切土

→ 【区域指定のイメージ】

主に、丘陵地にある市街地(又は今後市街地になる土地)の区域を指定

【規制対象】

- 土捨て(森林・農地を含む)を造成するための盛土・切土
- 土捨て行為や一時的な堆積

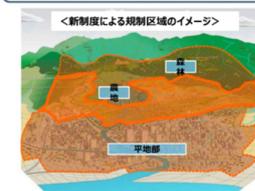
→ 【区域指定のイメージ】

改正前の宅地造成工事規制区域に加え、土捨て等により人家等に被害を及ぼしうる、森林、農地、平地部の土地を広く指定

<宅地造成工事規制区域(改正前)のイメージ>



<新制度による規制区域のイメージ>



出典：宅地造成等規制法の一部を改正する法律（令和4年法律第55号）について —盛土規制法—【公布：R4.5.27／施行：R5.26】  
(国土交通省 都市局, 農林水産庁 農村振興局, 林野庁)

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

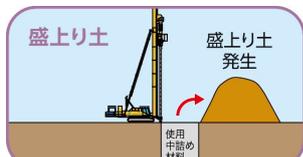
FUDOTETRA 7/28

# 1. はじめに

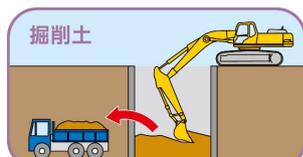
## 建設発生土を中詰め材として再利用する取組

### 通常処分が必要な材料

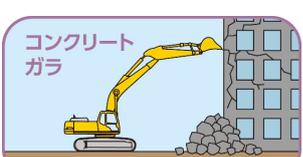
盛上り土



掘削土



コンクリートガラ



### これまでの再利用技術

改質によるCO<sub>2</sub>排出、作業・貯蔵スペース、コストの問題

改質して利用



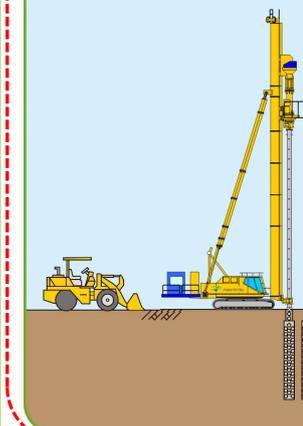
破碎して利用



### 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

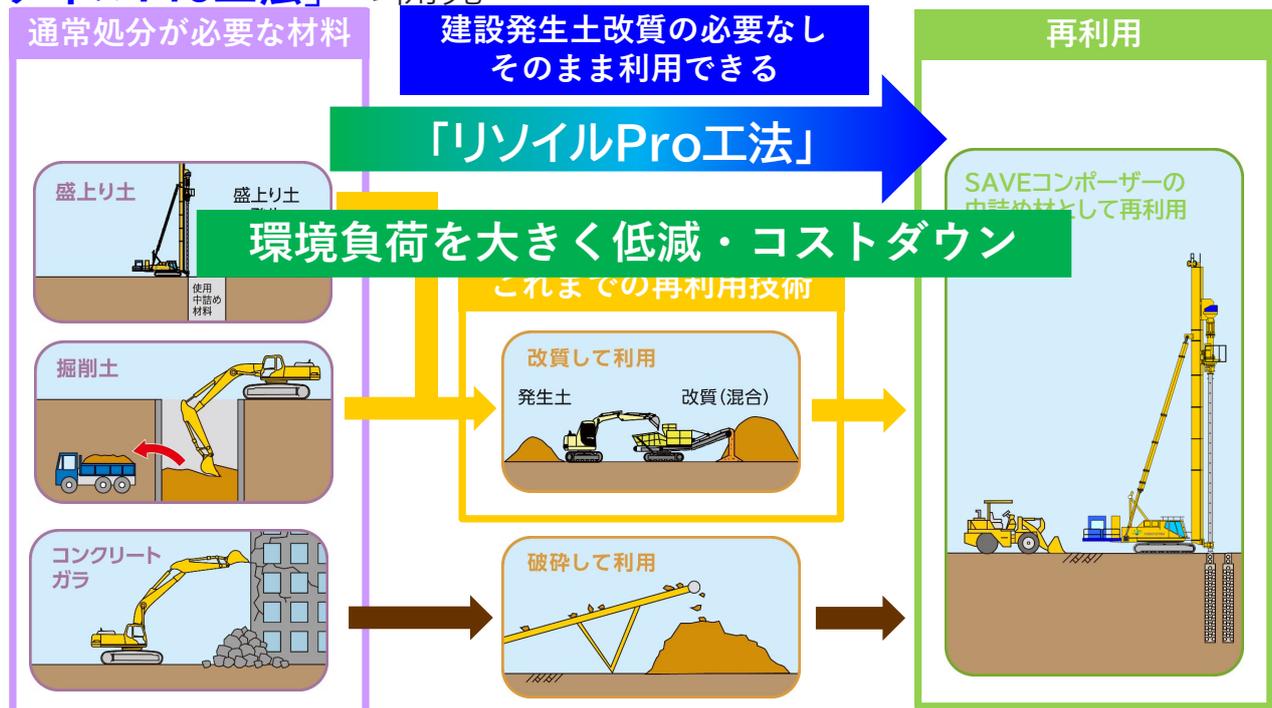


Support the future with technology. ここにしかない技術力で未来を支える。

FUDOTETRA 8/28

# 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。

FUJOTECH 9/28

## Contents

1. はじめに
2. リソイルPro工法
3. 適用市場・今後の展望

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

FUJOTECH 10/28

## 2. リソイルPro工法

### 【リソイルPro工法の特徴】

- ① **新たな材料供給システム**を装備
- ② **建設発生土を改質せず適用できる範囲を拡大**
- ③ 環境負荷低減
- ④ 環境破壊の防止
- ⑤ **トータルコストダウンに寄与**



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

FUDOTETRA 11/28

## 2. リソイルPro工法

- ① **新たな材料供給システムを装備**(特許4件取得)



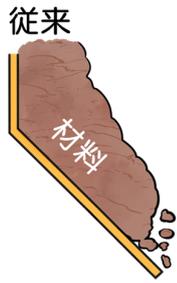
Support the future with technology. ここにしかない技術力で未来を支える。

FUDOTETRA 12/28

# リソイルPro工法

## バケット

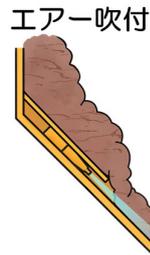
従来



試験状況 (  $w = 30\%$ ,  $F_c = 30\%$  )



エアレーションバケット



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

FUDOTETRA 13/28

# リソイルPro工法

## ホッパー

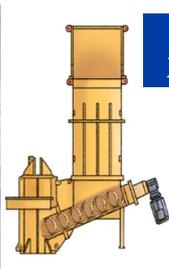
従来



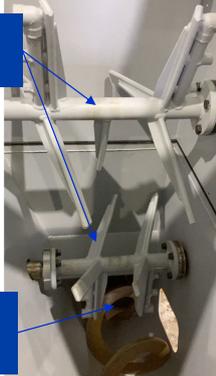
試験状況 (  $w = 30\%$ ,  $F_c = 30\%$  )



スクリーホッパー



材料崩しスクリー



材料供給スクリー



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

FUDOTETRA 14/28

# リソイルPro工法

## ケーシング

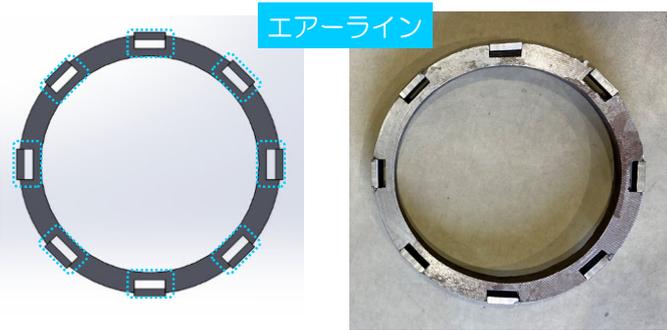
従来



ケーシングパイプ閉塞状況



インラインケーシング

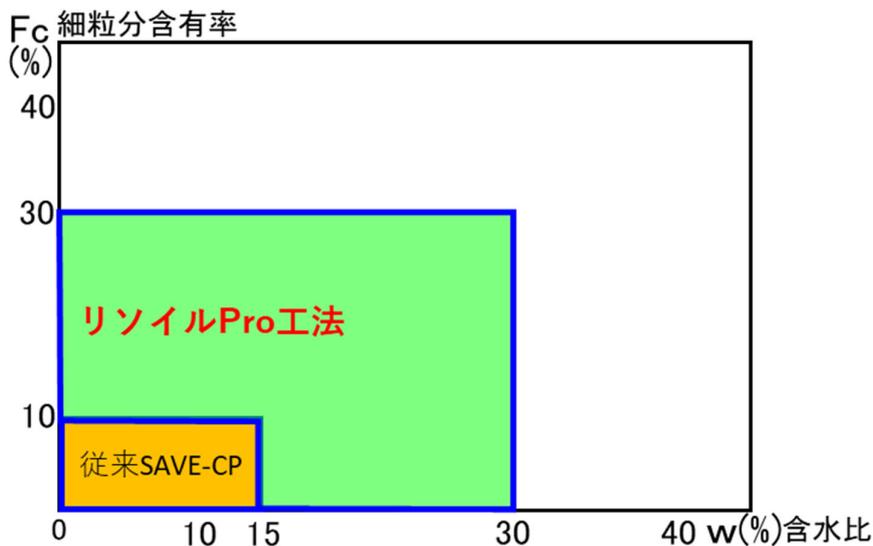


Support the future with technology. ここにしかない技術力で未来を支える。

FUDOTETRA 15/28

## 2. リソイルPro工法

### ② 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

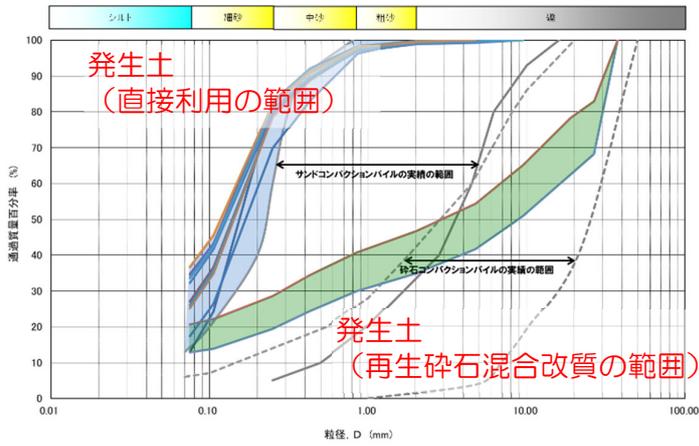
Support the future with technology. ここにしかない技術力で未来を支える。

FUDOTETRA 16/28

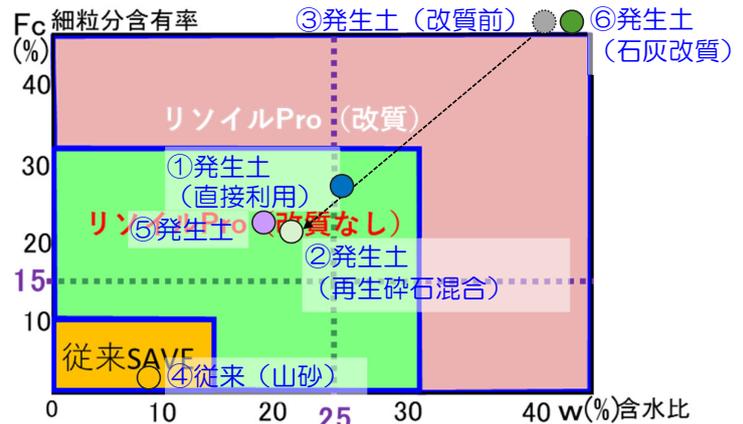
## 2. トータルリソイルPro工法

### ② 建設発生土を改質せず適用できる範囲を拡大

#### 試験施工による施工性の確認



施工能率や改良効果を確認



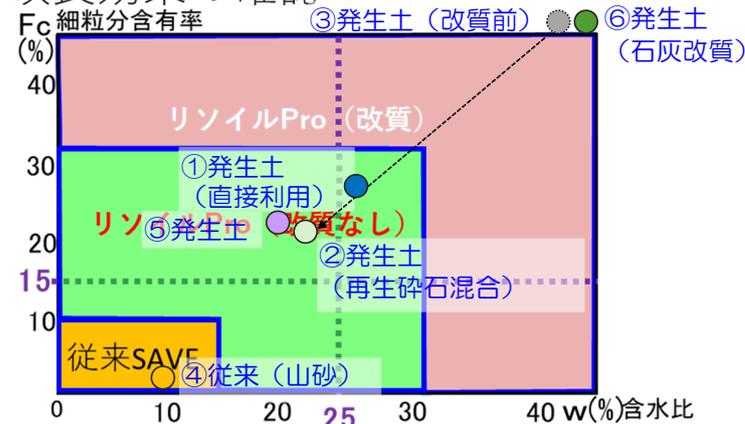
	①発生土 (直接利用)	②再生砕石による改質 (体積比混合率50%)	③発生土 (改質前)
材料写真			
含水比	27 %	21 %	41 %
細粒分	27 %	21 %	67 %

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

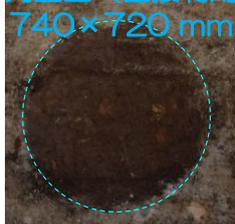
FUDOTETRA 17/28

## 2. トータルリソイルPro工法

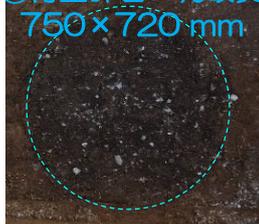
### 改良効果の確認



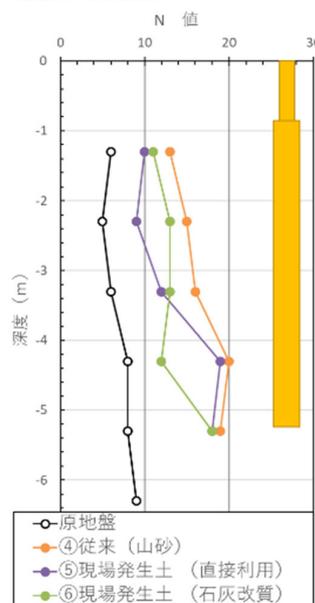
①発生土 (直接利用)



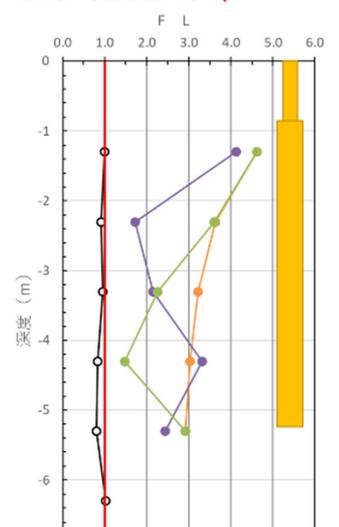
②再生砕石50%改質



改良後 杭間N値



改良後 液状化安全率  $F_L$



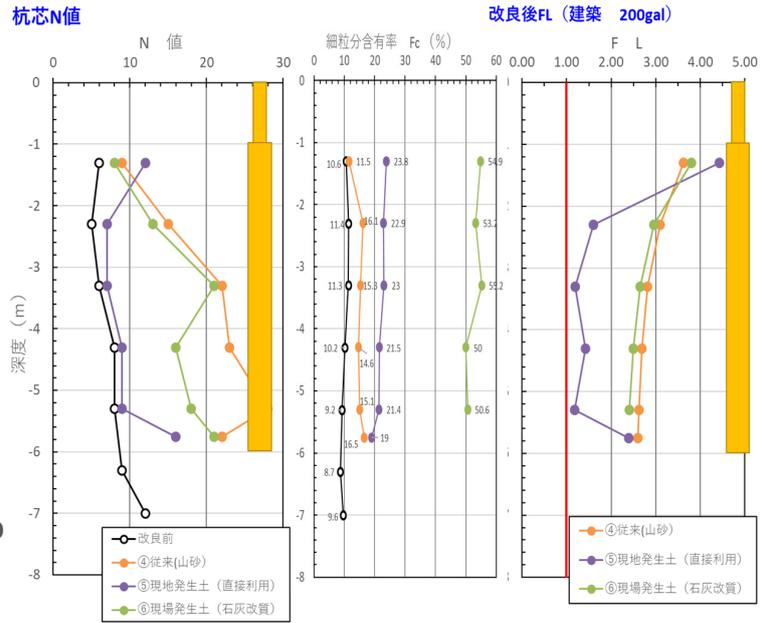
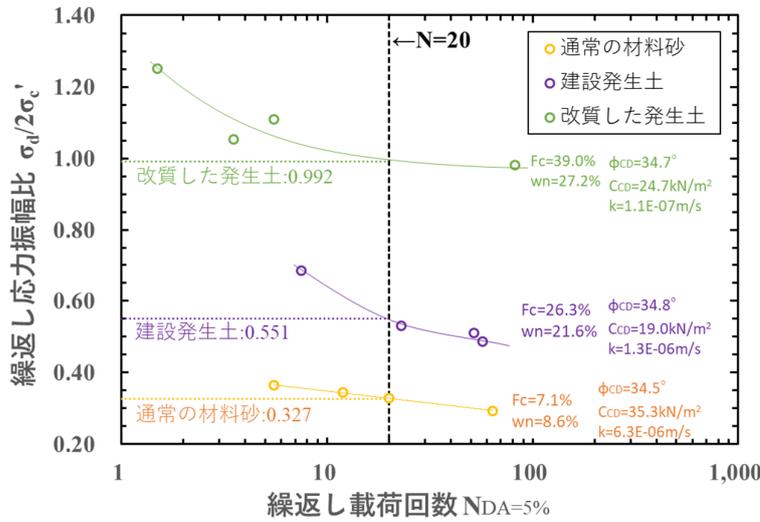
建築基礎構造設計指針  
設計水平加速度：200 gal

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

FUDOTETRA 18/28

## 2. トータルリソイルPro工法

### 改良効果の確認



サンプリングして測った液状化強度は通常の砂よりも高かった

SAVEの審査証明(R4)参照

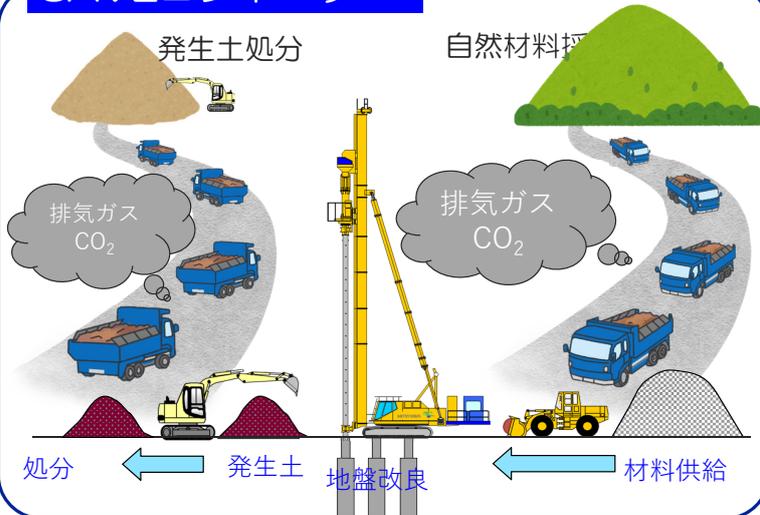
Support the future with technology. ここにしかない技術力で未来を支える。

FUDOTETRA 19/28

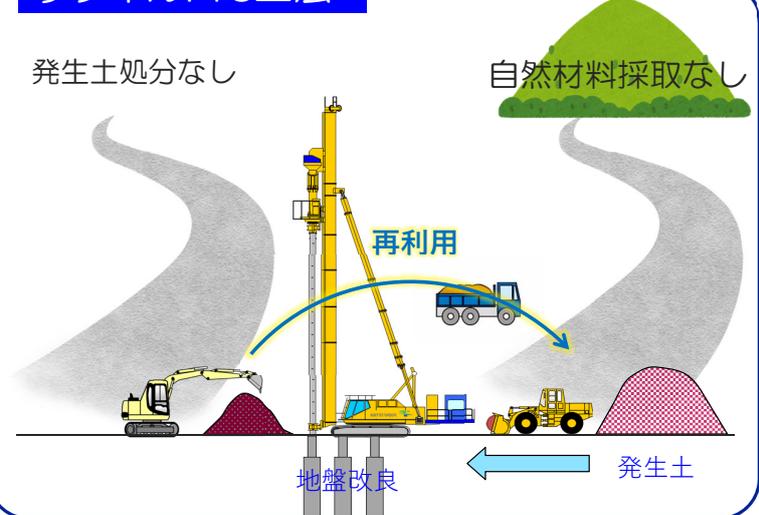
## 2. リソイルPro工法

### ③ 環境負荷低減

#### SAVEコンポーザー



#### リソイルPro工法



環境負荷を大きく低減 (CO<sub>2</sub>排出量・砂の採取量減少), トラック運転手のひっ迫

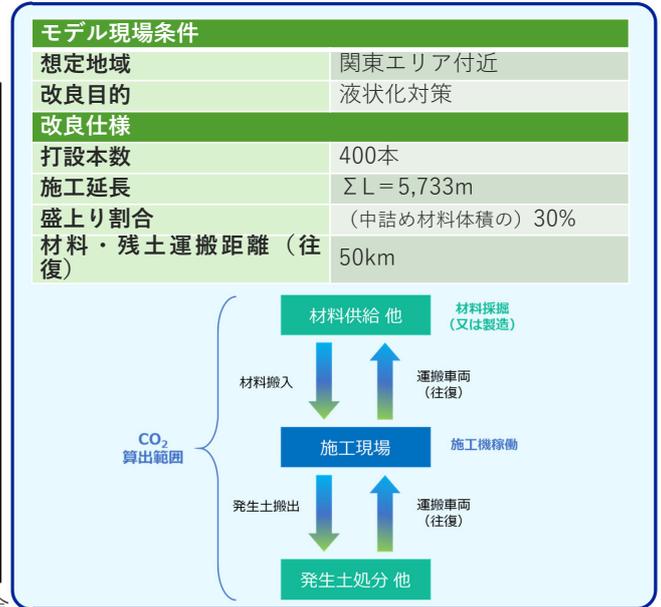
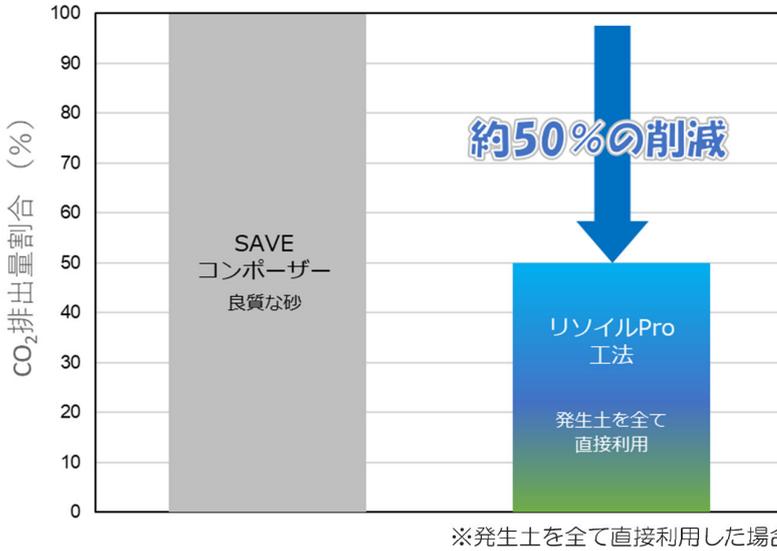
Support the future with technology. ここにしかない技術力で未来を支える。

FUDOTETRA 20/28

## 2. リソイルPro工法

### ③ 環境負荷低減

#### CO<sub>2</sub>排出量を最大50%削減



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

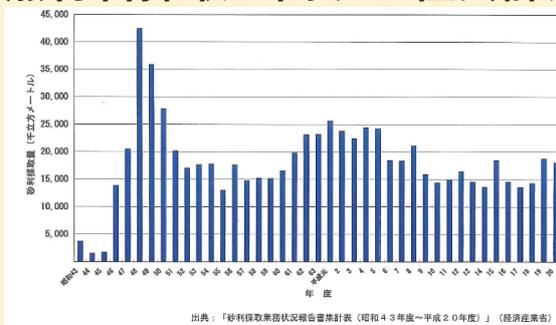
FUDOTETRA 21/28

## 2. リソイルPro工法

### ④ 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CO<sub>2</sub>放出、CO<sub>2</sub>吸収量の減少

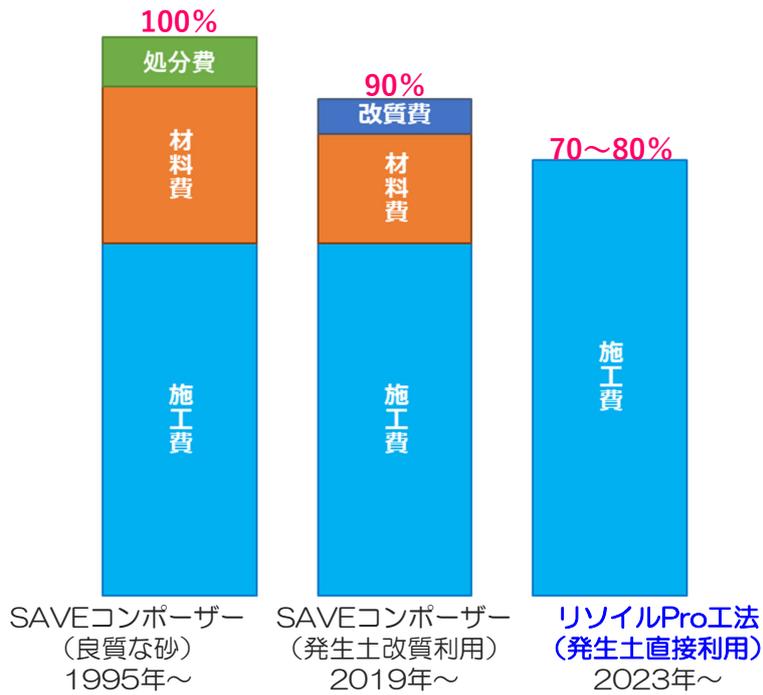


Support the future with technology. ここにしかない技術力で未来を支える。

FUDOTETRA 22/28

## 2. リソイルPro工法

### ⑤ 現場発生土の使用によりトータルコストダウン



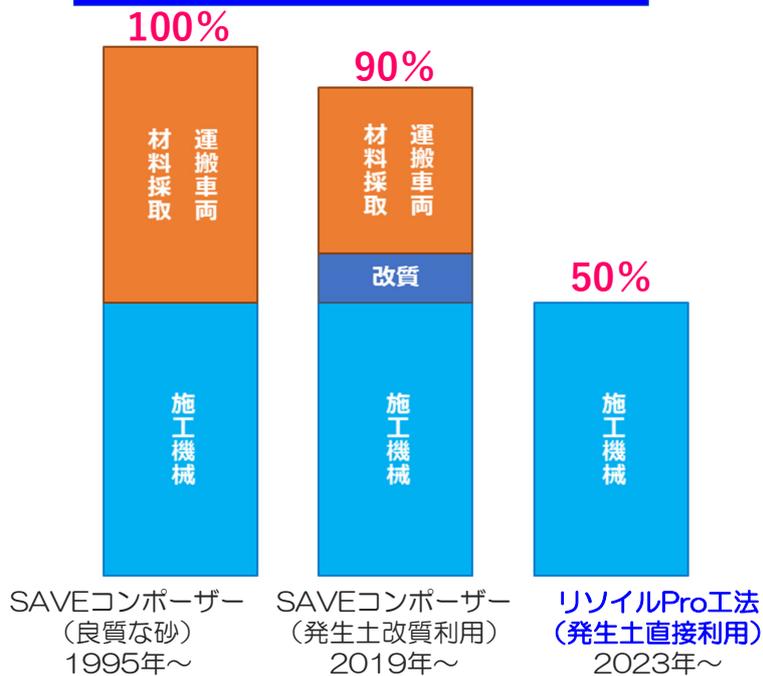
Support the future with technology. ここにしかない技術力で未来を支える。

FUDOTETRA 23/28

## 2. リソイルPro工法

### ③ 環境負荷低減

**CO<sub>2</sub>排出量を最大50%削減**



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

FUDOTETRA 24/28

# Contents

1. はじめに
2. リソイルPro工法
3. 適用市場・今後の展望



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

FUJITSU 25/28

## 3. 適用市場

建設現場における課題

排気ガス・CO<sub>2</sub>排出

運転手の荷重労働

コスト

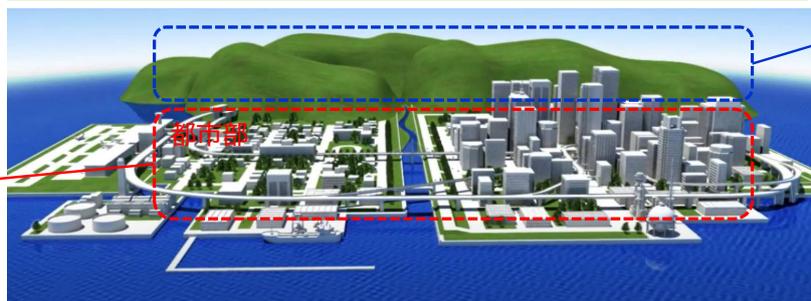
大雨による崩落

建設発生土の処分

盛土規制法

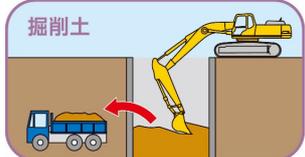


### リソイルPro工法



ストックされている発生土を有効利用できる現場

山留掘削で処分土が発生する現場



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

FUJITSU 26/28

### 3. 適用市場



#### ◆SAVEコンポーザーの実績 (1996~2022)

- 1483 件
- 1,625 万mの施工延長

#### ●使用した砂量 (810 万m<sup>3</sup>)

- ・ ・ ・東京ドーム 約6.5 杯

2022年度（令和4年度）：39件 使用砂量＝約230,000 m<sup>3</sup>  
 処分した発生土量＝約70,000 m<sup>3</sup>（使用砂量の30%）

直近では、年間2～3件の適用を目指す

5年後では、年間20件程度の適用を目指す（発生土の50%を材料として利用）

**環境負荷を大きく低減・コストダウン**

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

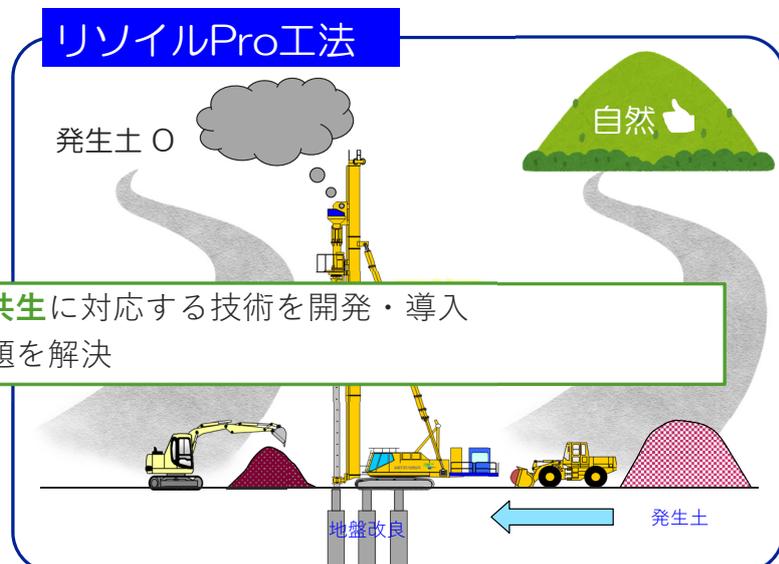
FUDOTETRA 27/28

### 3. 今後の展望

- ◆「リソイルPro工法」 現地発生土を適用できる範囲が大幅に拡大  
 より多くの発生土を利用できるシステム展開を図り、SCP工法の環境負荷低減

- ◆Scope3でのCO<sub>2</sub>排出量は大きく削減  
 Scope1・2でのCO<sub>2</sub>排出量を30%削減  
 (2020年度比)

- ◆不動産テトラは、脱炭素・リサイクル・自然共生に対応する技術を開発・導入  
 防災・減災と環境負荷低減の両面で社会課題を解決



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

FUDOTETRA 28/28



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