

# スマートコラム工法 狭隘地に対応した地盤改良工法 (格子状地盤改良工法)

人と地球の架け橋に



スマートコラム工法

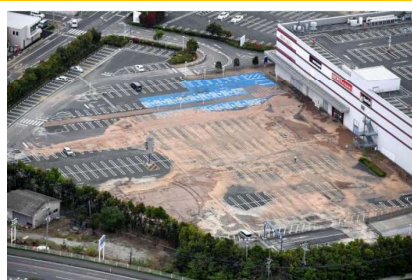
株式会社 竹中土木 1

## ①開発の背景・経緯

大規模地震の発生



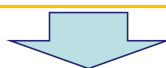
液状化現象が発生  
社会基盤に大きな打撃



熊本地震 液状化被害

<http://www.asahi.com/special/0416earthquake/gallery/earth041639.html>

1980年代～



液状化被害を防ぐ対策工法として、  
**格子状地盤改良工法 (TOFT工法)**を開発

2011年～



応用

施工機を小型化した、**スマートコラム工法**を開発

## ②狭隘地でも施工可能なスマートコラム工法

既設構造物が存在する環境下での、液状化対策に対応



施工イメージ図



実際の施工状況(千葉県浦安市の住宅地)

施工ヤードの確保が難しく、機械導線が狭い住宅地や、工場敷地内などの狭隘地での施工が可能な地盤改良工法です。

格子状地盤改良とは、どんなもの？

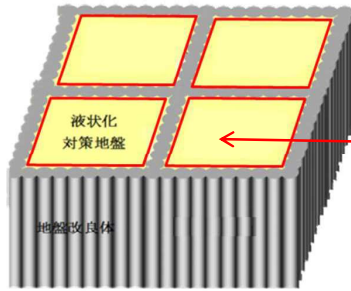


### ③液状化対策としての格子状地盤改良

深層混合処理工法を用いた、格子状の地盤改良 (TOFT工法)

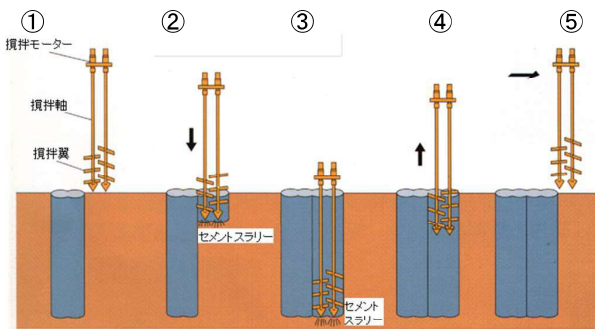


TOFT工法 従来機



施工イメージ図

液状化対策地盤の全面を改良しなくても、液状化を抑制することが出来る



施工ステップ図

施工ステップ

- ①位置決め
- ②貫入
- ③先端処理
- ④引抜き
- ⑤施工機移動

地盤を攪拌しながら  
固化材を添加する  
柱形の改良体を  
ラップさせ、壁状の  
改良壁を形成する

### ④従来の施工機械と格子状改良体



従来の大型施工機 (4軸機)



掘出し調査による出来型の確認状況

格子状地盤改良工法

- 改良径 : 1,000mm
- コラム間隔 : 800mm
- ラップ長さ : 200mm



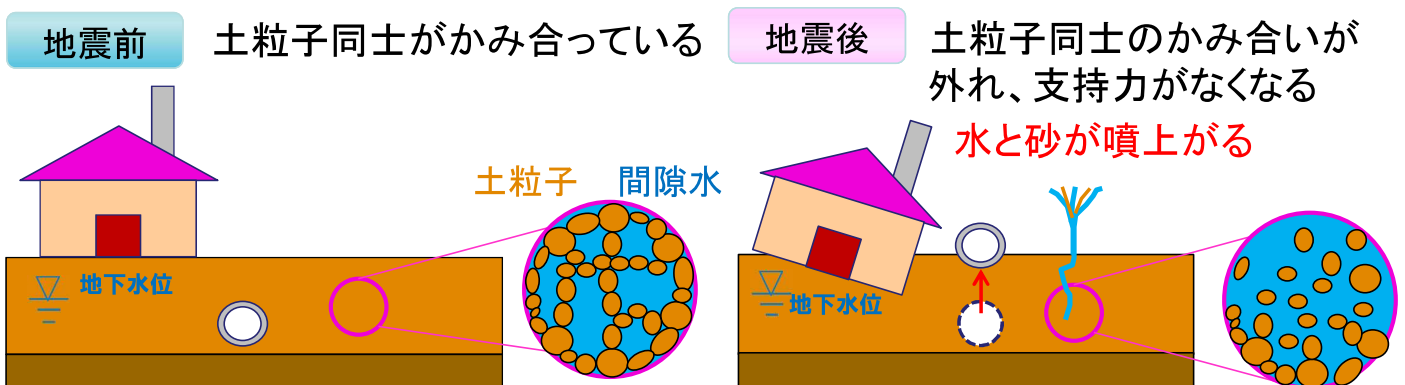
双対の円柱をラップさせて連続的に配置



なぜ、格子状地盤改良は液状化を抑制できるのか？



## ⑤液状化はなぜ起こるのか



### 液状化の発生

- ・建物、道路の沈下
- ・埋設物の浮き上がりなど

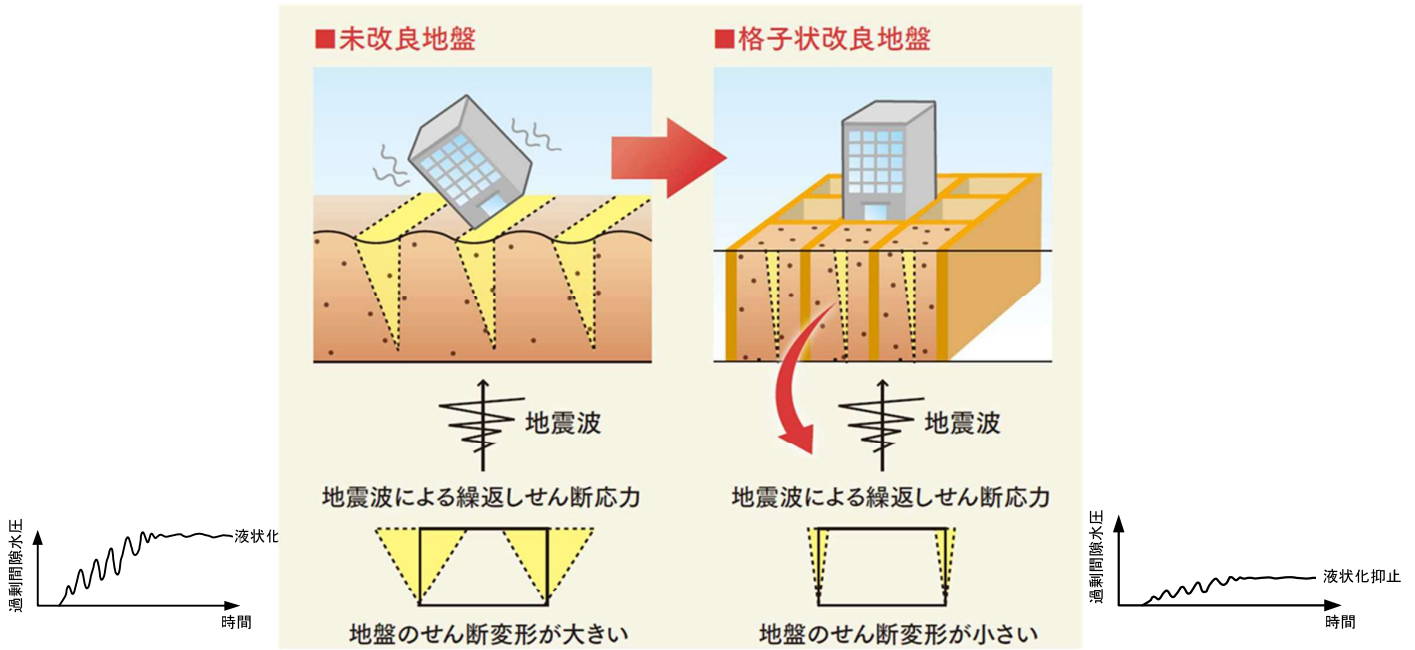


<https://susmaga.team-sustina.jp/ekijyouka/>



<https://www.pwri.go.jp/jpn/about/pr/webmag/wm023/kenkyu.html>

## ⑥ 格子状地盤改良の液状化抑制原理



液状化しやすい地盤を格子壁で囲い込むことによって、地盤のせん断変形を抑え液状化を防止します

## ⑦ 格子状地盤改良 (TOFT工法) の実績

1990年～現在まで500万 $m^3$ 以上の実績あり

※TOFT工法保有4社合計

～代表的な適用事例～



メリケンパークオリエンタルホテル

兵庫県南部地震後・・・



ホテル周辺

地盤沈下が発生



TOFT工法を適用したホテル内部

建物の損傷なし

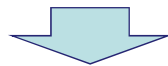
TOFT工法の液状化対策効果が実証された

スマートコラム工法の特長は？

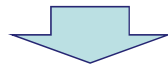


## ⑧小型化の経緯

TOFT工法は、大型機による、新設構造物への液状化対策工法



既設構造物がある環境下(狭隘地)でのニーズが高まる



狭隘地では、TOFT施工機械が大きすぎる  
既設構造物を供用しながら地盤改良を行いたい

スマートコラム工法を開発



狭隘地での施工(ビル街・住宅地内など)

<http://www.takenaka.co.jp/solution/purpose/railroad/service01/index.html>

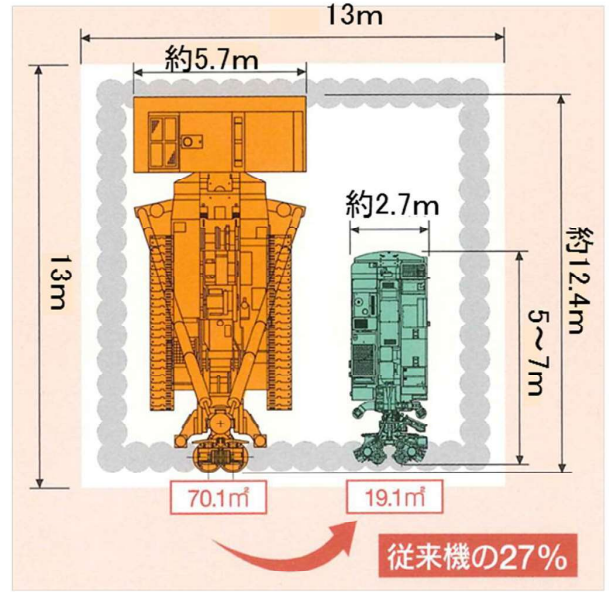
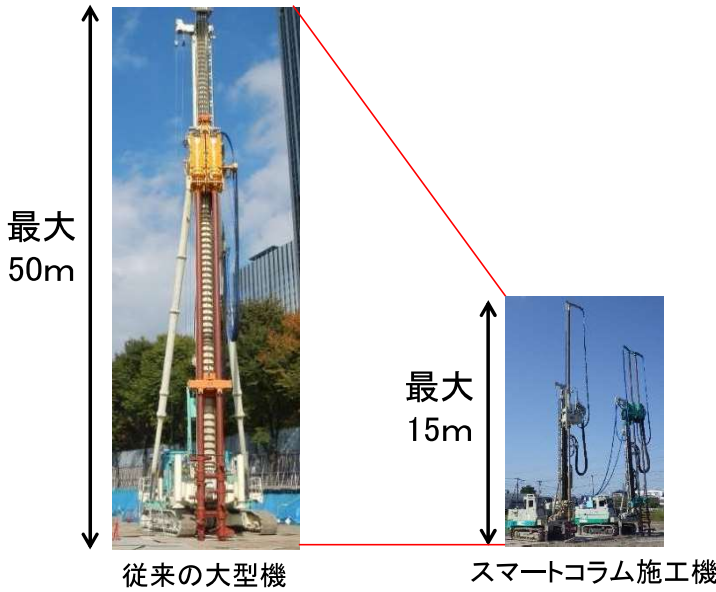


狭隘地での施工(営業線近接)

<http://www.takenaka.co.jp/solution/purpose/railroad/service01/index.html>



## ⑨特長その1:小さな施工機械



従来機の、27%のサイズまで小型化

## ⑨特長その1:小さな施工機械

現場での組み立てはほぼ不要

自走可能で移動が容易



## ⑨特長その2: 複雑な施工条件に対応



タイプ	適用範囲
単軸機	住宅地・工場・狭隘な土地での建築工事など(狭隘で施工形状が複雑な場所)
2軸機	堤防沿い・鉄道沿い・道路など(狭隘で施工延長が長い場所)

施工効率の向上と複雑な施工条件に対応

## ⑨特長その3: 大型機と同等の改良体性能

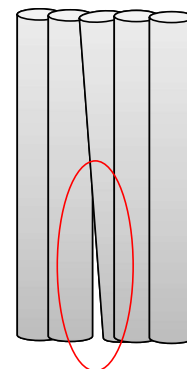
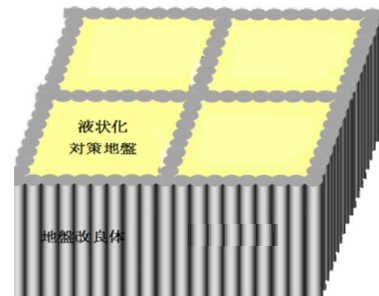
TOFT工法は、改良体が一体となり、液状化地盤を囲いこむことが重要



小型機は従来機(大型機)に比べ、掘削ロッドの剛性が弱い

⇒掘削時の鉛直精度がよくない  
改良体同士がラップしなくなる

⇒改良体の一体性が確保できない

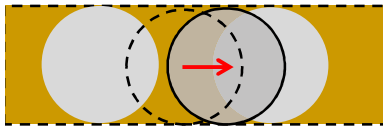
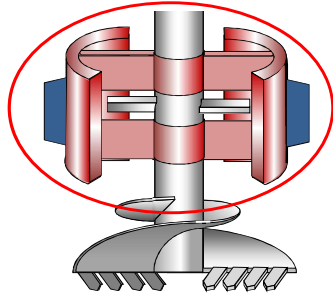


攪拌翼の形状を工夫することで解決

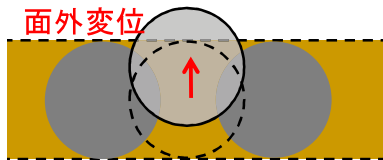


## ⑨特長その3:大型機と同等の改良体性能

### ①大型機と同等の鉛直精度と改良品質



面内変位



面外変位

- 二段の共回り防止翼  
→高い攪拌性能を確保
- 共回り防止翼に**特殊スタビライザー**を搭載  
→地盤からの抵抗を鉛直変位抑止力に変換

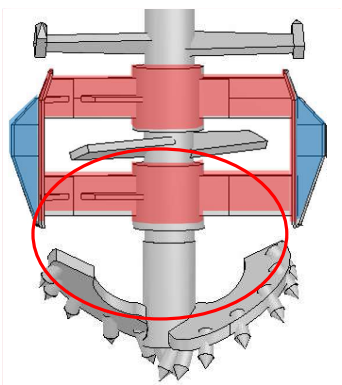


鉛直打設精度1/200(目標値)以上を確保(従来機と同等)

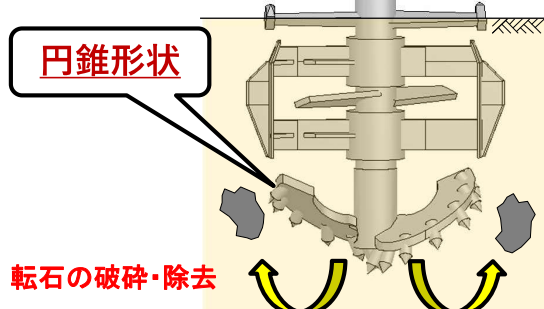
TAKENAKA CIVIL ENGINEERING

## ⑨特長その3:大型機と同等の改良体性能

### ②硬質地盤からなる盛土構造物にも対応可能(NEW!!)



- 切り欠きのある円錐型の掘削翼形状  
→堤防などの転石等の混入が予想される盛土構造物でも掘削攪拌可能
- 掘削部に**コニカルビット**搭載  
→転石や支障物を破碎可能



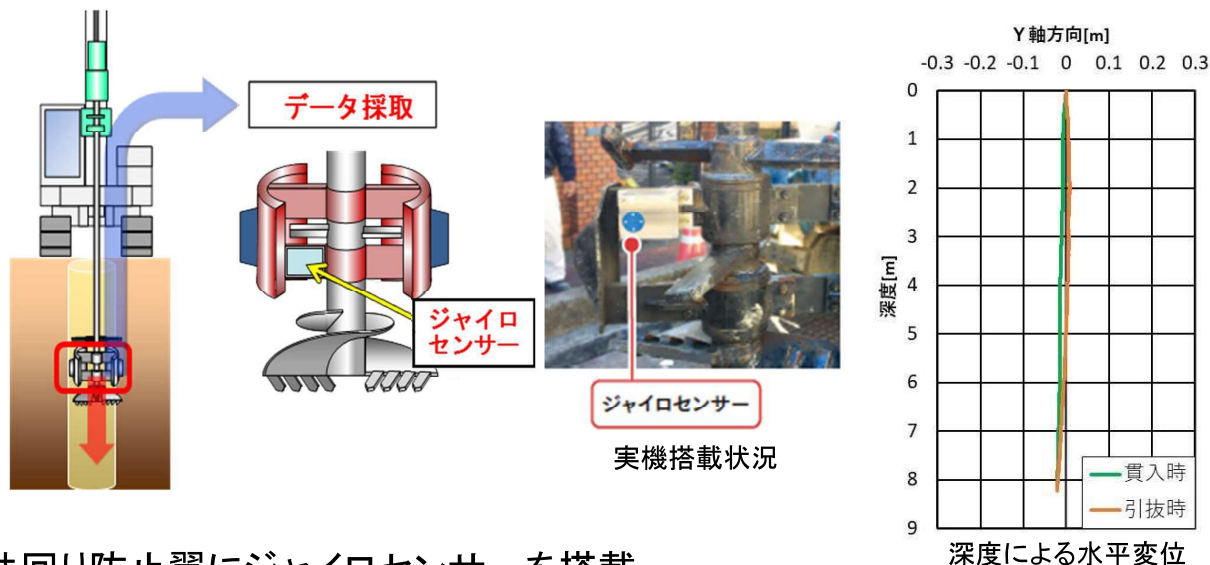
特殊スタビライザー

特殊攪拌翼



TAKENAKA CIVIL ENGINEERING

## ⑨特長その4: 地中での改良体の精度確認が可能 ジャイロセンサーによる地中での軌跡計測 (NEW!!)



- ・共回り防止翼にジャイロセンサーを搭載  
→地中での実際の軌跡の記録・確認を行い、高精度な鉛直度の管理が可能。

地中における**実際の**改良体形状の把握・施工精度の確認が可能

TAKENAKA CIVIL ENGINEERING

スマートコラム工法の適用事例は？  
今後の開発・展望は？



TAKENAKA CIVIL ENGINEERING



# ①適用事例(千葉県浦安市)



適用イメージ



住宅地内の地盤改良状況(千葉県浦安市)

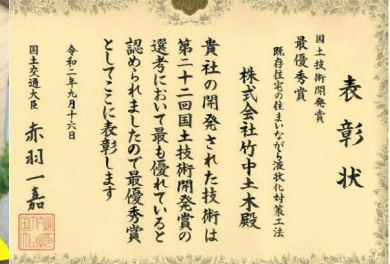
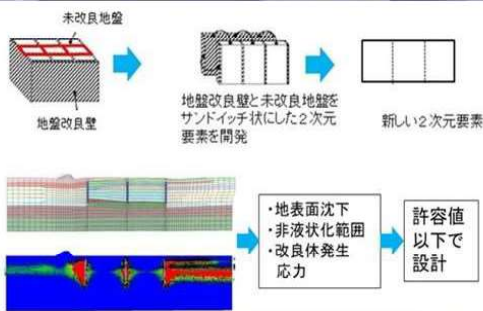
その他、大阪の市街地で1件適用(計2件)

スマートコラム工法の適用により、既設住宅地内(狭隘地)での施工が実現

NETIS登録済み KKK-180001-A(2018年5月)

## ～住みながら宅地境界を地盤改良壁で囲む液状化対策工法～ 既存住宅の住みながら液状化対策工法

### 設計評価手法(疑似3次元解析法)



### 超小型高圧噴射攪拌 (エコタイト工法)

### 小型機械攪拌(スマートコラム工法)





## 技術の特徴

### 住宅間の超狭所施工法

超小型高圧噴射攪拌式エコタイト工法の開発により幅80cmの隙間で施工実現

### 道路部の効率的施工法

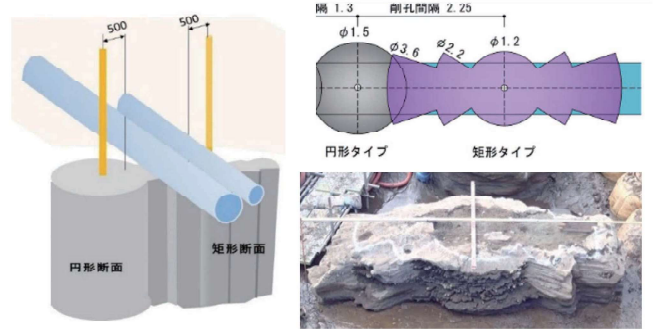
小型機械攪拌式スマートコラム工法の開発により6m幅の街路で施工実現



エコタイト工法



スマートコラム工法



矩形高圧噴射攪拌工法（エコタイト工法）

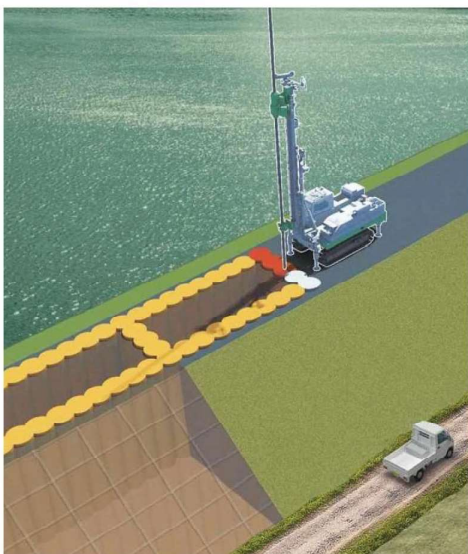
## 技術の効果

- ・ 厚い粘性土層が存在する地区で、既存宅地に影響を与えず**居住した状態で液状化対策を実現**
- ・ 道路部を機械攪拌方式と矩形高圧噴射の併用により**工期22%短縮とコスト28%削減**を達成
- ・ **宅地と街路の一体化対策が可能**となり地震時にインフラが停止せず安心・安全を実現

TAKENAKA CIVIL ENGINEERING

## ⑫作業スペースが限られる

### 海岸堤防やため池の耐震補強に活用



ため池での施工イメージ



盛土法肩での施工実験

- ✓ 従来の大型機では施工できない狭く損傷を受けたため池の堤頂部で大型機並の鉛直精度で、地盤改良による地中壁の施工が可能
- ✓ 狭隘なヤードでも施工できるため、堤防・ため池・農道などの補強工事に適用可能

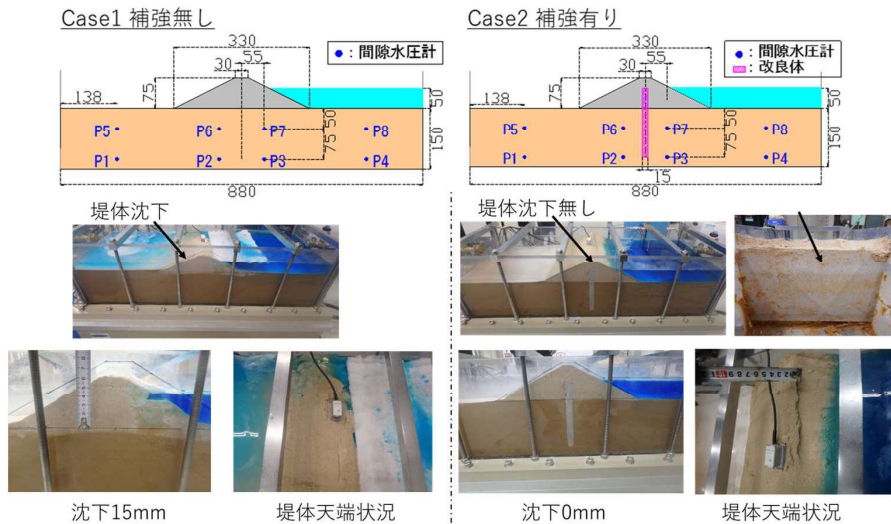
連続地中壁を構築し、ため池や海岸堤防など、狭所で地耐力の低い場所での堤体の円弧すべり抑止や、液状化対策などの補強対策が可能

TAKENAKA CIVIL ENGINEERING

## ⑫作業スペースが限られる 海岸堤防やため池の耐震補強に活用

### ■ ため池堤体の耐震補強工法に関する模型実験(1G)

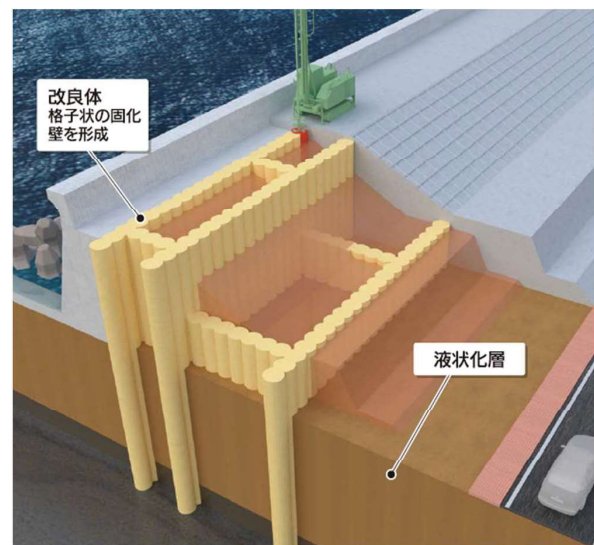
※2023年度第72回農業農村工学会大会講演会投稿



堤防への深層混合処理工法による連壁構築→耐震性あり  
今後、遠心模型実験で詳細検証を実施

TAKENAKA CIVIL ENGINEERING

## ⑬今後の展望



スマートコラム工法により、竹中土木は、  
堤防・農道・住宅地・工場などの狭隘な施工ヤードであっても、  
高品質な地盤改良を実現し、安全・安心な生活づくりに寄与します

TAKENAKA CIVIL ENGINEERING

人と地球の架け橋に



TAKENAKA CIVIL ENGINEERING