

# マルチジェット工法

自由形状・大口徑の高圧噴射攪拌工法

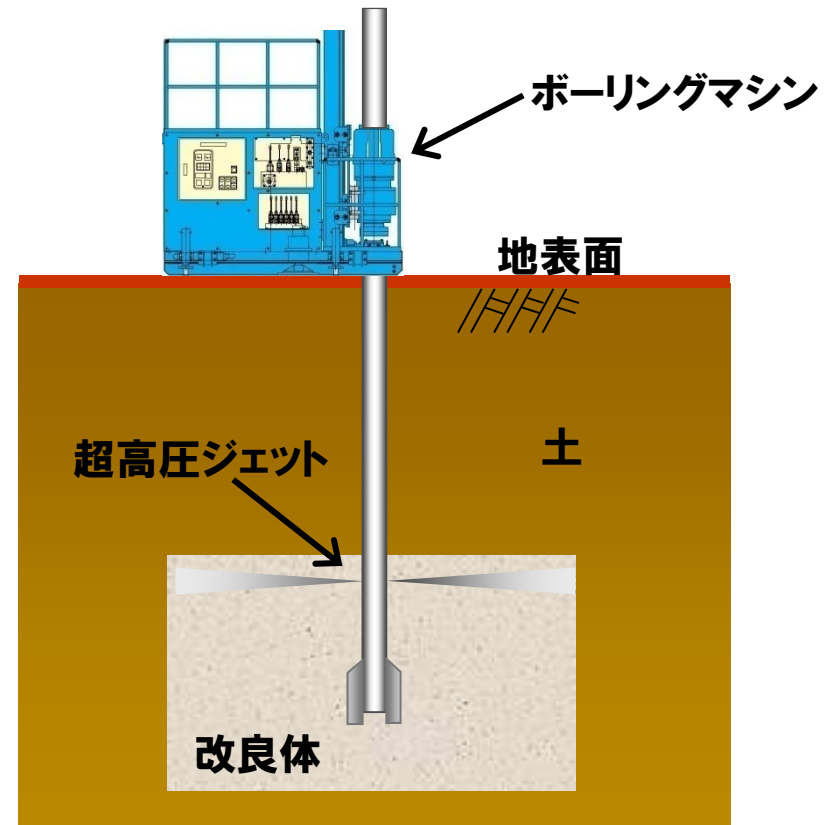


前田建設工業株式会社

# 〈高圧噴射攪拌工法とは〉

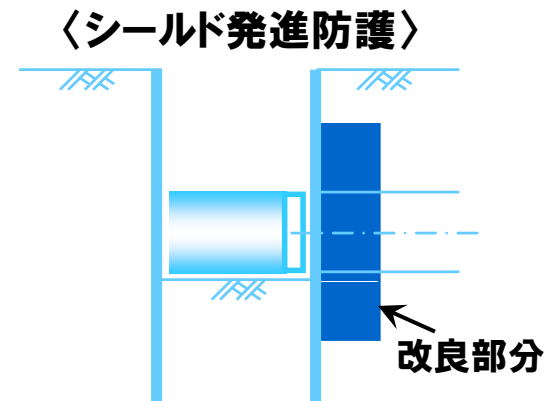
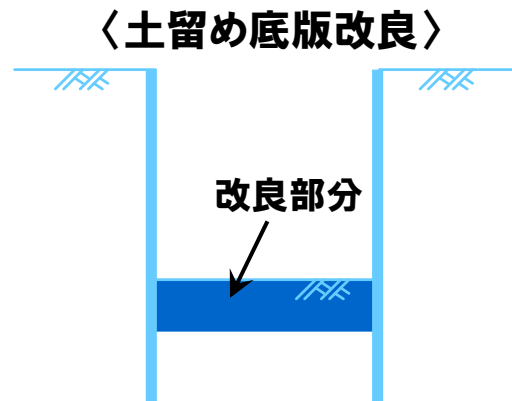
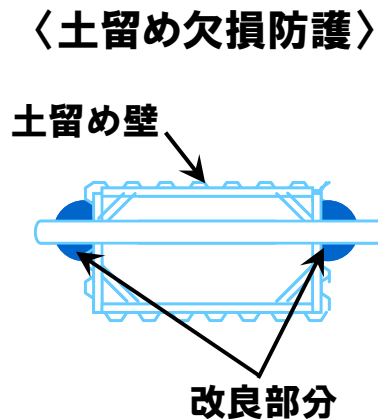
小型のボーリングマシンを用いて、セメントスラリーを超高圧で地中に吐出し、地盤を固結させる工法

【改良体写真(円柱状の改良体)】



【従来の利用方法】

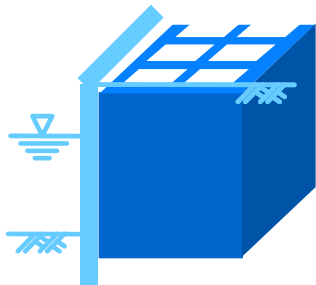
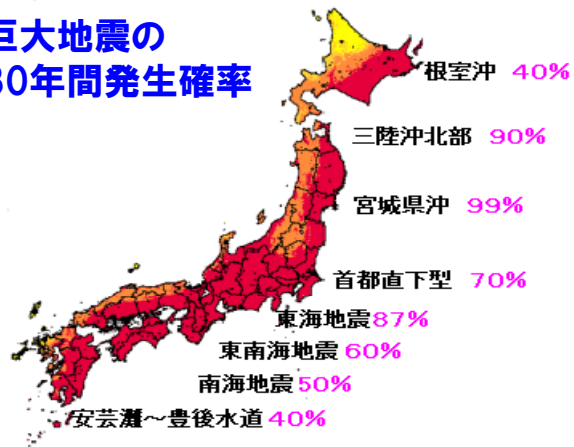
仮設利用がほとんど



# 〈開発の背景とニーズ〉

東海・東南海・南海地震をはじめとした巨大地震の発生が予想されている。

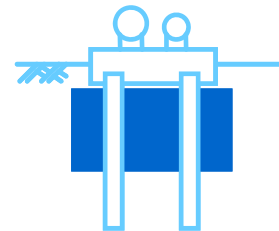
巨大地震の  
30年間発生確率



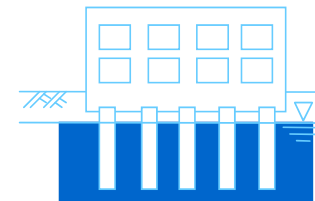
岸壁の耐震



開削トンネルの耐震

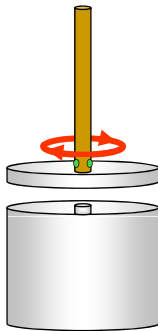
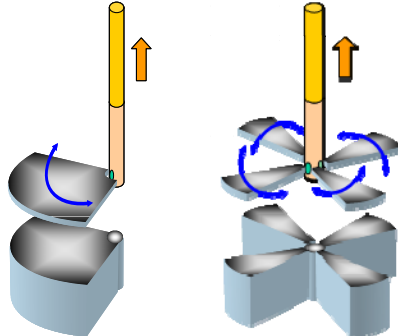


配管基礎および建物の耐震



高圧噴射攪拌工法の**本設利用**のニーズも増加

## 〈マルチジェット工法概要〉

項目	従来工法 (高圧噴射攪拌工法)	マルチジェット工法
造成マシン	回転式	精度の高い揺動式
使用ロッド	単管、二重管、三重管	多孔管 (9孔)
改良体構築方法	<p>円形の改良体</p> 	<p>任意の角度で構築</p> 

### 〈マルチジェット工法標準仕様〉

項目	仕様
噴射方法	超高圧硬化材液と圧縮空気
使用ロッド	多孔管(9孔)
1方向噴射あたりノズル数	2~4個
硬化材圧力	40MPa
硬化材吐出量	150~600L/min
引き上げ速度	任意(条件毎に設定)

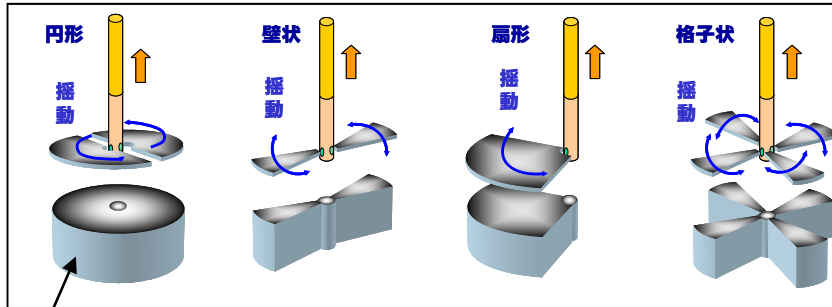


*Video*



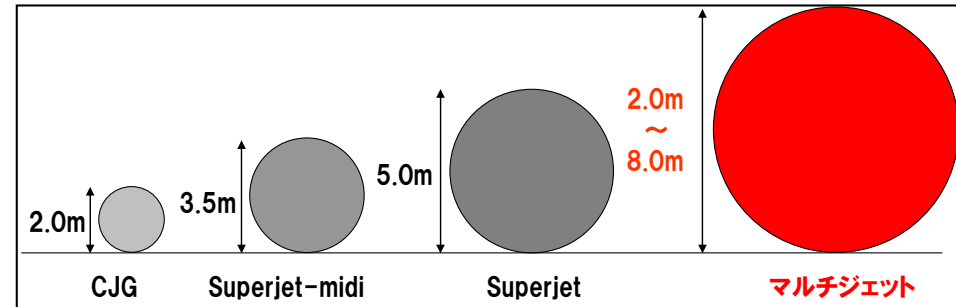
# 〈マルチジェット工法特徴のまとめ〉

## ① 自由形状



従来工法は円形が主流

## ② 大口径改良 (国内最大級)



コストダウン、工期短縮および環境負荷軽減

## ③ 礫混じり土 (転石) への対応

## ④ 狭隘かつ空頭制限のある場所での適応

## ⑤ 高品質管理

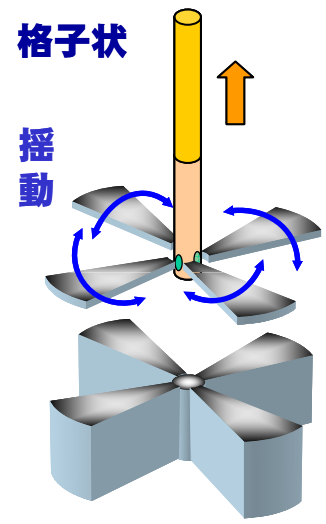
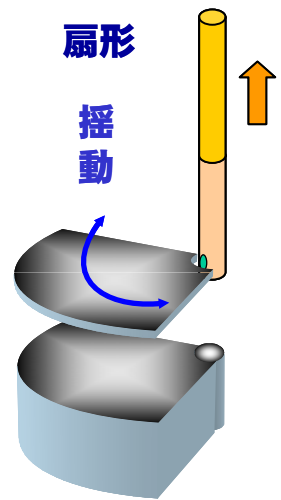
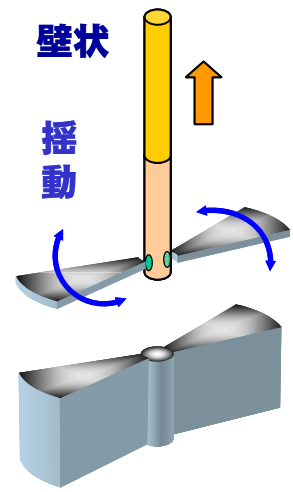
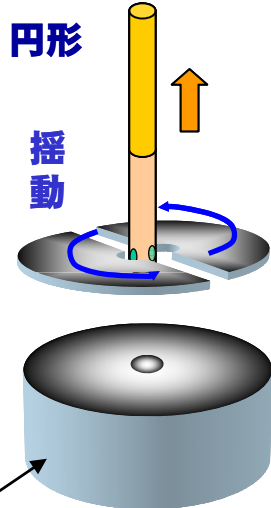
施工後即日、

- Ⅰ 改良位置の管理
- Ⅱ 改良径の測定
- Ⅲ 改良強度・剛性の推定

## ⑥ 既設構造物への影響低減効果

# 〈マルチジェット工法特徴〉

## ① 自由形状

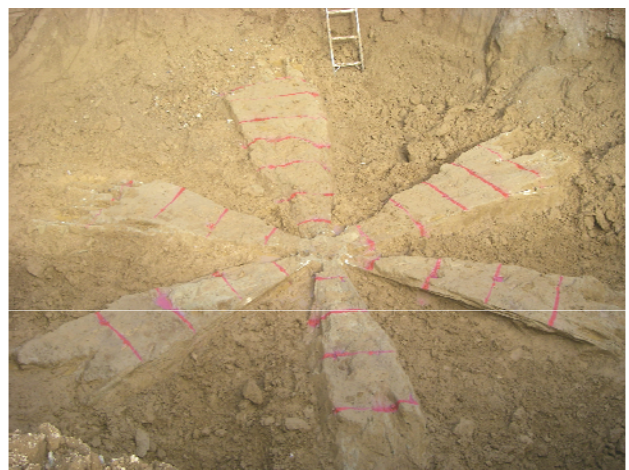


従来工法は円形が主流

扇形改良

多方向改良

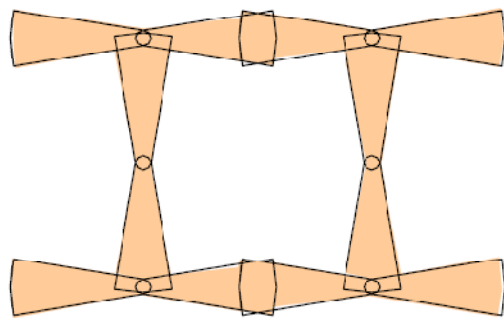
壁状・格子状改良



## ● 壁状・格子状改良

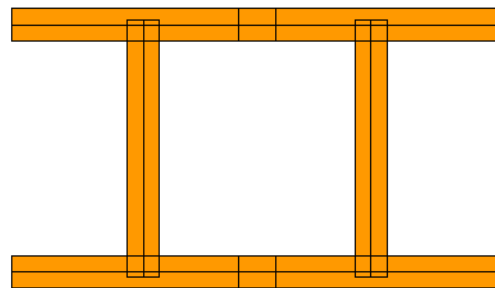
任意の壁厚の改良体を造成するための専用モニター（壁状・格子状）

さらに効率的な形状にすることができ、改良体積の低減が可能

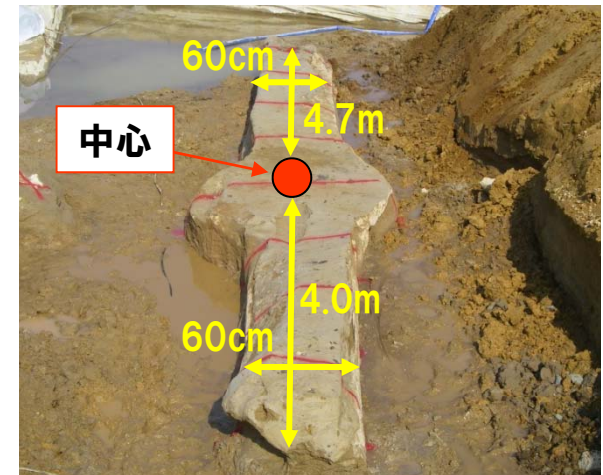


従来の揺動式

改良体積  
約10%減



壁状・格子状モニター

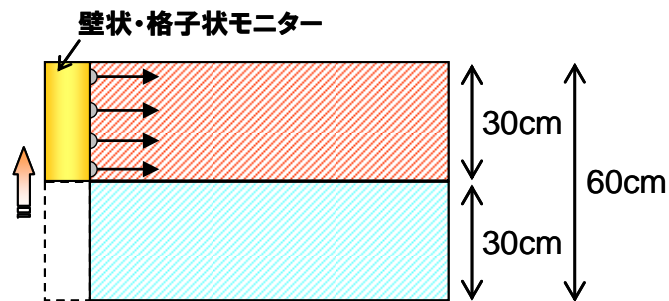


＜施工順序(例:60cmの壁を造成する場合)＞

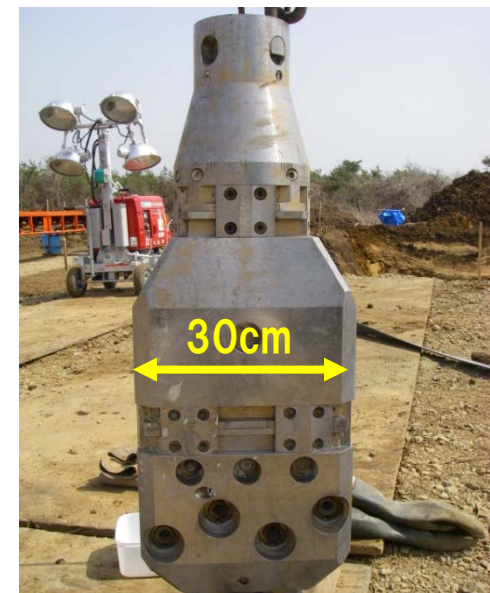
- ① 壁厚30cmの改良体を造成
- ② マシンのスライド機構を利用して30cm移動させ、壁厚30cmの改良体を造成



壁状・格子状モニター



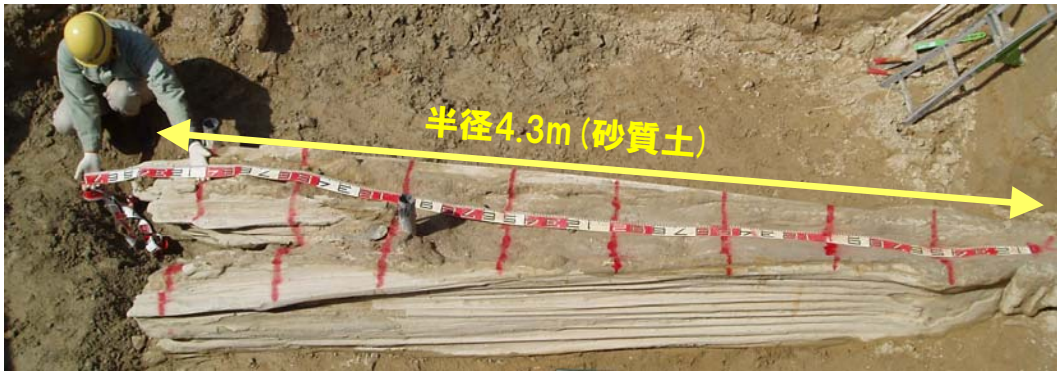
平面図





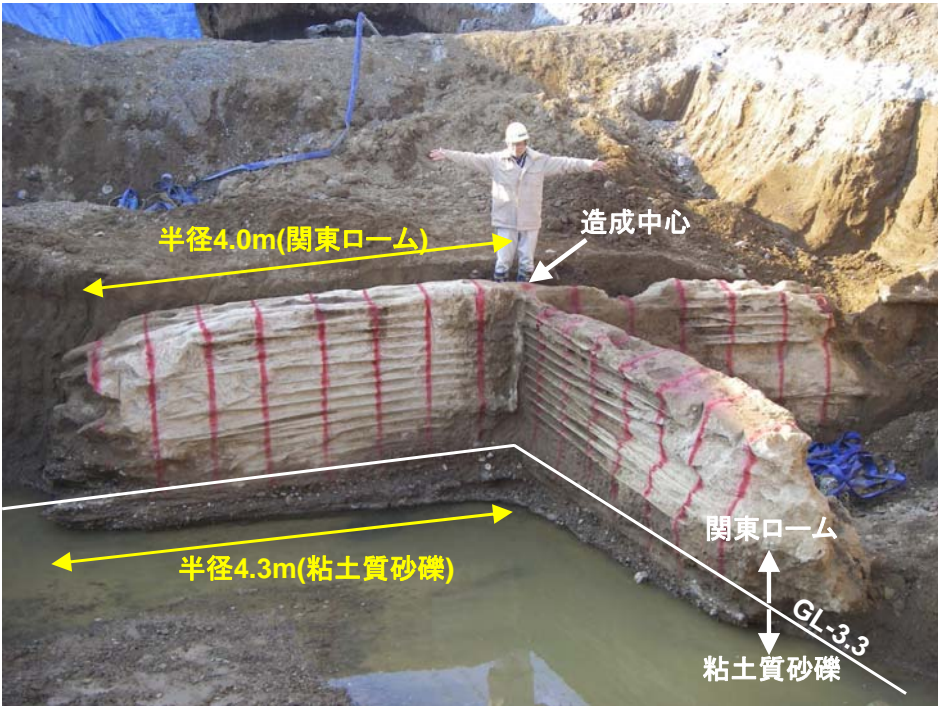
**② 大口径改良 (国内最大級)**

**直径 φ 8.0m (半径4.0m) ※従来は φ 5.0mが最大**



← **砂質土**

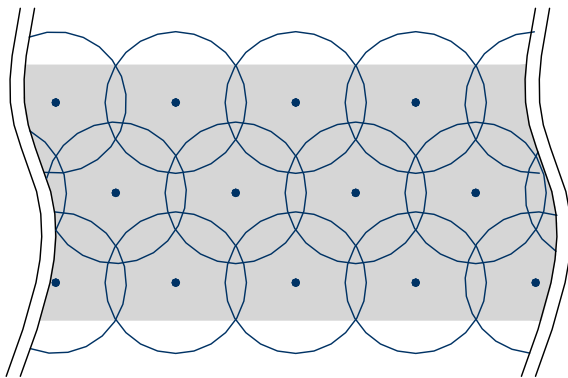
**関東ローム  
砂礫** →



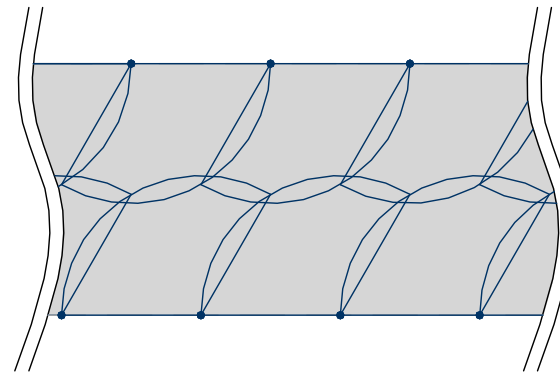
# コストダウン、工期短縮および環境負荷軽減

## 自由形状と大口径改良の特長により低コスト・工期短縮を実現

- ・改良体積の低減
- ・施工本数の低減
- ・排泥処分の低減



従来工法

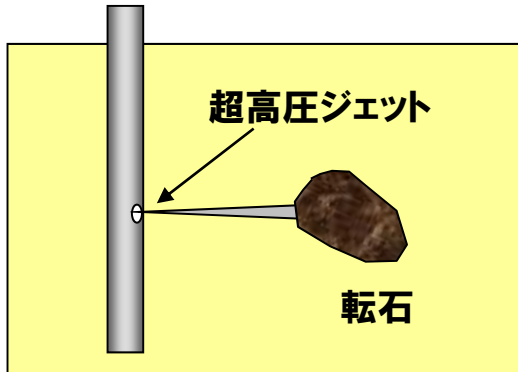


マルチジェット工法

・・・設計改良範囲

### ③ 礫混じり土 (転石) への対応

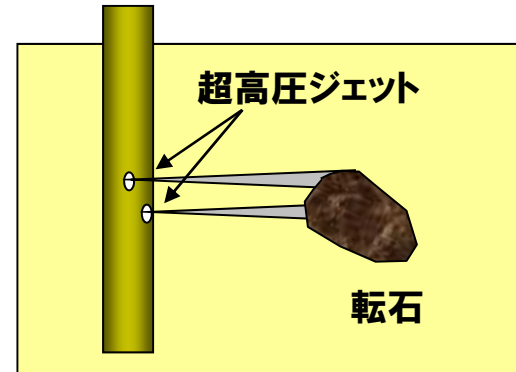
#### 従来工法(シングルノズル)



礫が動きにくい

未改良部が残りやすい

#### マルチジェット工法(ツインノズル)



2つのジェットが同時に当たるため、礫が動きやすい

未改良部が残りにくい

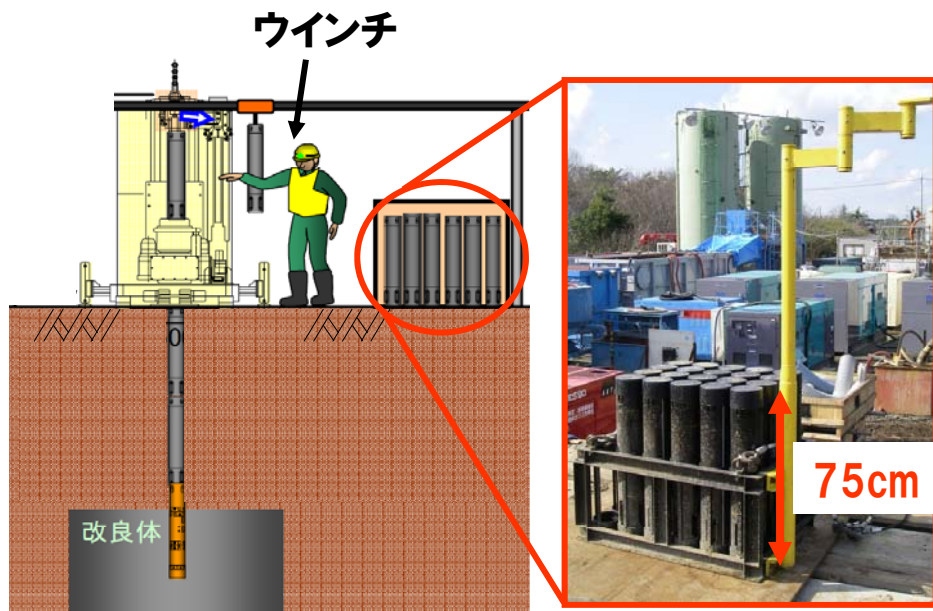


#### ④ 狭隘かつ空等制限のある場所での適応

自走式かつクレーン無しの施工が可能な小型マシン



狭隘な場所、空頭制限 (高さ2.3m) がある場所でも施工が可能



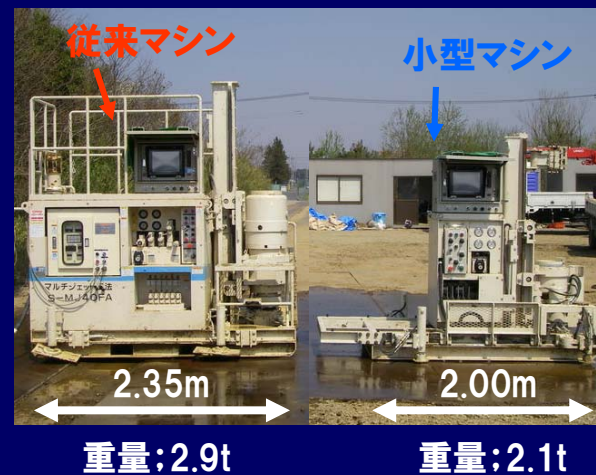
施工状況イメージ

ロッドスタンド

●正面図



●側面図



## ⑤ 高品質管理

### I. 改良位置・・・リアルタイムに改良位置、方向をモニタリング

● 管理装置 → マシンの制御及び施工状況の一括管理

管理装置



造成マシン

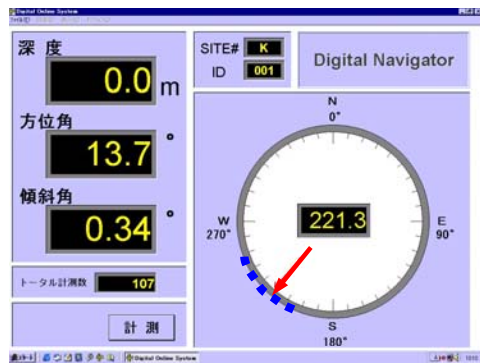


深度、揺動角度、回転速度、  
噴射時間、流量、圧力など

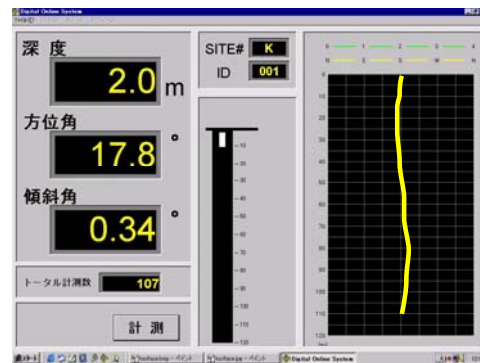
● 専用計測器(傾斜計&絶対方位計) → 3次元座標管理



専用計測器画面

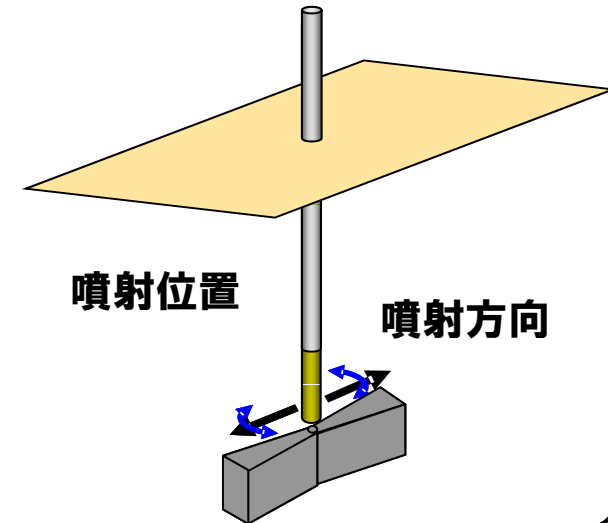


施工しながら孔曲がり測定が可能



..... 噴射範囲  
 ← 噴射方向

—— 軌跡



## ⑤ 高品質管理

### Ⅱ. 改良径・・・ビデオコーンにより改良直後に測定

コーン貫入装置



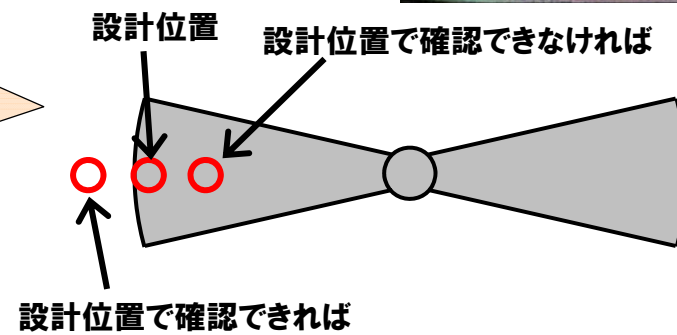
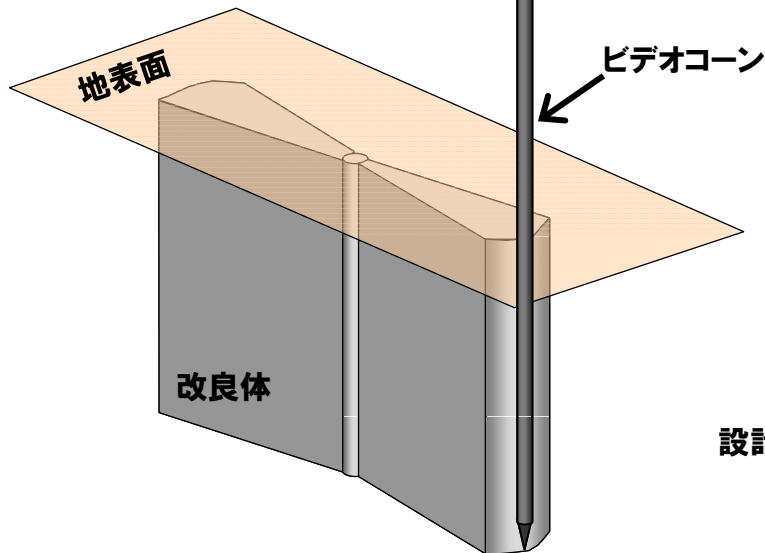
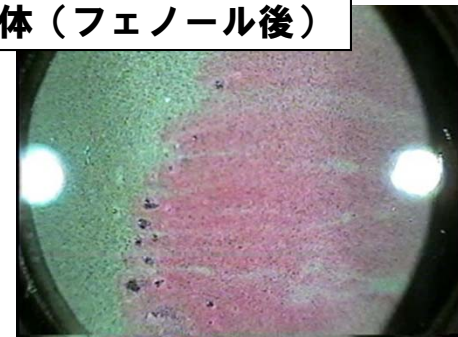
コーン先端部



改良体（フェノール前）



改良体（フェノール後）



○ ...ビデオコーン確認位置

# Video





## ⑤ 高品質管理

Ⅲ. 改良強度・・・サンプリングコーンにより改良直後の未固結改良体を採取し、3日程度で推定

### ● サンプリングコーンによる改良体のサンプリング

コーン貫入装置



サンプリングコーン先端部

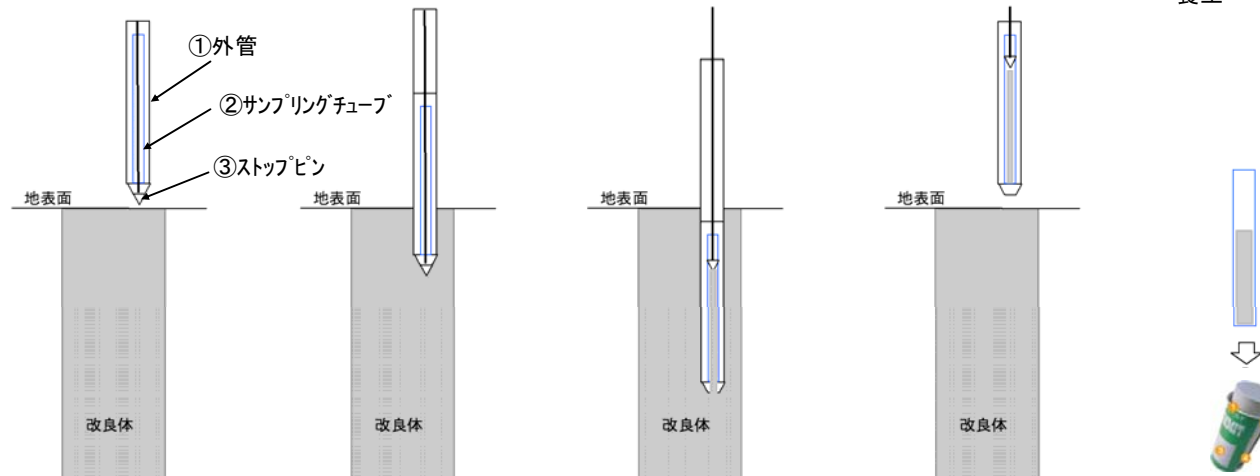


コーンの構成部品



サンプリング方法

- ① 所定の位置にセット  
→ 貫入開始
- ② 所定の深度に到達  
→ ストップピンを解放
- ③ ロッドを貫入して  
サンプリング
- ④ サンプリング後、  
ロッド回収
- ⑤ モールドに詰めて、  
養生



# Video

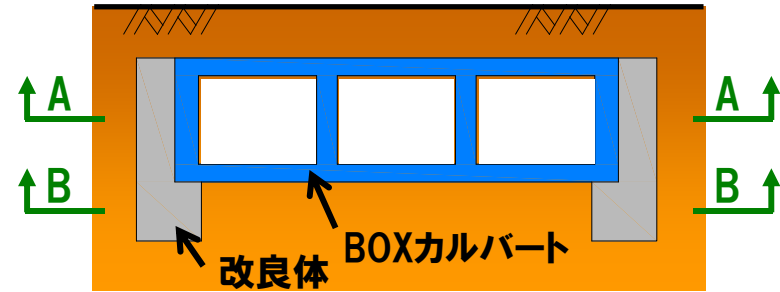


クリック

## ⑥ 既設構造物への影響低減効果及びコストダウン

### 適用例①（BOXカルバート側方改良、底版改良）

- 自由形状による既設構造物への影響軽減及びコストダウン



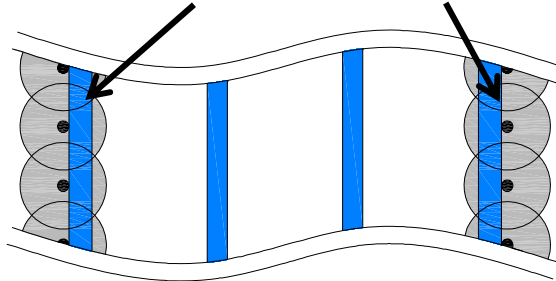
#### 平面図

#### <従来工法>

構造物に向けて噴射

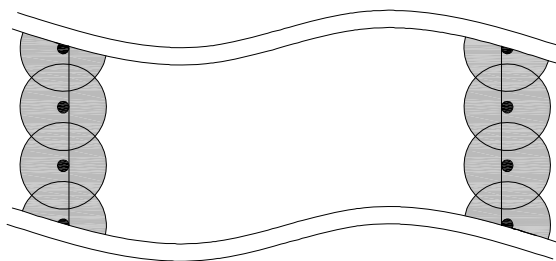
#### A-A断面

全円改良



#### B-B断面

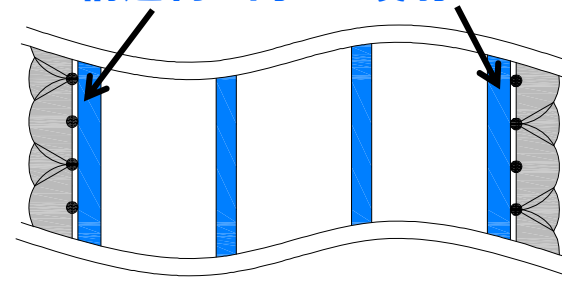
全円改良



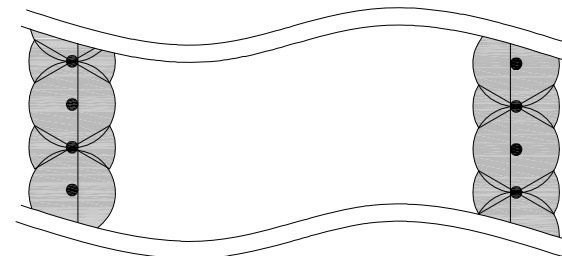
#### <マルチジェット工法>

構造物に向けて噴射しない

半円改良  
+  
扇形改良



全円改良  
+  
扇形改良



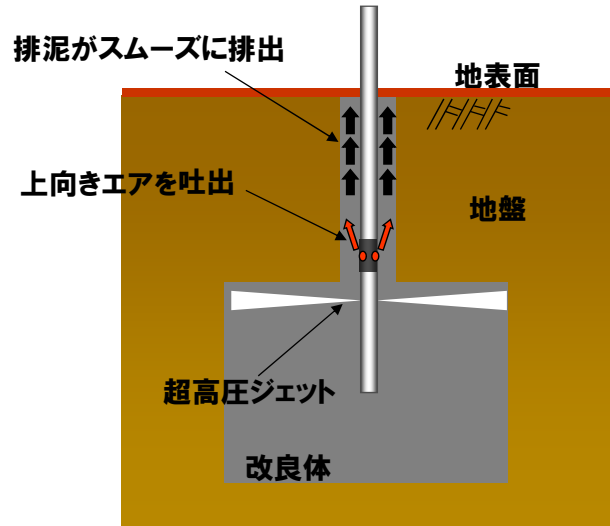
自由形状により、改良体積の低減

⇒ 従来工法より10~30%程度のコストダウン

# ● 排泥閉塞リスク軽減による既設構造物への影響軽減

## バックエア機構

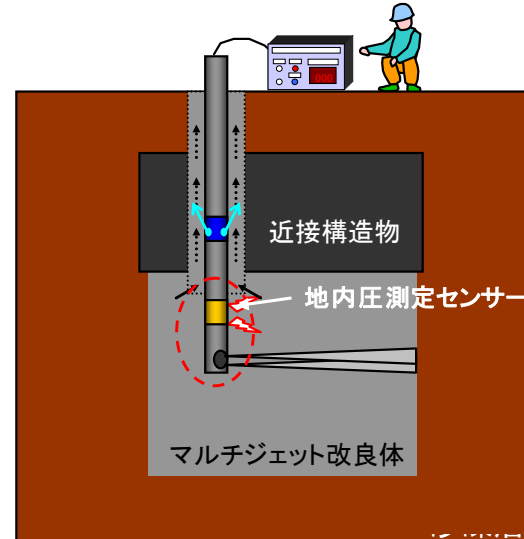
上向きエアにより排泥の排出がスムーズになる



バックエア管

## 地内圧測定機構

地内圧をリアルタイムで監視



地内圧測定センサー

## 〈ボックスカルバート適用のメリットのまとめ〉

### i 既設構造物への影響低減

構造物に向けて噴射しない

バックエア機構、地内圧測定機構の採用

防水シートが破損しない

構造物の変状防止

### ii コストダウン(改良体積低減、産廃処分費低減)

自由形状(扇形改良)による改良体積の低減 ➡ 従来工法と比較して10~30%程度のコストダウン

## ⑥ 既設構造物への影響低減効果及びコストダウン

### 適用例②（矢板式護岸背面改良）

#### ● 海へのスラリー漏洩リスクの低減

護岸背面を壁状に改良

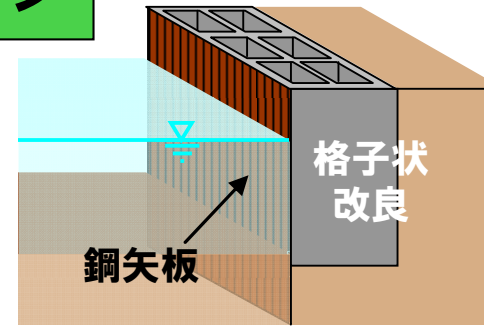
鋼矢板に向かって噴射する必要なし

海へのスラリー漏洩リスク低減

#### ● 自由形状によるコストダウン

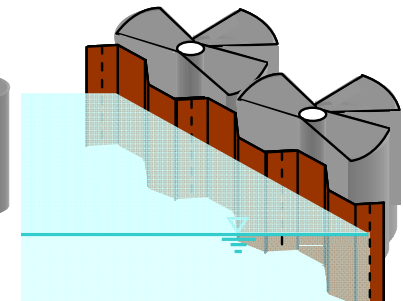
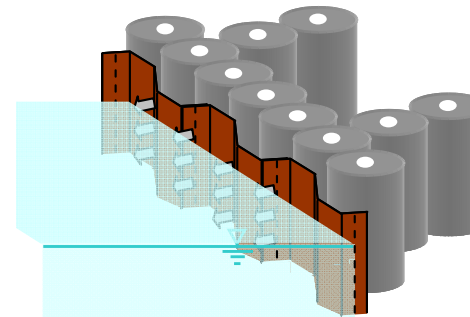
壁状改良による無駄のない配置

従来工法と比較して60%のコストダウン



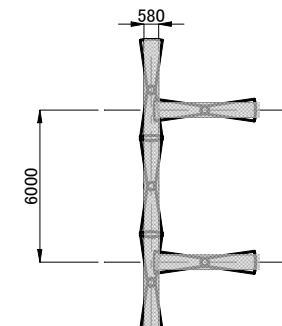
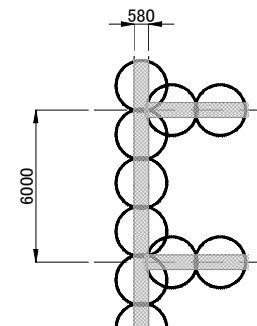
〈従来工法〉  
円形改良

〈マルチジェット工法〉  
壁状改良



改良径…φ2000

改良径…φ4000



●●●設計改良範囲

# 〈施工事例1〉A社物流施設地震（液状化）対策工事

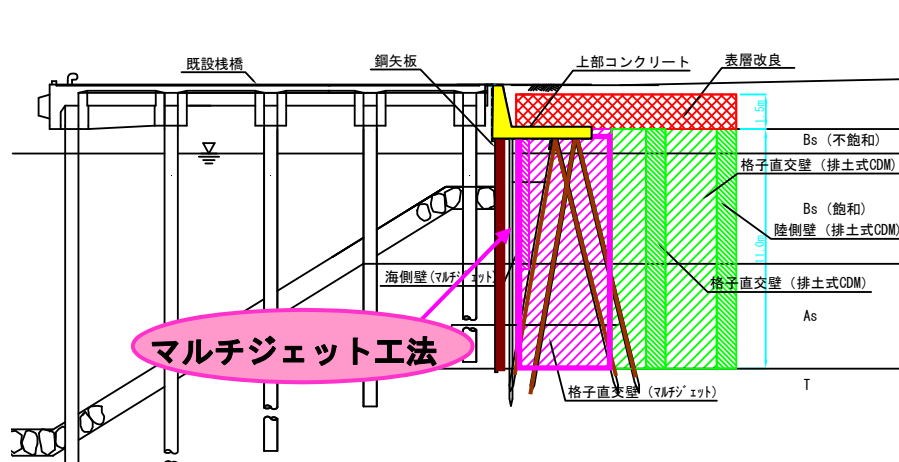
● 工事内容：地震時の岸壁変位を抑制するため、背面を格子状に地盤改良する工事

## マルチジェット仕様

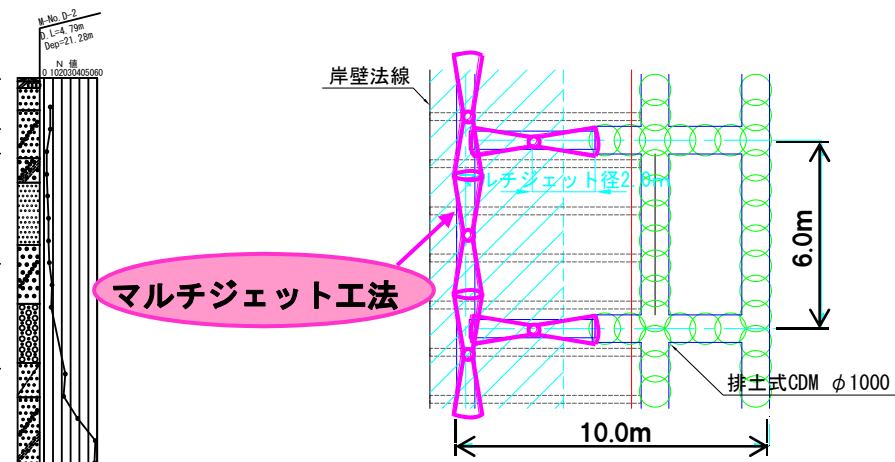
半径	R=2.0m
角度	25°
改良長	約11m
対象土層	埋土（砂）



## 格子状改良を効率良く施工することが可能



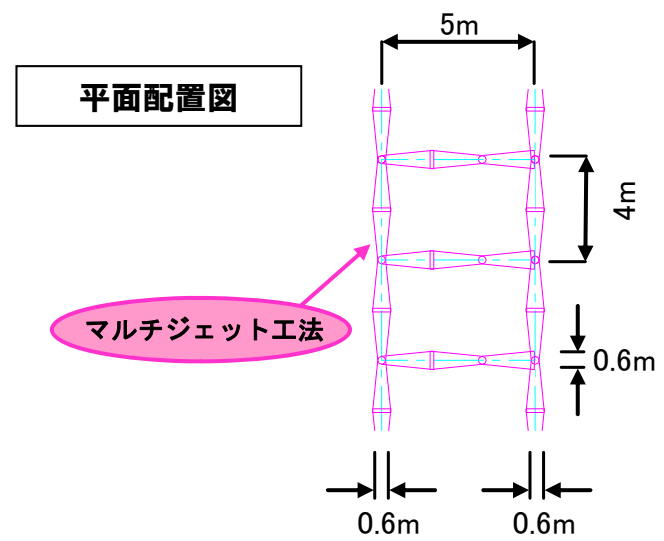
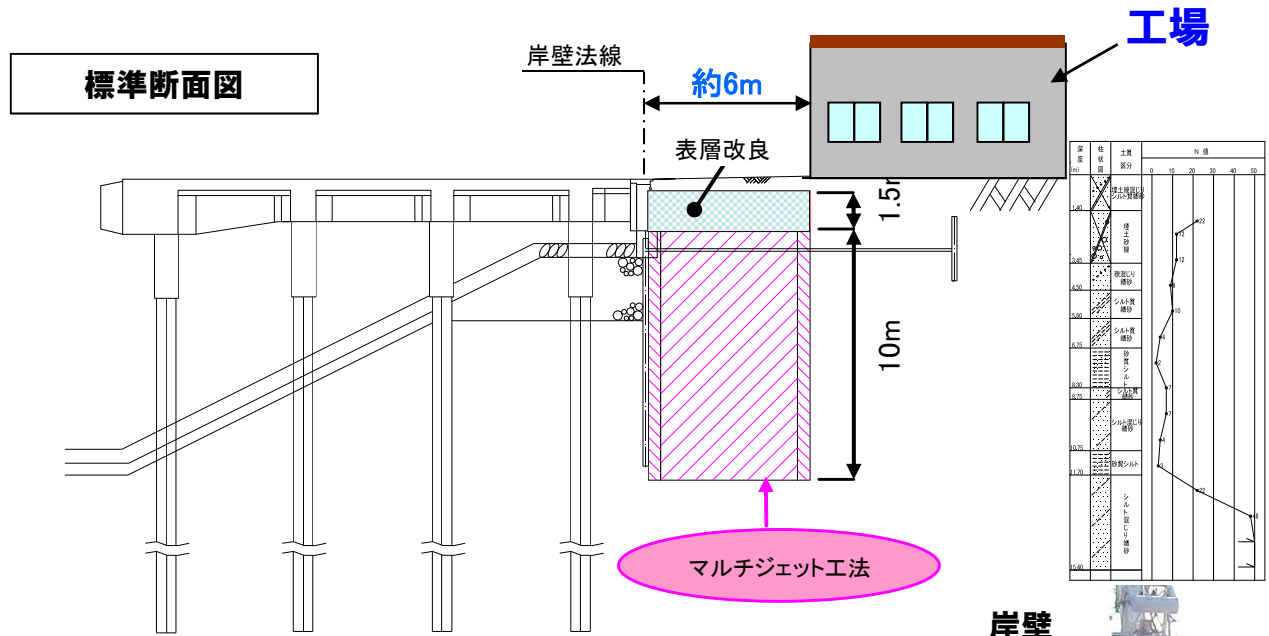
標準断面図



標準平面図

# 〈施工事例2〉B社F工場地震（液状化）対策工事

● 工事内容：地震時の岸壁変位を抑制するため、背面を格子状に地盤改良する工事



狭隘な場所での施工が可能

## 〈施工実績〉

工事名【工事内容】	発注者	数量(m3)	時期
街路構造及び下水施設工事(15花-2) 【土留め壁底盤改良及び歯抜け防護】	東京都建設局	280	H15.9
一級河川 寝屋川大日南 調整池構築工事(取水施設工) 【シールド発進・到達立坑地盤改良】	大阪府寝屋川 水系改修工営所	1,868	H20.1～ H20.10
物流施設地震(液状化)対策工事 【岸壁耐震補強】	A社	3,373	H19.6～ H20.1
阪和自動車道 海南インターチェンジ工事 【土留め壁耐震補強】	西日本 高速道路(株)	630	H19.9～ H19.9
F工場地震(液状化)対策工事 【岸壁耐震補強】	B社	1,447	H19.9～ H20.1
G工場地震(液状化)対策工事 【岸壁耐震補強】	C社	3,543	H19.10～ H20.3
目黒区八雲1丁目～ 柿木坂付近配水管(φ800)新設工事 【ライナープレート掘削防護】	東京都水道局	250	H20.5～ H20.6
盛土耐震補強工事	D社	1,258	H20.9～ H20.11
放水路旧護岸除却工事・除却関連改修工事 【放水路護岸補強】	E社	1,220	H20.12～ H21.1
戸塚駅前北区中央土地区画 整備事業道路本体構造工事其の3 【土留め補強】	横浜市道路局	248	H21.1



# 〈技術審査証明〉



**建設機械化技術  
建設技術審査証明書**  
建審証第0901号

技術名称：マルチジェット工法  
(自由形状・大口径高圧噴射攪拌工法)

〔開発の趣旨〕  
高圧噴射攪拌工法は、従来から主として仮設用途に利用されているが、改良半径が小さく改良形状が限定されているため、無駄な改良部分や多量の掃泥が発生し、頻繁な投取替えが必要であった。また近年、既設構造物の耐震補強や流状化対策、狭径部や本設構造物などへの適用ニーズが高まってきており、高度な品質管理が要求されてきている。  
マルチジェット工法は、上記の課題を解決してコスト削減、環境負荷低減等を図り、近年のニーズに対応するため、改良体造成を自由形状（扇形、壁状、格子状など）かつ大口径化するとともに、リアルタイムな施工管理および造成後早期に品質確認ができる高圧噴射攪拌工法として、専用小型ボーリングマシンを含めて開発したものである。

〔開発の目標〕  
(1) 従来の高圧噴射攪拌工法と同等の適用地盤において、自由形状および大口径改良体の造成ができること。  
(2) 従来の高圧噴射攪拌工法と同等の適用地盤において、従来工法と同等の品質を連続的に確保できること。  
(3) 施工状況をリアルタイムに計測管理できること。  
(4) 造成直後に改良径を確認でき、品質確認用の改良土を採取できること。

〔附〕日本建設機械化協会 建設技術審査証明事業（建設機械化技術）実施要領に基づき、依頼のあった『マルチジェット工法（自由形状・大口径高圧噴射攪拌工法）』の技術内容について下記のとおり証明する。  
平成 21 年 6 月 24 日

建設技術審査証明事業実施機関  
社団法人 日本建設機械化協会  
会 長 辻 靖 三

記

1. 審査証明の結果  
上記の趣旨・開発の目標に照らして審査した結果は、以下のとおりであった。  
(1) 従来の高圧噴射攪拌工法と同等の適用地盤において、自由形状および大口径改良の造成ができることが認められた。  
(2) 従来の高圧噴射攪拌工法と同等の適用地盤において、従来工法と同等の品質を連続的に確保できることが認められた。  
(3) 施工状況をリアルタイムに計測管理できることが認められた。  
(4) 造成直後に改良径を確認でき、品質確認用の改良土を採取できることが認められた。

2. 審査証明の前提  
(1) 審査証明の対象とする工法は、所定の適用条件のもとで適正な材料・機械を用いて施工されるものとする。  
(2) 審査の対象とする工法に用いる装置は、適正な品質管理のもとに製造され、必要な点検、整備を行い、正常な状態で使用されるものとする。  
(3) 審査の対象とする工法は、適正な施工、機械操作および施工管理のもとに行われるものとする。

3. 審査証明の範囲  
審査証明は、依頼者より提出された開発の趣旨、開発の目標に対して設定した確認方法により確認した範囲とする。

4. 審査証明の詳細（別添）

5. 審査証明の有効期限 平成26年6月23日

6. 審査証明の依頼者  
前田建設工業株式会社 東京都千代田区富士見2丁目10番26号  
有限会社ニューテック研究社 大阪府大阪市北区松ヶ枝町6番17号  
株式会社ミヤマ工業 東京都千代田区富士見2丁目10番32号