



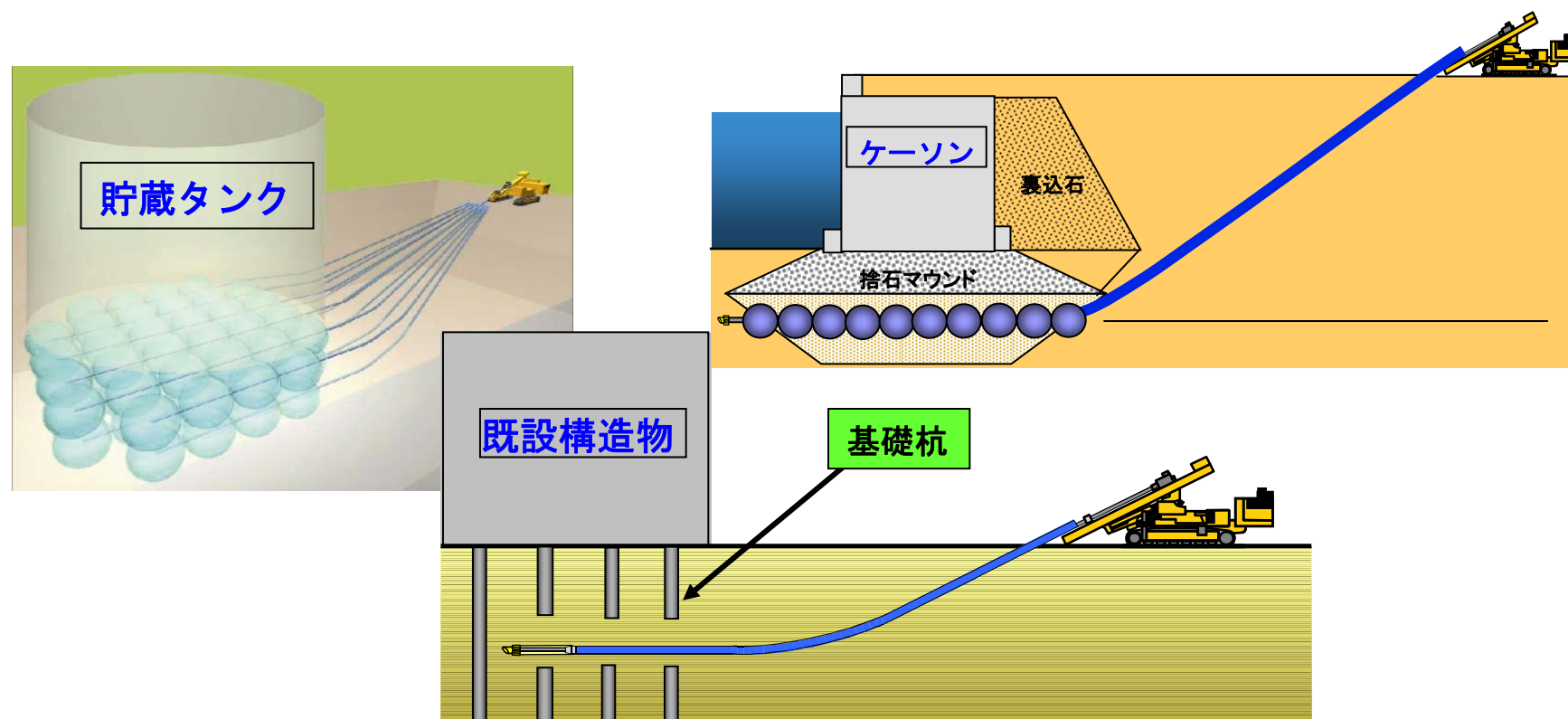
「曲がり削孔工法」

1. 開発の主旨と目標
2. 開発工法の概要と施工法
3. 評価方法と評価結果
4. 工事実績
5. まとめ

1. 開発の主旨

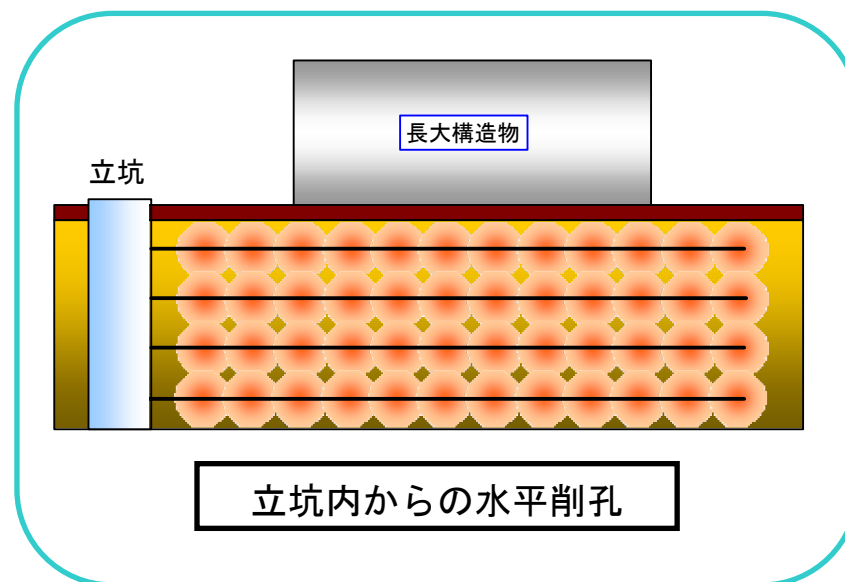
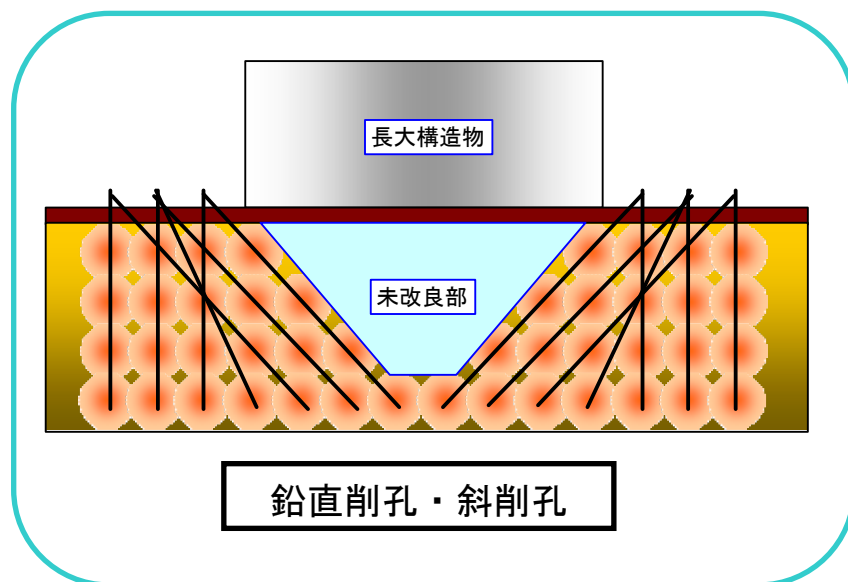
既設構造物直下の地盤の耐震補強（液状化対策、等）が重要化

構造物を供用のまま直下地盤を削孔し地盤改良



自由な曲線を描いて削孔できる施工法

■従来技術-1：直斜削孔工法と水平削孔



課題

- ・ 未改良部の発生
- ・ 立坑構築スペースが必要
- ・ 長距離施工では直進性確保が困難

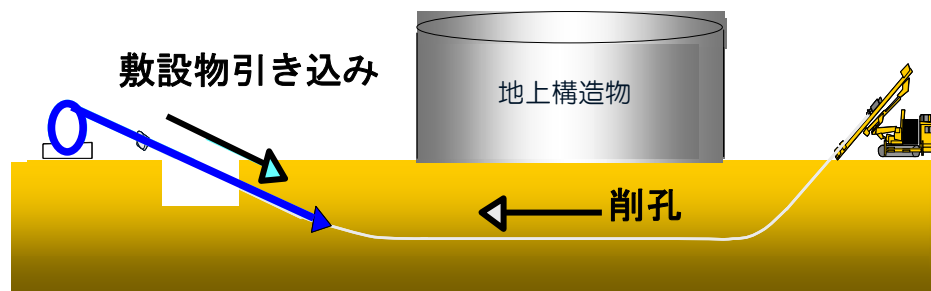


地上構造物が
長大になると施工不可

■従来技術-2：HDD工法

HDD工法の応用

貫通方式の課題

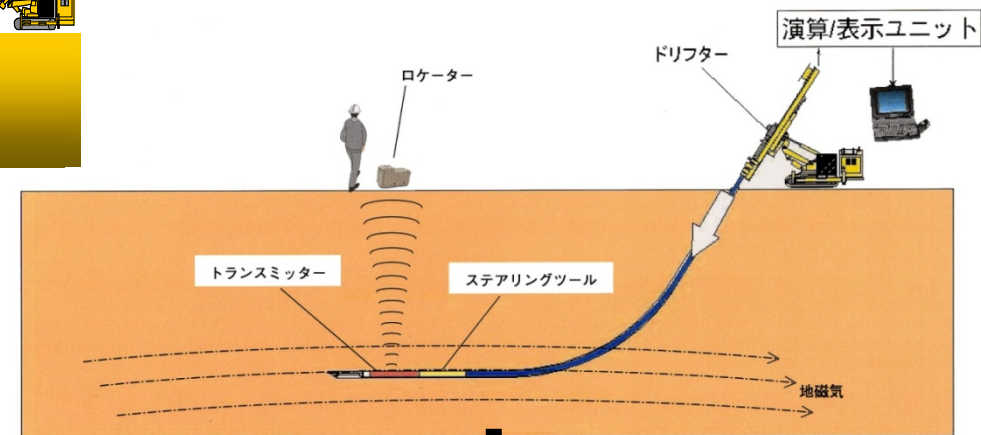


単管削孔後バックリーミングで
敷設物を引き込む



- ①貫通するために上向き削孔が必要
- ②地中壁直前までの施工困難
- ③深度が深くなると施工困難

削孔位置検知装置の課題



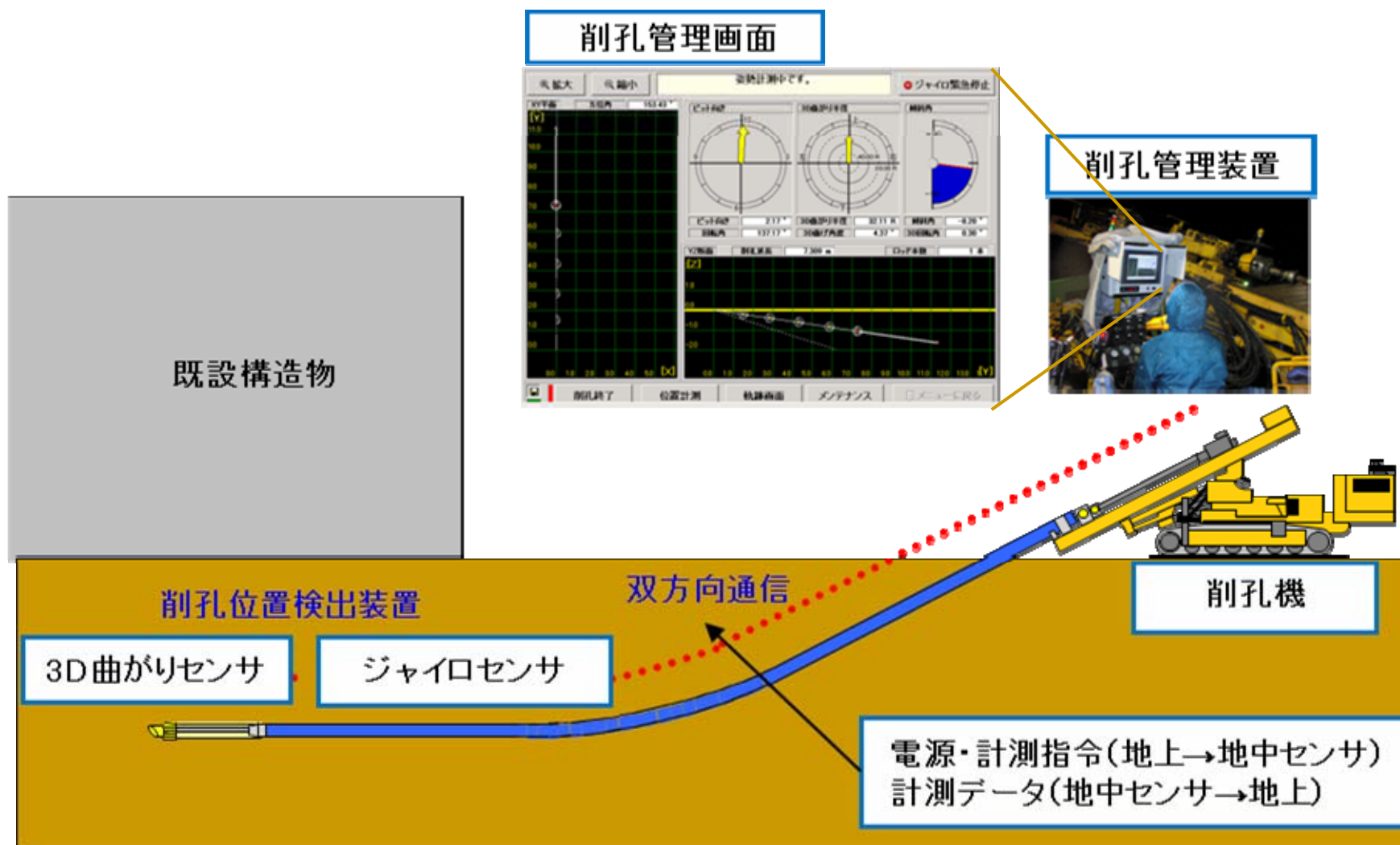
- ①地上構造物があり位置計測不可
- ②磁性体の影響により誤差大
- ③削孔深度10m以上で誤差大



■開発の目標

- ①構造物直下の地盤において、地表から削孔位置を
探査することなく、リアルタイムで姿勢を検出し、
位置を算出することにより目標位置に誘導可能なこと
- ②地中に磁性体を含む障害物があっても、
その位置が分かれば、
曲がり性能の範囲でこれを避けて削孔できること
- ③曲線部の最大交角 27° 、曲線部2箇所以内、
最小曲線半径30mの3条件において、
所要の精度で目標位置に誘導可能なこと
- ④地盤改良に用いる場合、
削孔・注入の全作業を一方向から施工できること

2. 開発工法の概要



■削孔機

日本製のクローラドリル(MCD10)を改造
曲がり削孔専用機

削孔管理装置
取付け台

通信用
スリッリング

二重管着脱用
チャッキング
ブロック



専用リーダ

ロッド
シフター

■二重管削孔ロッド

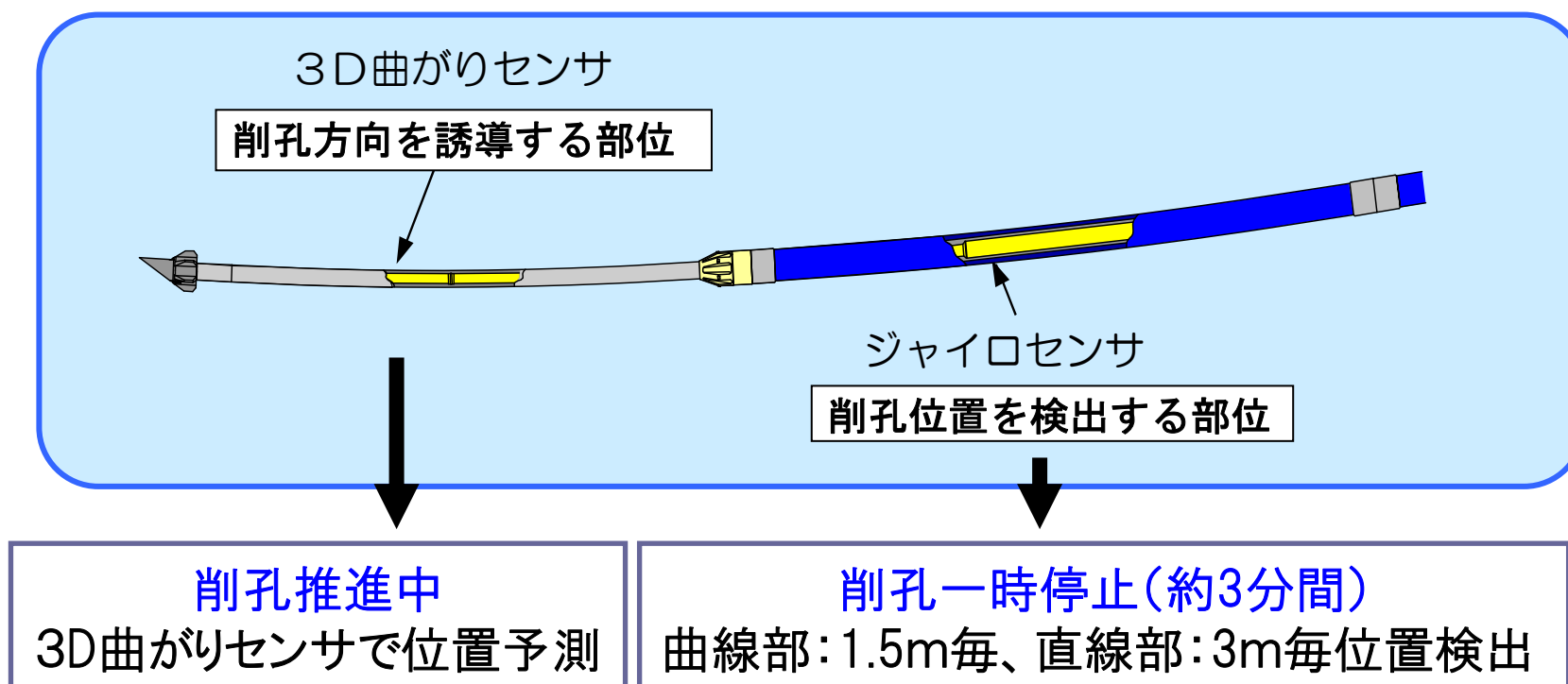


直線部削孔：削孔ロッドを回転しながら押し込む
曲線部削孔：削孔ロッドを回転させずに押し込む
削孔到達点：地中で先端ビットを切り離す（ロストビット）

■削孔位置検出装置

ジャイロセンサ : 独自開発の新型ジャイロ
水平方位（絶対方位）、鉛直傾斜の位置座標演算用データ

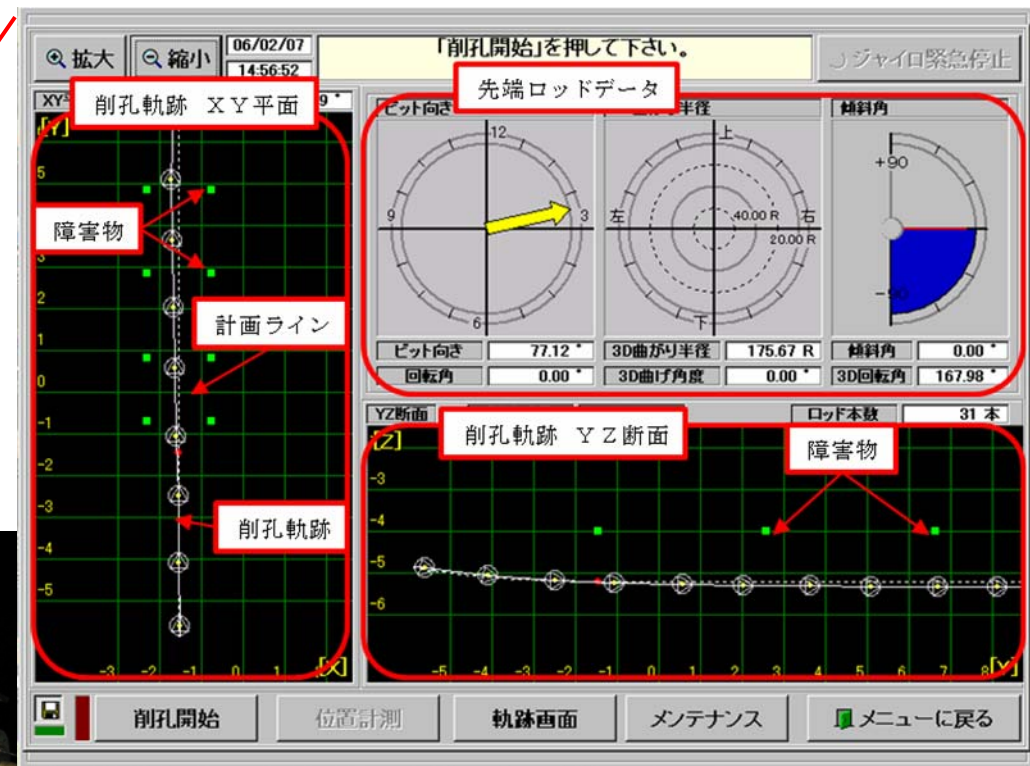
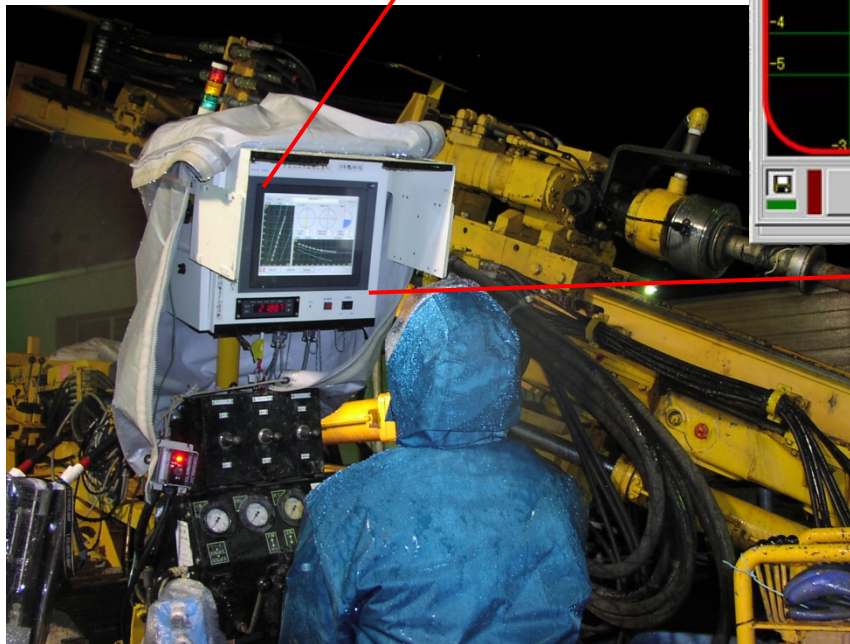
3D曲がりセンサ : ロッド先端部の曲がり形状（曲がりの半径、向き）データ



■削孔管理装置

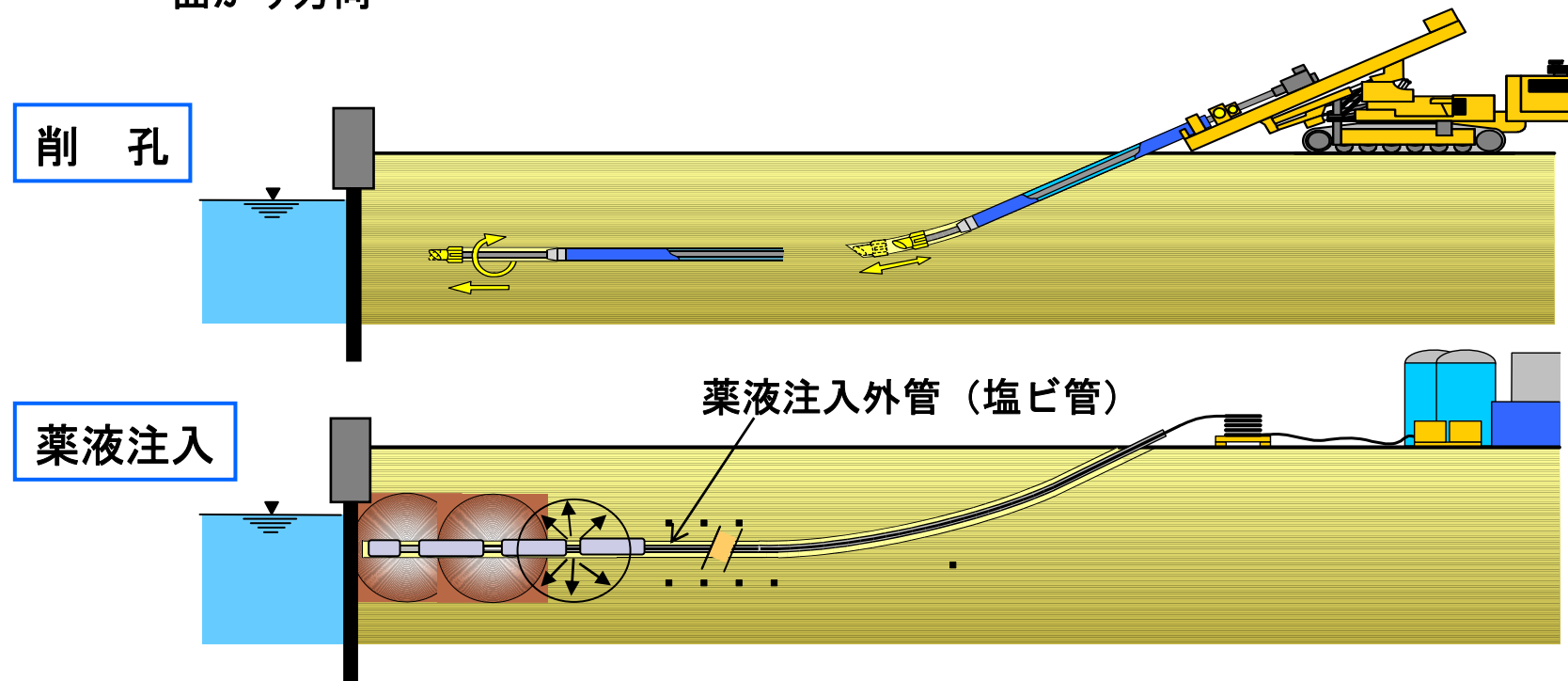
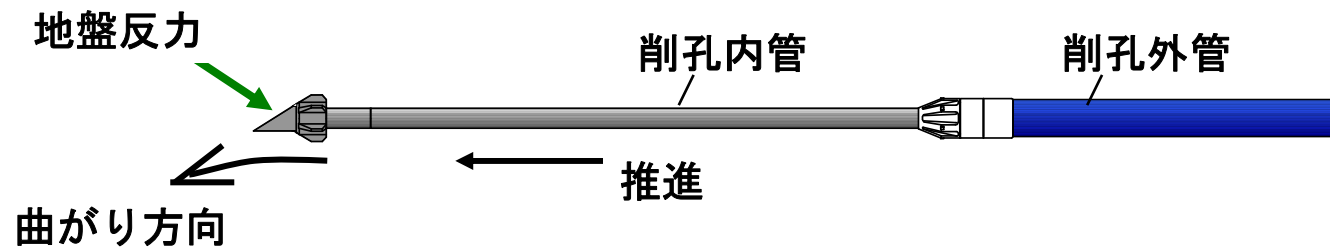
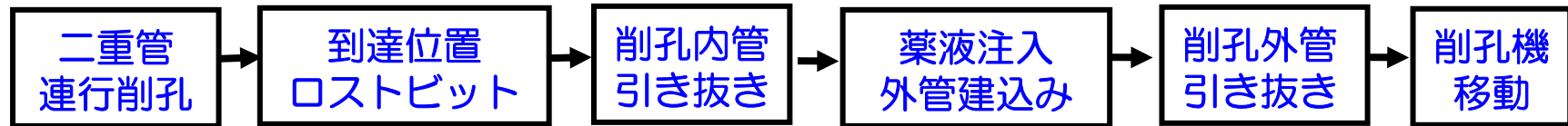
削孔機の運転席で管理

- ・ 全ての制御・操作
- ・ 自由度の高い曲線施工



- ①曲がりデータ、位置検出データ表示
- ②削孔計画ライン、実削孔ライン表示
- ③削孔計画ライン近傍の障害物表示
- ④ジャイロセンサの状態監視
- ⑤削孔データ保管、解析

■施工法（地盤改良の場合の施工フロー）



3. 評価方法と評価結果

■単体試験

- ・ 製品完成時： 3D曲がりセンサ曲がり量、曲がり向きの単体試験
ジャイロセンサ方位角・傾斜角・回転角の単体試験
- ・ 現場使用後： ジャイロセンサ方位角・傾斜角・回転角の単体試験

■削孔実験

- ・ 全国5カ所の砂質地盤にて曲線施工性、長距離施工性、位置検出精度等を確認

評価項目		評価方法・評価結果			
		単体試験		削孔実験	工事実績
		製品完成時	現場使用後		
施工性	曲線施工性	—	—	○	○
	長距離施工性	—	—	○	○
	作業性	—	—	○	○
位置検出 精度	位置検出装置	○	○	—	—
	削孔位置検出	—	—	○	△*
施工精度		—	—	○	△*

△*：杭間離隔最小66cmで施工実績あり

■削孔実験



雪中での実験



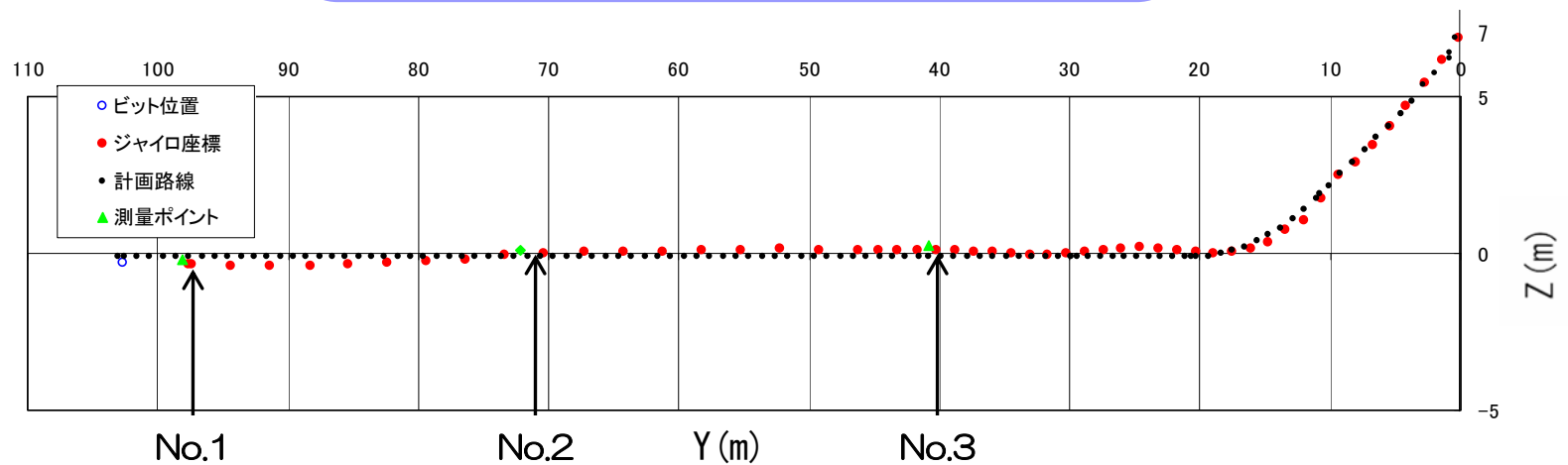
削孔位置座標確認



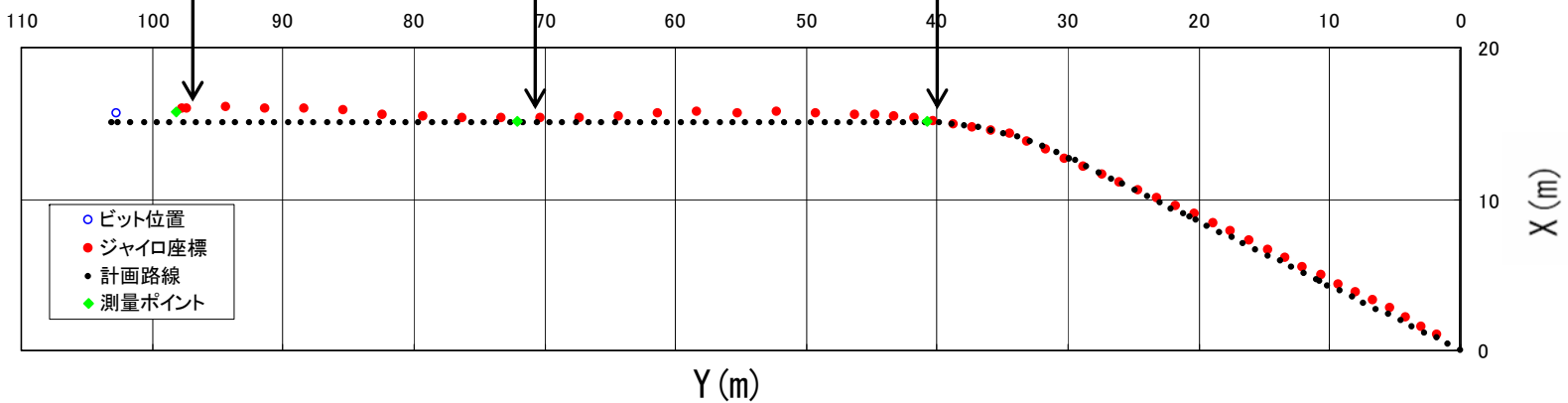
■削孔実験結果

No.		1	2	3
Y座標(m)		98.11	72.15	40.83
計測誤差 (cm)	ΔX	-26	-16	-7
	ΔZ	15	13	13

〈断面〉



〈平面〉



4. 工事実績

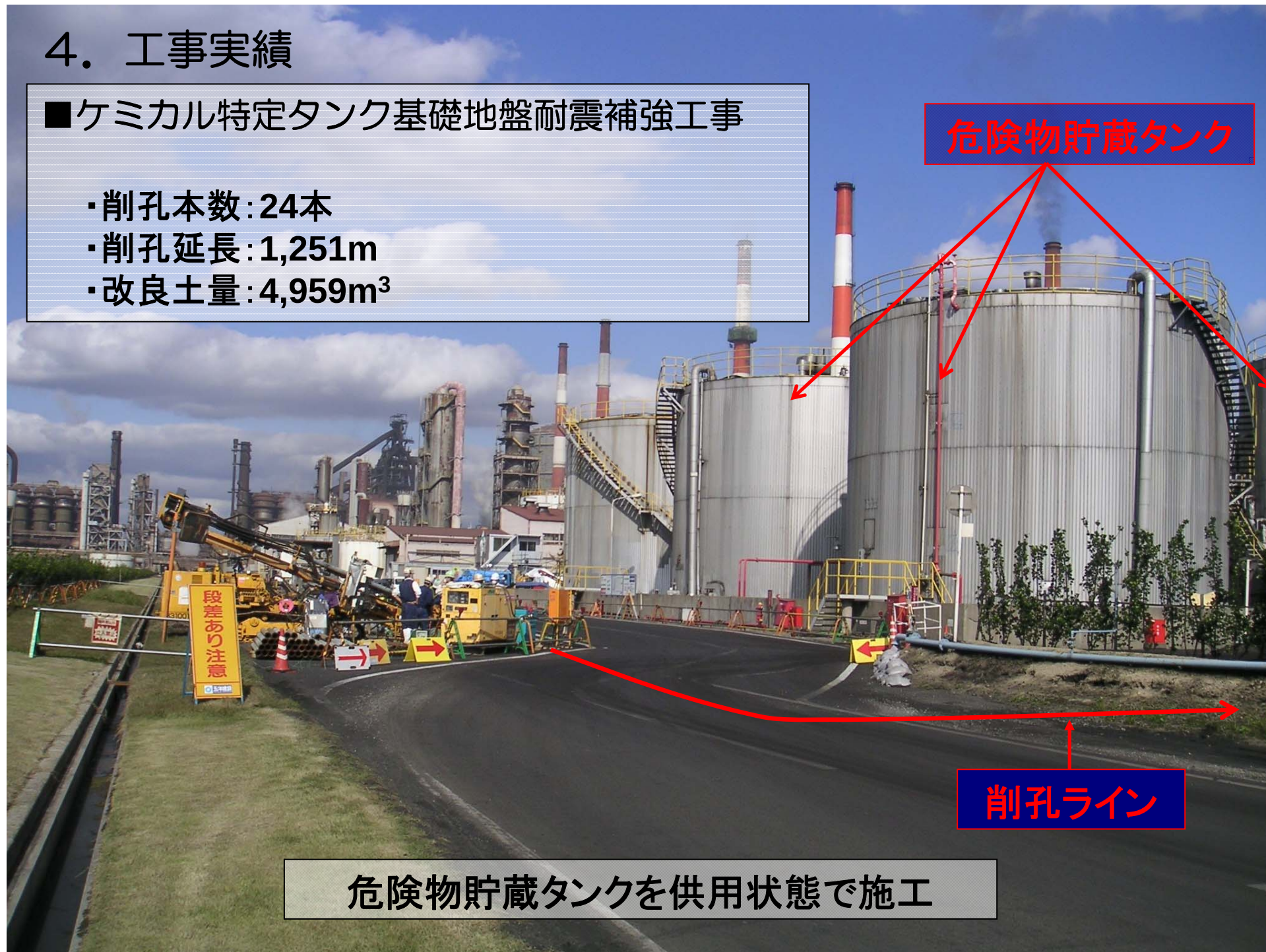
■ケミカル特定タンク基礎地盤耐震補強工事

- ・削孔本数: 24本
- ・削孔延長: 1,251m
- ・改良土量: 4,959m³

危険物貯蔵タンク

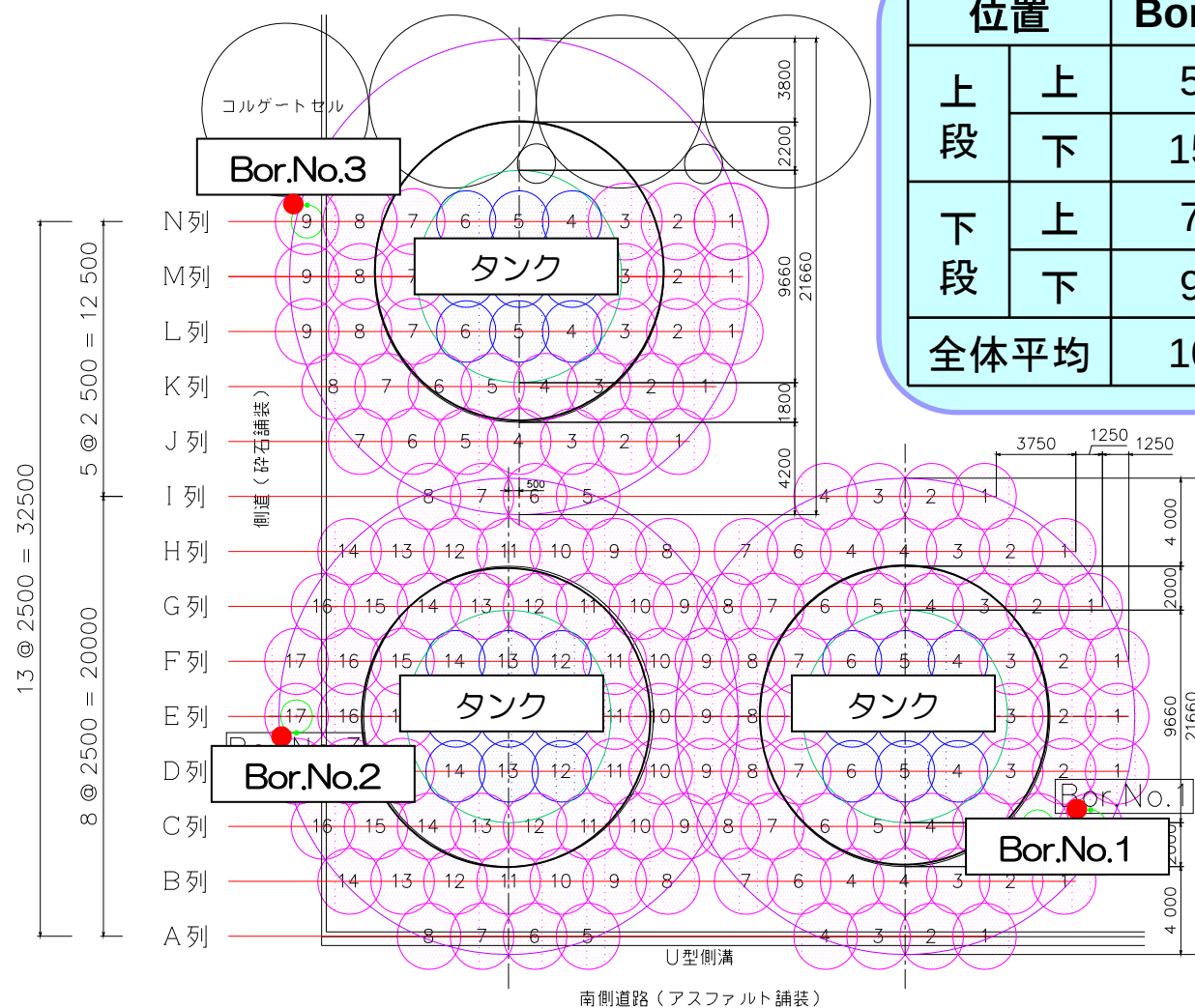
削孔ライン

危険物貯蔵タンクを供用状態で施工



■地盤改良効果の確認

地盤改良効果確認のためサンプリングし、一軸圧縮強度試験を実施。



位置		Bor.No.1	Bor.No.2	Bor.No.3
上段	上	51.0	79.8	177.0
	下	159.0	144.0	109.0
下段	上	75.3	61.7	—
	下	97.0	85.8	63.3
全体平均		105.3	91.4	108.9

(単位：kN/m²)

■八幡川防潮水門液状化対策工事

- ・削孔本数: 24本
- ・削孔延長: 2,316m
- ・改良土量: 3,956m³

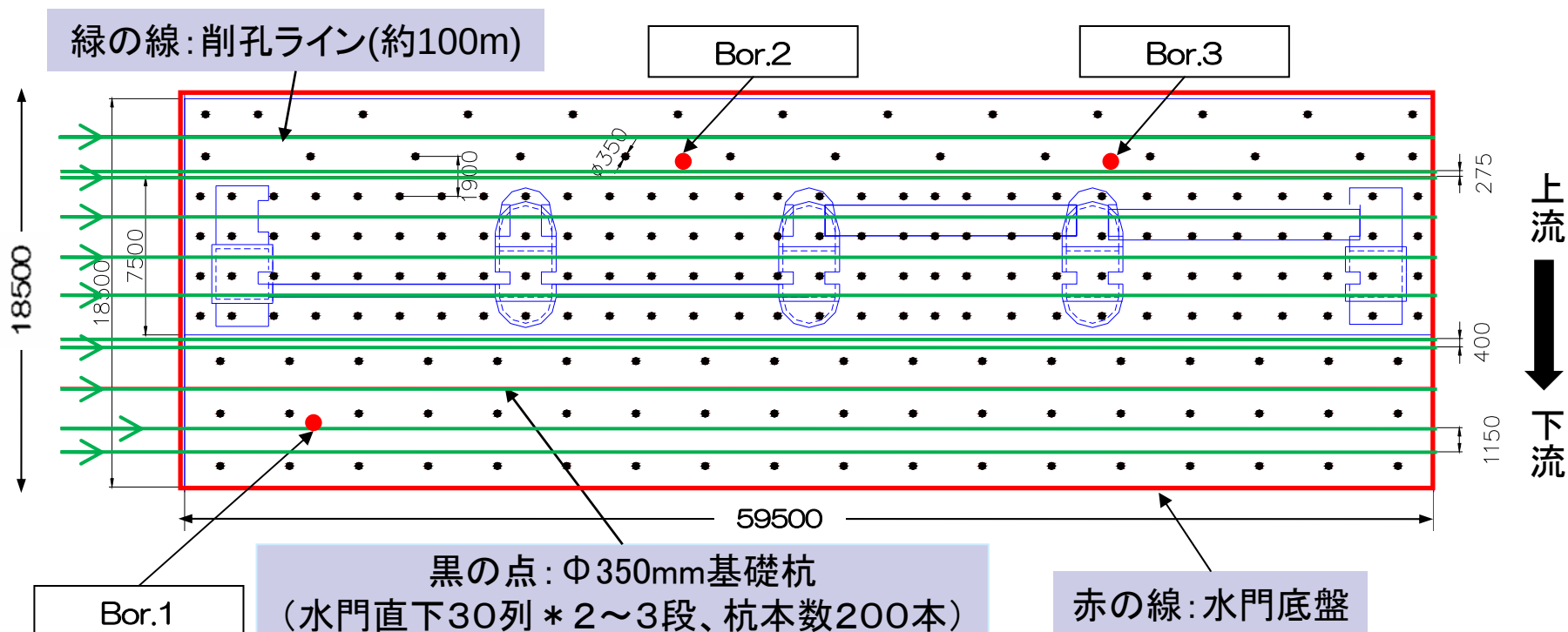
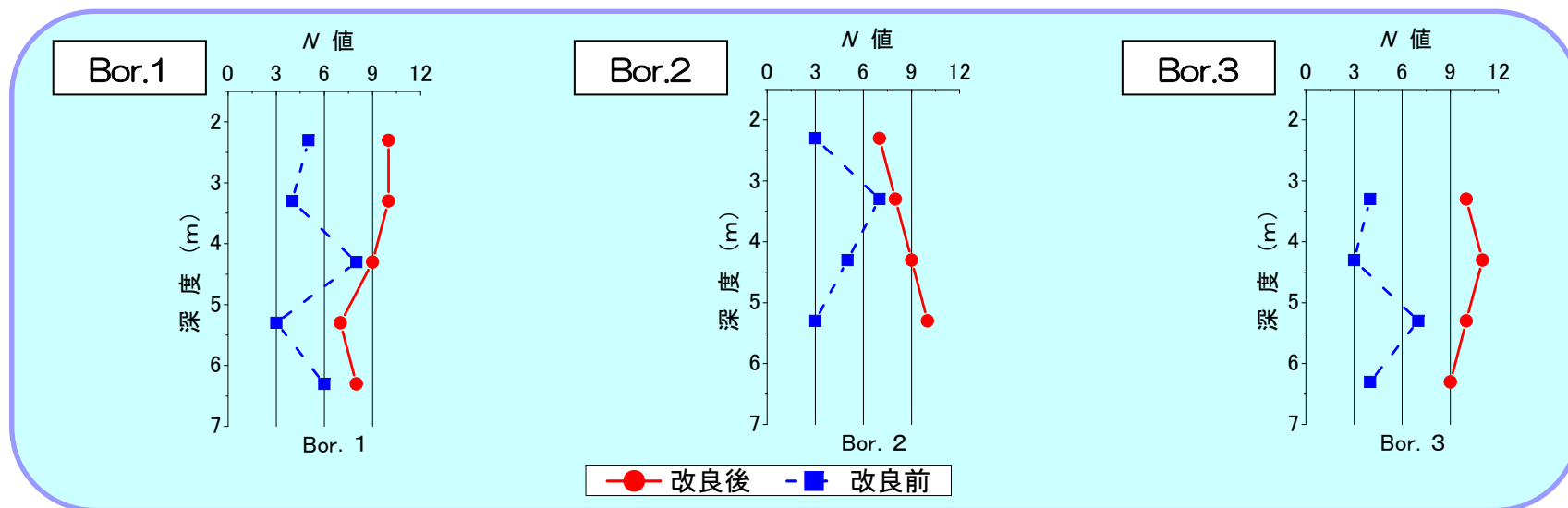
水門上部



削孔線形
約100m／本



■地盤改良効果の確認



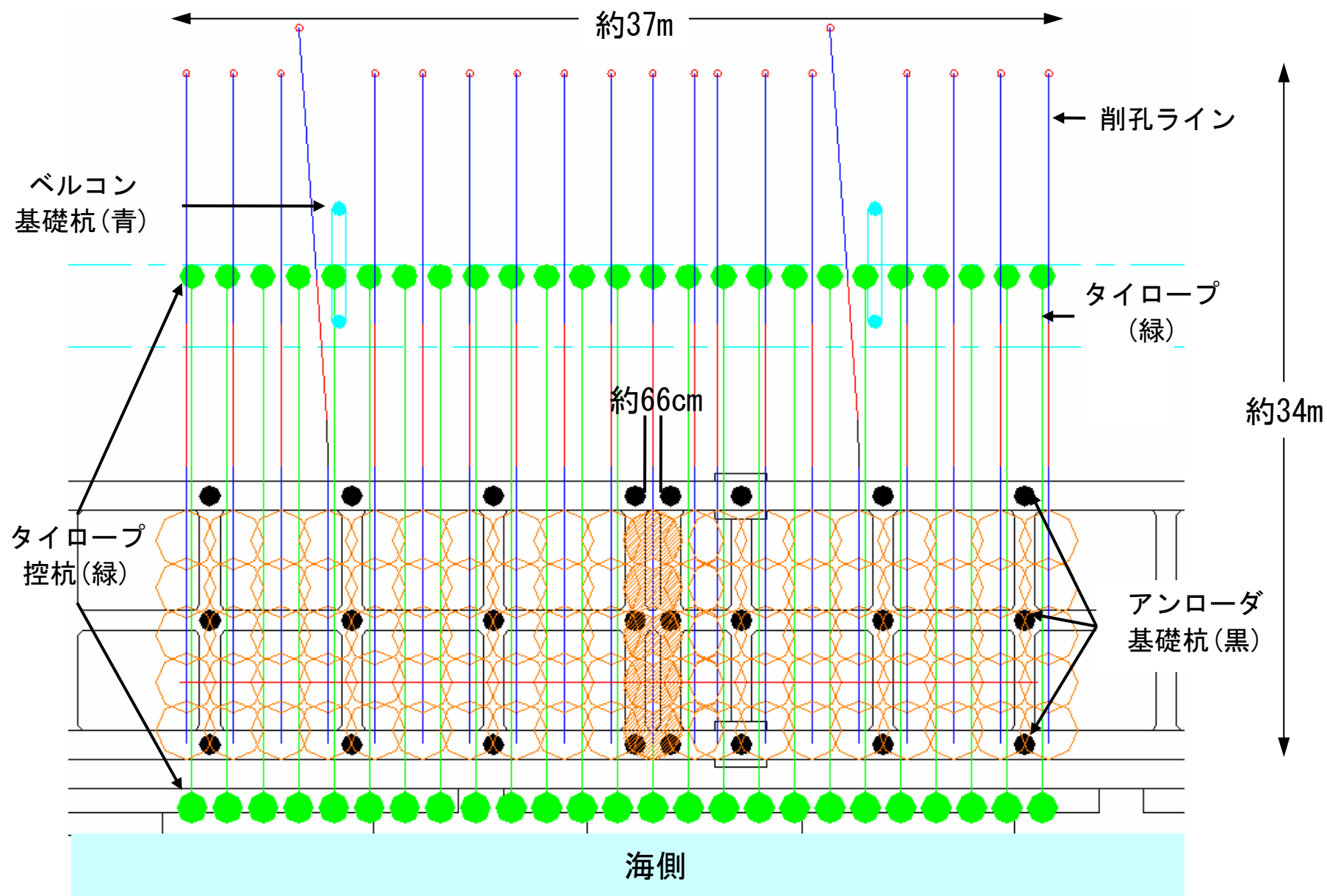
■八代港岸壁（-14m）改良工事

- ・削孔本数: 20本
- ・削孔延長: 602m
- ・改良土量: 900m³



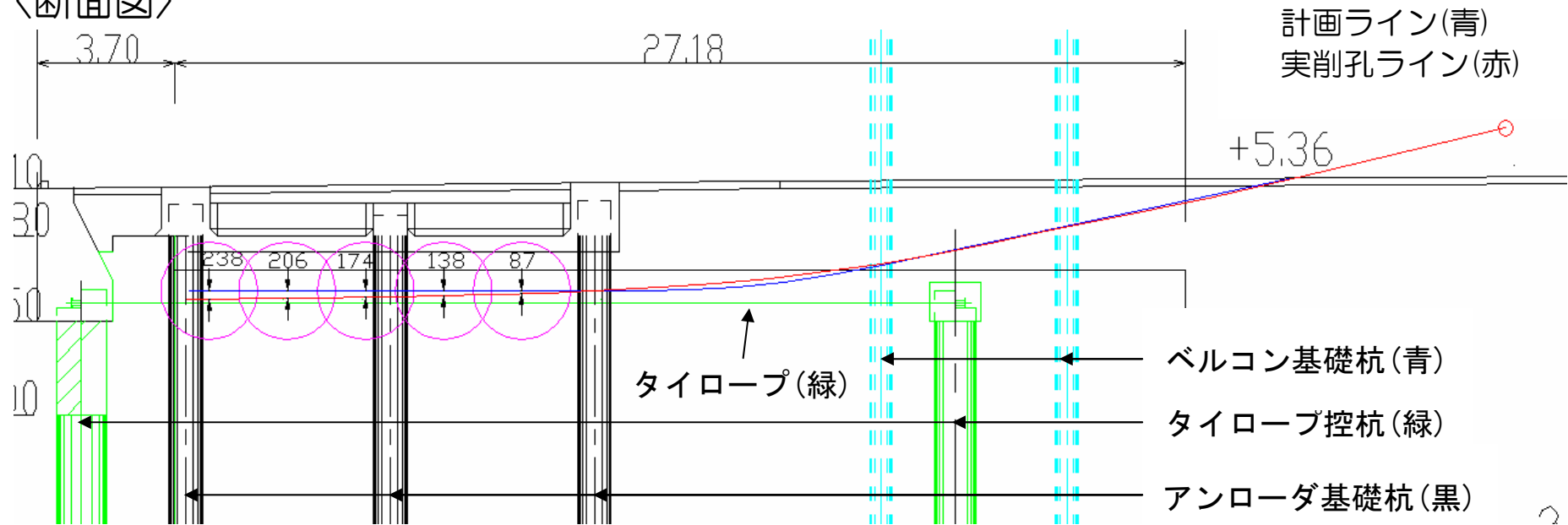
タイロープ・鋼管杭・スラブ等の地中障害物多数

■八代港（外港地区）岸壁（-14m）改良工事・削孔平面図

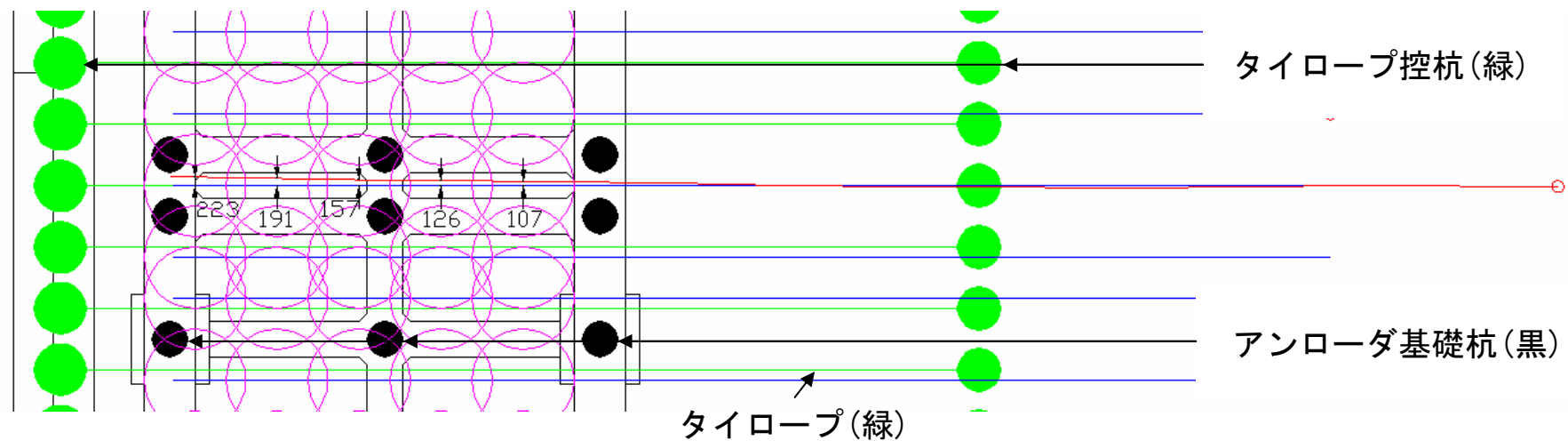


■杭間離隔66cm部の削孔結果（削孔位置検出装置）

〈断面図〉



〈平面図〉



5. まとめ

日本の臨海地域には
港湾・空港施設・発電施設・大型工場など

重要施設が多数

災害に強い国づくりに貢献したい

