

『コンクリート構造物の補修・補強に関するフォーラム 2019』
～コンクリート構造物の劣化と補修技術～

コンクリート地下構造物の築造技術 ー ニューマチックケーソン工法 ー

2019.08.07

大豊建設株式会社

技術研究所 内田 哲男

① ニューマチックケーソン工法概要

② 施工実績例

東日本大震災後の復旧復興等の施工例

（下安家道路、浦宿橋、尾の崎橋、石巻ポンプ場）

③ コンクリート構造物の健康寿命を延ばすための施工技術 「王子第二ポンプ所」の事例（マスコン対策）

① ニューマチックケーソン工法概要

② 施工実績例

東北地方での最新の施工例等

（下安家道路、浦宿橋、尾の崎橋、石巻ポンプ場）

③ コンクリート構造物の健康寿命を延ばすための施工技術 「王子第二ポンプ所」の事例（マスコン対策）

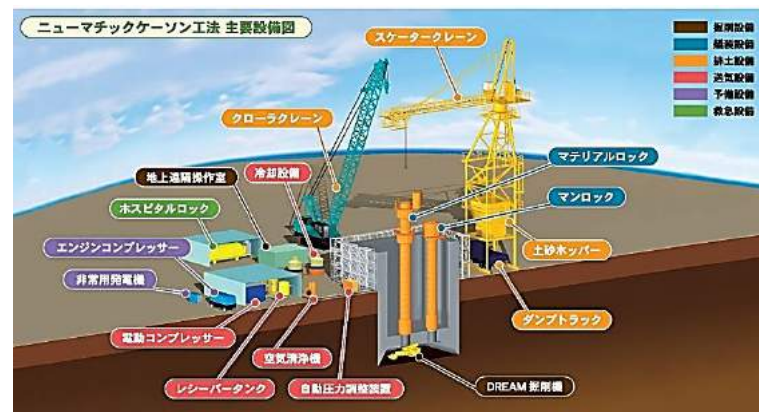
工法の概要

ニューマチックケーソン工法 (Pneumatic Caisson Method)

Pneumatic = 空気の・圧縮空気の詰まった
Caisson = 函(はこ)

直訳→圧縮空気の詰まった函工法

19世紀半ば(構造物基礎)工法が確立



工法の概要

特徴(抜粋)

●高圧の空気を送り地下水の侵入を防ぐ

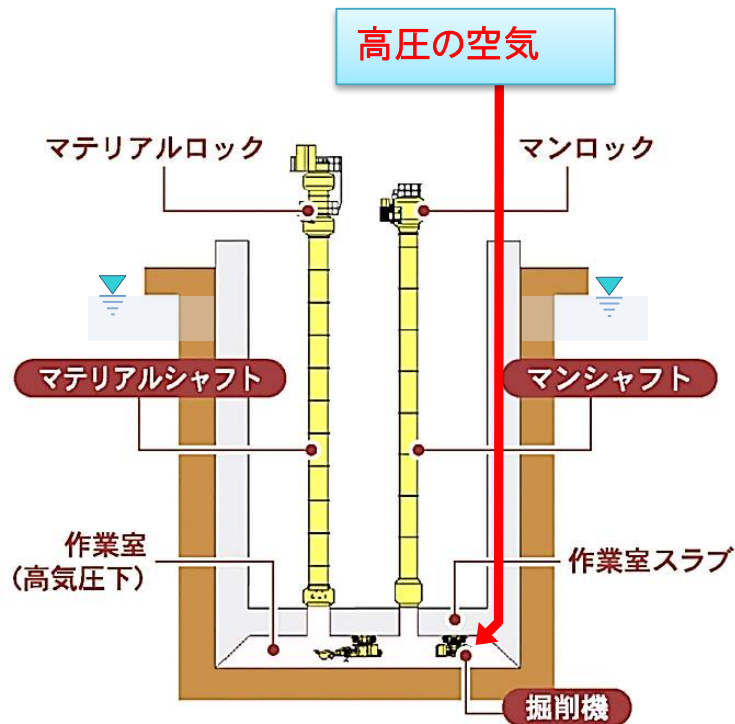
函(躯体)の最下部に密閉された作業室を作り、地下水を排除して常にドライな環境で掘削を行う。

●地上で躯体を構築

掘削とともに地上で躯体を構築して、躯体重量等により躯体を地中に沈下させる。これらを繰り返し、所定の深さに躯体を沈設する。

●幅広い用途

橋梁や建物の基礎、シールドトンネルの立坑、ポンプ場等、地下構造物に幅広く活用されている。



原理

● 高圧の空気を送り地下水の侵入を防ぐ

コップを逆さにして水の中に入れると、コップ内に水が入って内部の空気圧と水圧が等しくなる。



コップ内に空気を送り込むと内部の空気圧が上昇して水が排出される。

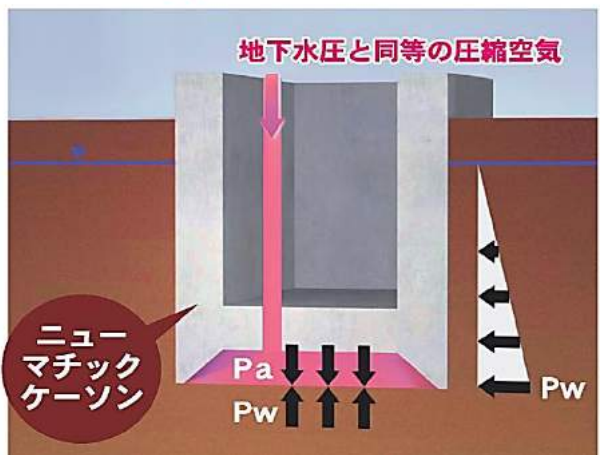


同じ原理！

$P_w = P_a$ ならば作業室内に水は浸入しない

P_w : ケーソン底面位置の水圧

P_a : 作業室内の空気圧



DAIHO
CORPORATION

信頼に応える確かな技術

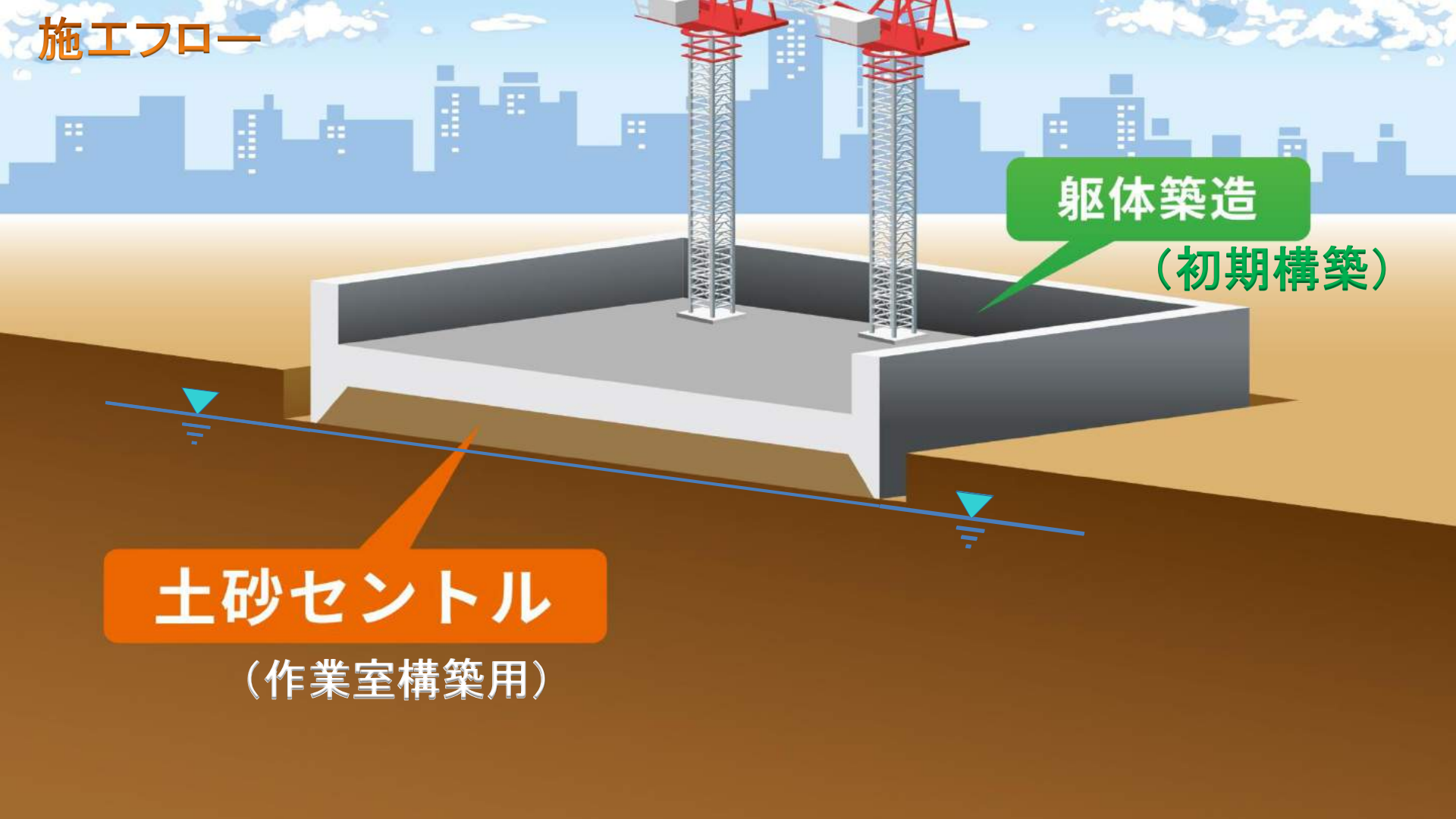
施工フロー

躯体築造

(初期構築)

土砂セントル

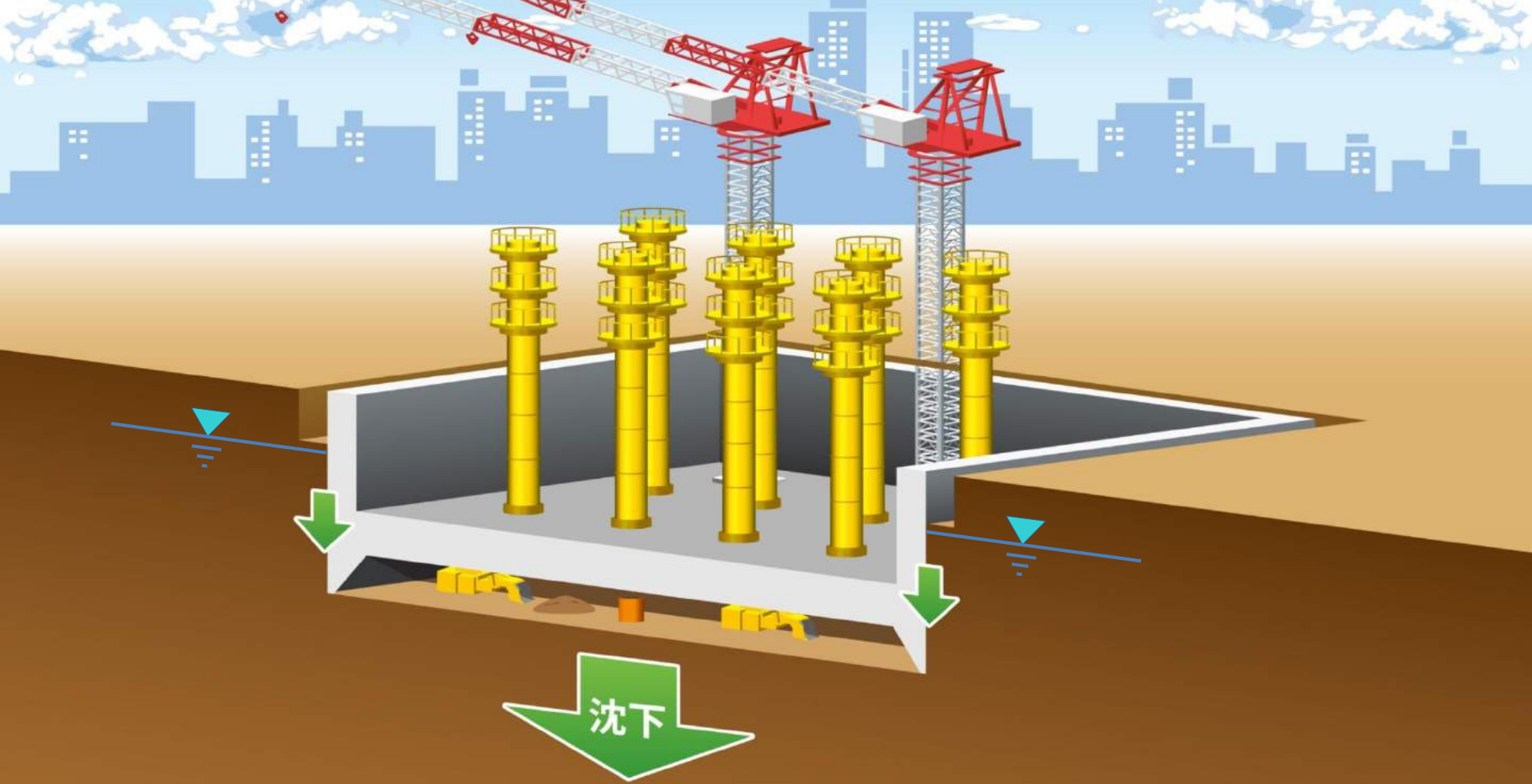
(作業室構築用)





圧力をかけた
空気

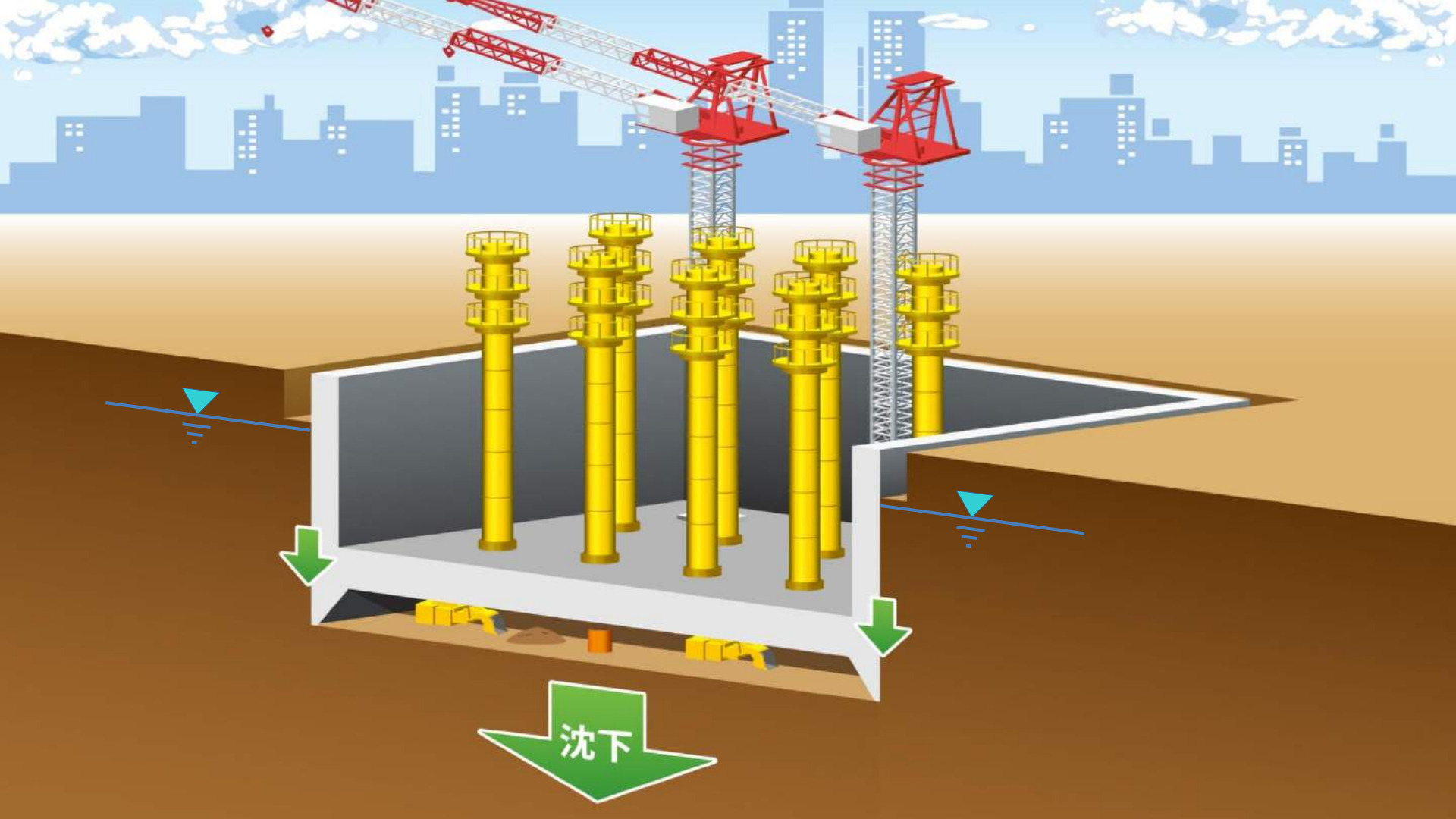
掘削

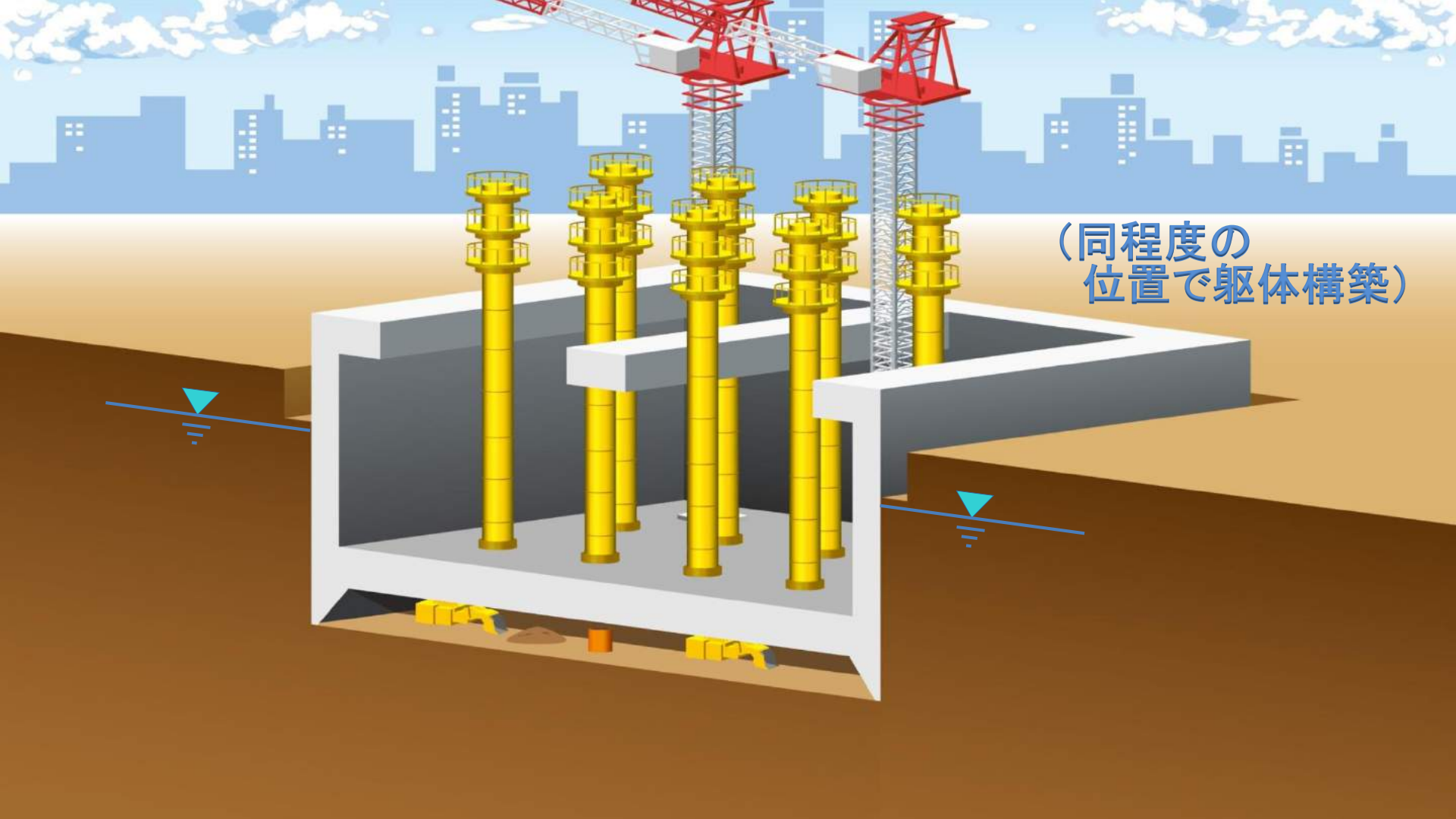


地上部で壁を
構築

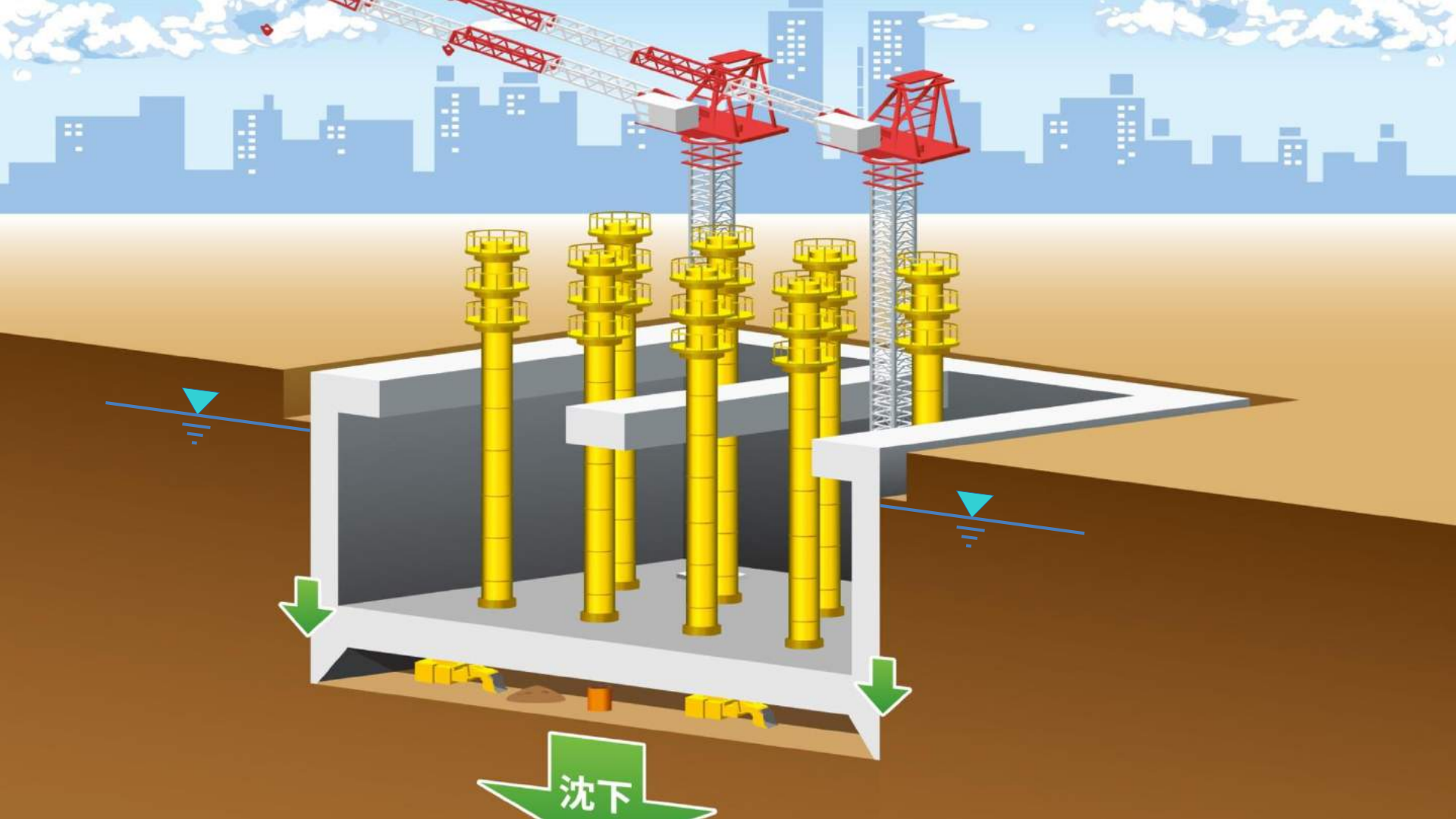
(1回の構築高さは
3~5m程度が標準)







(同程度の
位置で躯体構築)





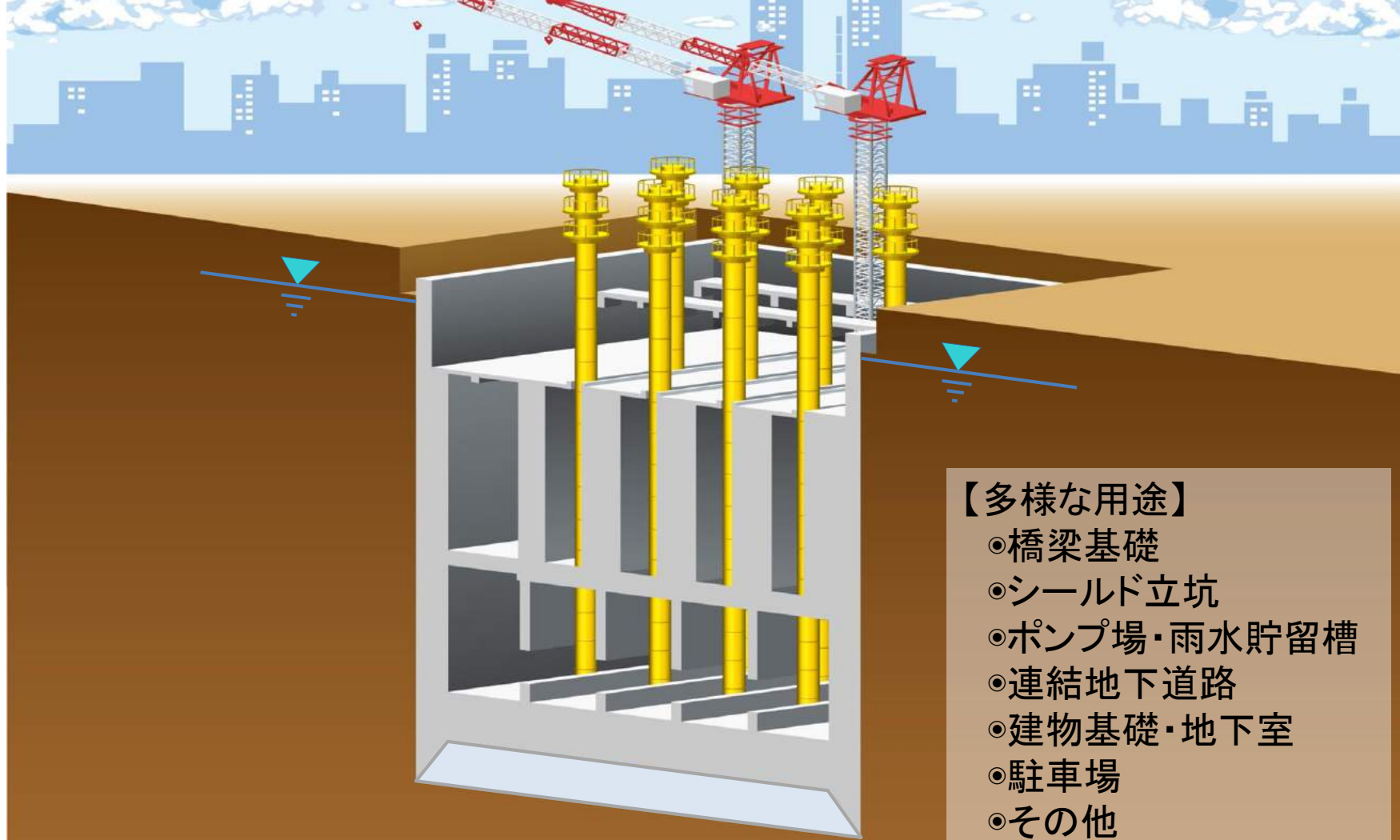
国内航路カメラ
監視

DREAM 観望所の定観カメラ

「DREAM」観望所の定観カメラ
「DREAM」観望所の定観カメラ
「DREAM」観望所の定観カメラ

日月堂行式観望所 (DREAM) 7号機

Pump Station

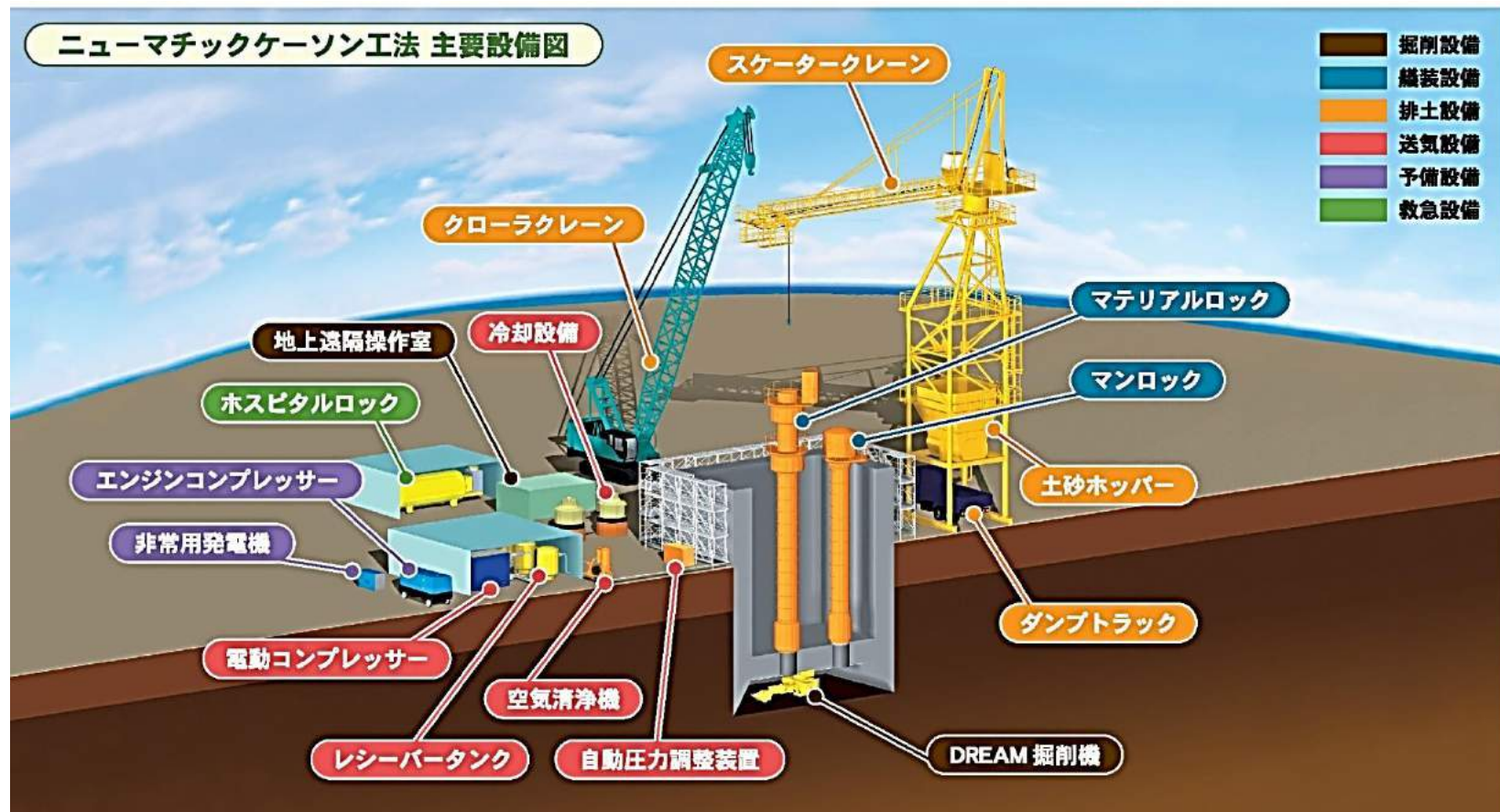


【多様な用途】

- 橋梁基礎
- シールド立坑
- ポンプ場・雨水貯留槽
- 連結地下道路
- 建物基礎・地下室
- 駐車場
- その他

設備配置

ニューマチックケーソン工法 主要設備図



主要設備

艀装設備



マテリアルロック (1.0m³)



マンロック



ケーソン用エレベータ

送気設備



電動コンプレッサー



冷却設備 (クーリングタワー)



レシーバタンク・空気清浄機

排土設備



スケータークレーン



土砂ホッパー



再圧室 (ホスピタルロック)

救急設備



再圧室内部



エンジンコンプレッサー

予備設備



非常用発電機

掘削設備



地上遠隔操作室



DREAM II 多機能掘削機



DREAM III 掘削機

【 DREAM 掘削機 性能表 】

	電動機出力	バケット容量
DREAM II 型掘削機	37kW	0.30m³
DREAM III 型掘削機	22kW	0.23m³

主要設備(掘削機器)

天井走行式ショベル



地上走行式ショベル



有人掘削



無人掘削 (遠隔操作)



橋梁基礎実績例

レインボーブリッジ(東京都)



白鳥大橋(北海道)



橋梁基礎実績例(東北地方・土木学会田中賞受賞例)

H15度 北上大橋(岩手県)



H29度 小名浜マリナブリッジ(福島県)



土木学会ホームページより

用途バリエーション実績例(ポンプ場)



① ニューマチックケーソン工法概要

② 施工実績例

東日本大震災後の復旧復興等の施工例

（下安家道路、浦宿橋、尾の崎橋、石巻ポンプ場）

③ コンクリート構造物の健康寿命を延ばすための施工技術 「王子第二ポンプ所」の事例（マスコン対策）

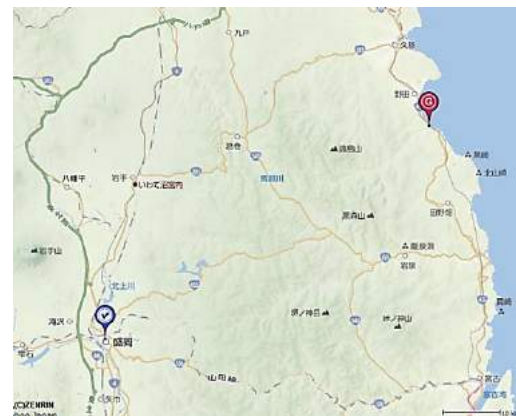
東日本大震災後の復旧復興等の施工例①

東北地方整備局発注：国道45号下安家道路工事
戸田・大豊JV

完成時
(H29年度竣工)



施工時



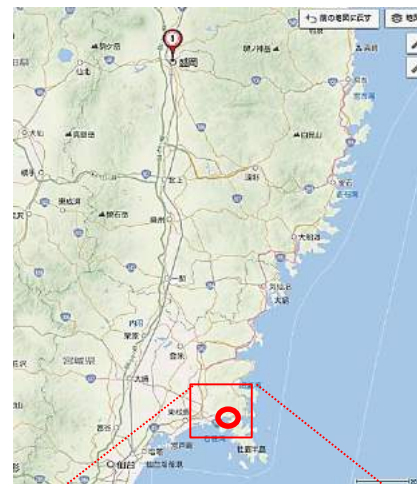
基礎形状： 矩形10.0m×10.0m
沈設延長： (P1) 25.5m (P2) 22.5m
掘削地盤： 河床堆積物
岩盤（花崗閃緑岩）



東日本大震災後の復旧復興等の施工例②

宮城県発注：(仮)浦宿橋下部工工事(その1)

東日本コンクリート・大豊JV



基礎形状： 矩形7.0m×6.0m (P2 P3 P4)
沈設延長： (P2) 21.4m (P3)23.5m (P4)22.5m
掘削地盤： 置換碎石、砂礫
岩盤（礫岩・粘板岩）



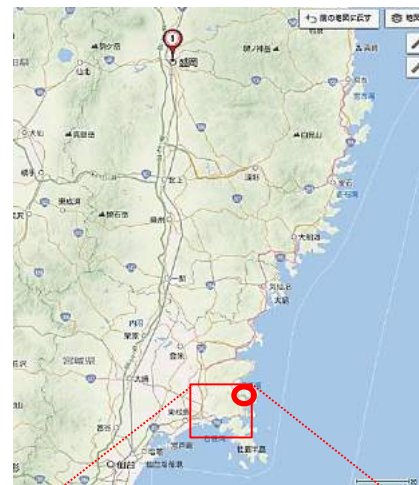
東日本大震災後の復旧復興等の施工例③

宮城県発注：尾の崎橋橋梁災害復旧下部工工事
ファインテック・大豊JV

施工時



基礎形状： 矩形7.0m×10.0m
沈設延長： (P1) 29.1m
掘削地盤： 置換栗石、砂礫
岩盤（砂質粘板岩）



東日本大震災後の復旧復興等の施工例④

日本下水道事業団発注：

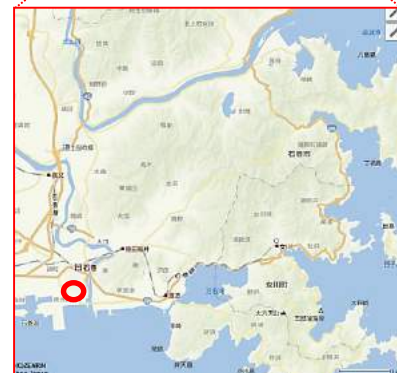
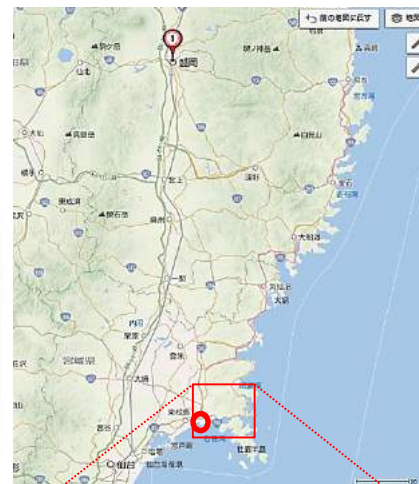
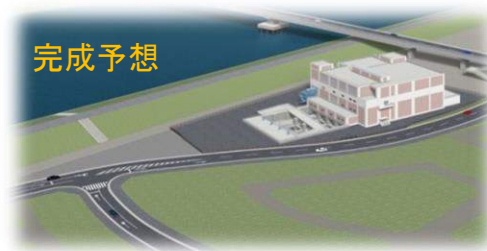
石巻市石巻中央排水ポンプ場他1施設復興建設工事その2

清水・大豊・遠藤興業JV



ポンプ棟形状：矩形89.7m×41.25m(多角形)
沈設延長：37.8m
(ニューマチックケーソン施工準備中)

掘削面積3,361m²



東北地方では岩盤施工が特徴。ニューマチックケーソン工法は作業室内でブレーカ、発破等により岩盤を直接掘削可能。

東日本大震災後の復旧復興等の施工例④つづき

日本下水道事業団発注：

石巻市石巻中央排水ポンプ場他1施設復興建設工事その2

清水・大豊・遠藤興業JV



ポンプ棟形状：矩形89.7m×41.25m(多角形)
沈設延長：37.8m
(作業室スラブ・刃口部 1L躯体構築中)

掘削面積3,361m²

① ニューマチックケーソン工法概要

② 施工実績例

東日本大震災後の復旧復興等の施工例

（下安家道路、浦宿橋、尾の崎橋、石巻ポンプ場）

③ コンクリート構造物の健康寿命を延ばすための施工技術 「王子第二ポンプ所」の事例（マスコン対策）

コンクリート構造物の健康寿命を延ばすための施工技術

参考事例

東京都発注：王子第二ポンプ所



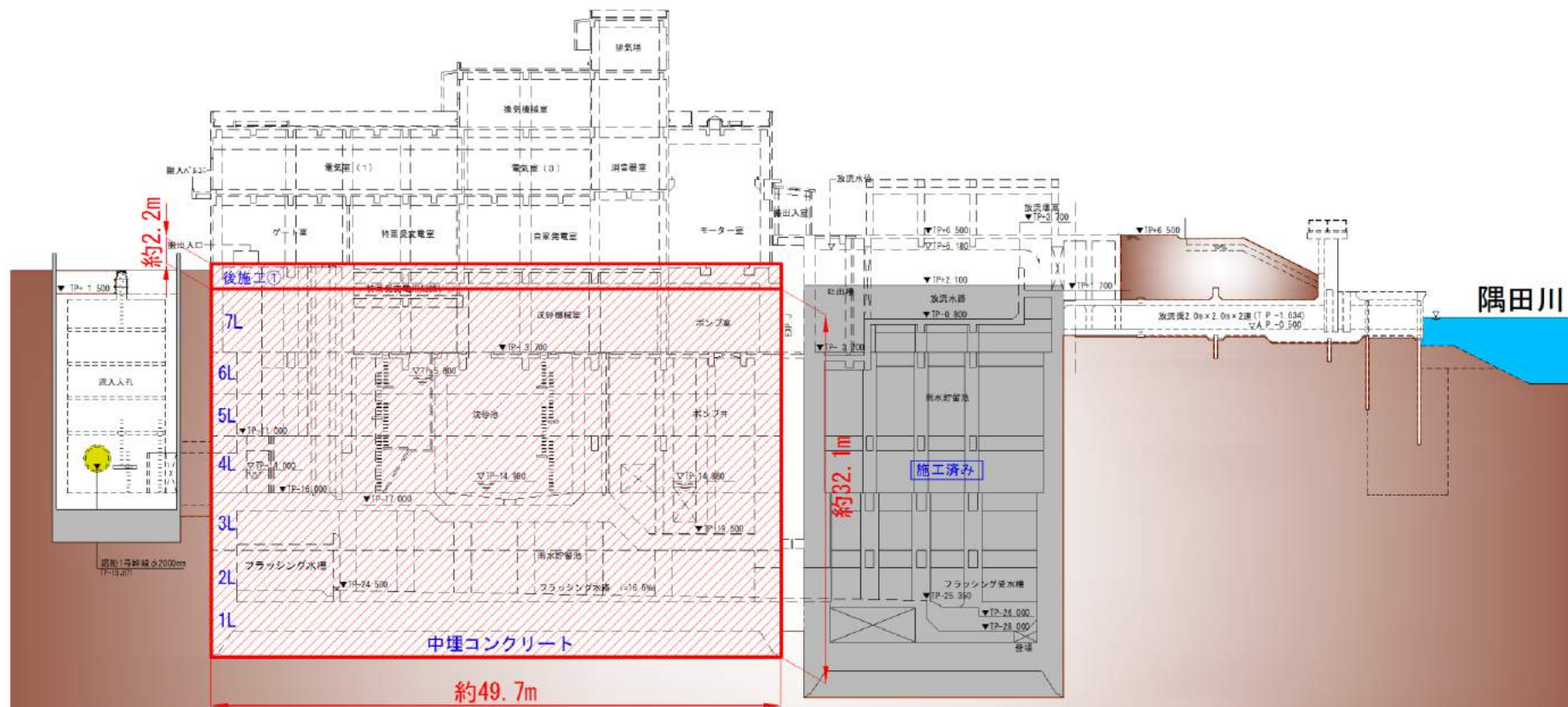
掘削面積1,605m²

沈砂池ポンプ棟工事(幅32.3m×長さ49.7m×深さ34.3m)

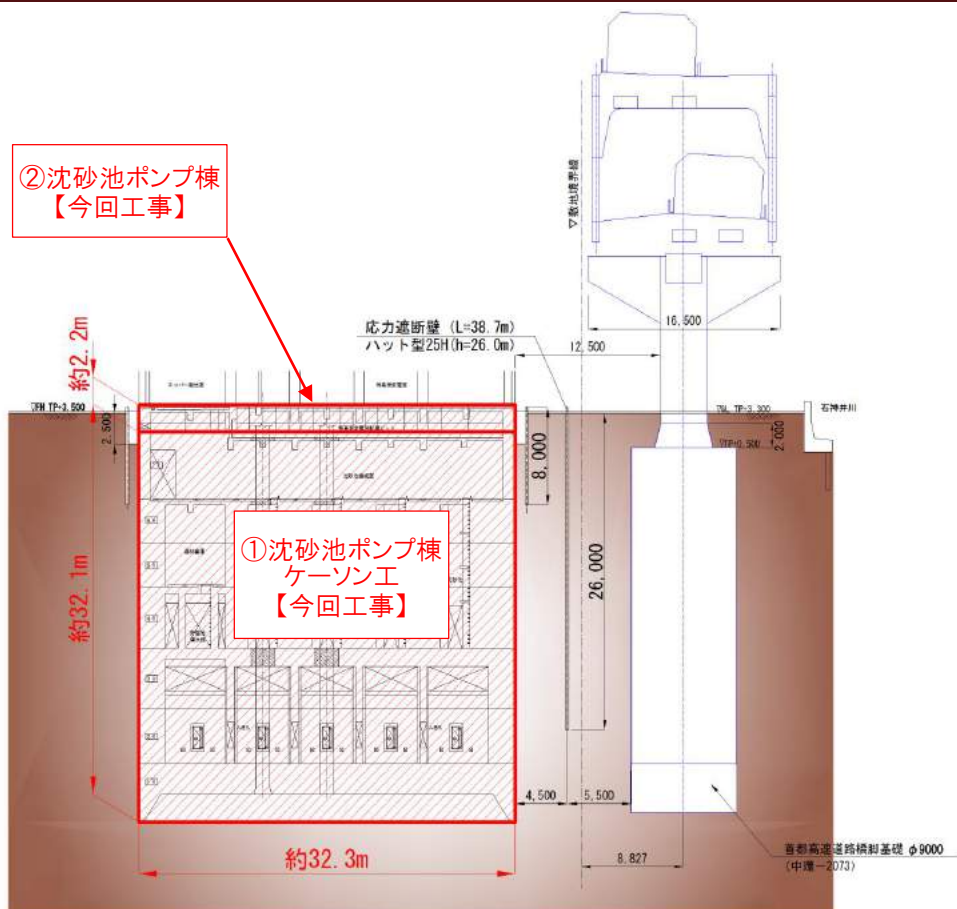
構造物概要(長辺方向)



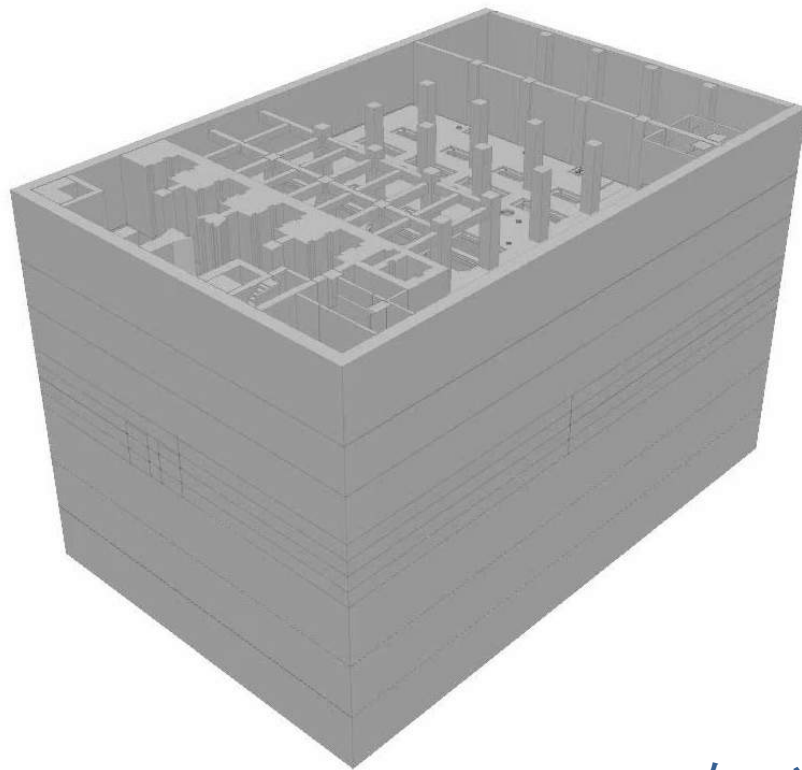
構造物概要(長辺方向)



構造物概要(短辺方向)



CIMによる構造可視化



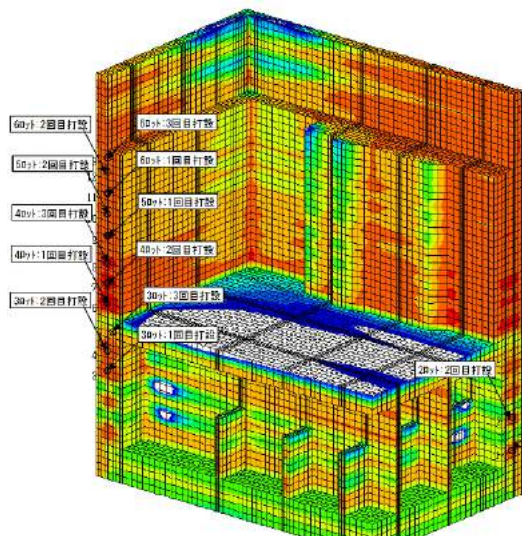
ケーソン外壁厚 = 標準部 2.3m
最 大 4.55m

温度ひび割れ検討

項 目	目 標 値
最小ひび割れ指数	<u>1.0以上（ひび割れ発生確率50%）</u> ※ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大と ならないように制限したい場合の対策レベル （コンクリート標準示方書）
ひび割れ幅	<u>0.20mm以下</u> ※国土交通省「品質管理基準及び規格値」等

温度ひび割れ検討

【無対策の場合】



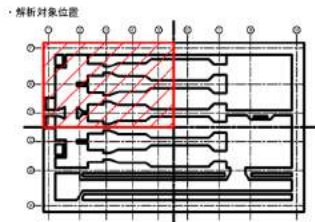
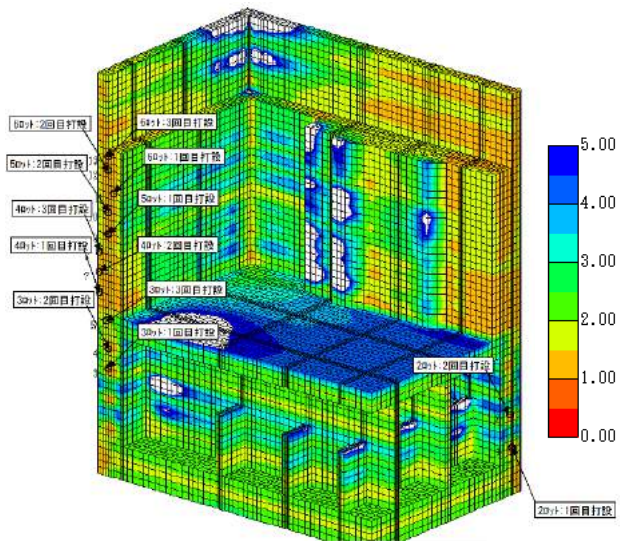
【ひび割れ抑制対策】

- ① コンクリート配合の仕様変更
(中熱セメント使用)
- ② 膨張材の追加
- ③ パイプクーリングの追加

【ひび割れ幅抑制対策】

- ④ ひび割れ制御鉄筋の追加

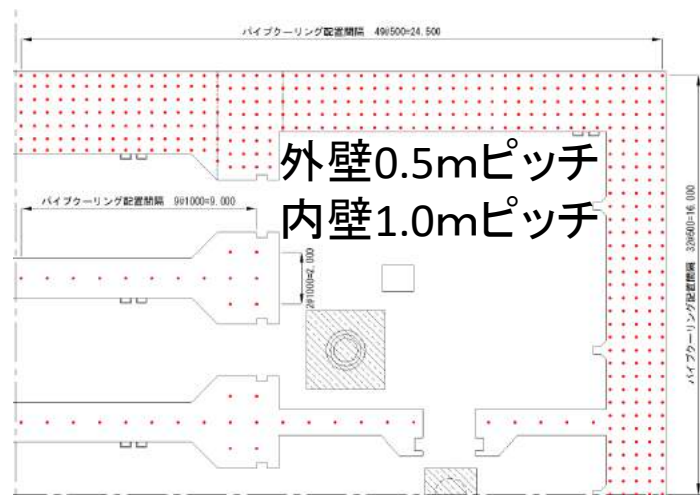
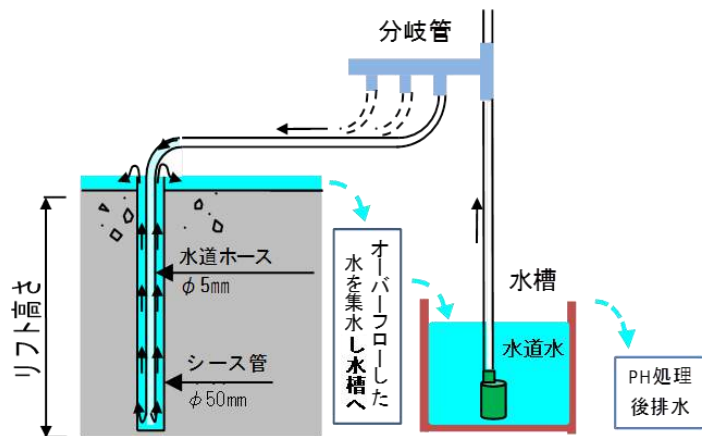
【対策を実施した場合】



最小ひび割れ指数分布図の説明

橙色・赤色 < 最小ひび割れ指数(1.0) < 黄色・緑色・青色

対策工(パイプクーリング)



クーリング管は $\phi 50\text{mm}$ 亜鉛メッキシース管

クーリングは4日間継続(解析結果より)

クーリング完了後は無収縮モルタル充填



DAIHO
CORPORATION

信頼に応える確かな技術

温度ひび割れ対策

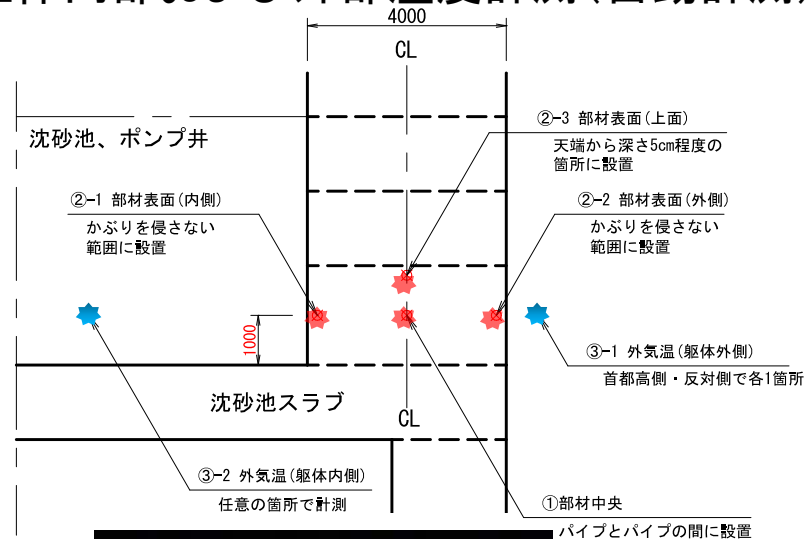


対策工(コンクリート温度計測)

クーリング水温計測



躯体内部および外部温度計測(自動計測)



対策工(中庸熱セメント、膨張材)

中庸熱ポルトランドセメントと
膨張材を使用したコンクリート
を生コン工場で製造

(イメージ) 生コン工場において膨張材投入



対策工(ひび割れ制御鉄筋)

ひび割れ幅を0.20mm以下に制御

水平筋を追加

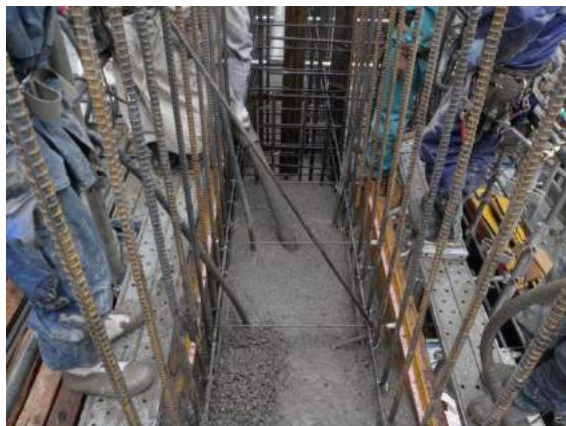
(SD345)

D13～29

間隔100～200mm



対策工(打設～養生)



対策工(打設～養生)



中庸熱セメント 湿潤養生期間の標準

日平均気温	湿潤養生期間
15℃以上	7日
10℃以上	9日
5℃以上	12日

対策工(効果)



- ・平成31年3月、工事竣工。
- ・有害なひび割れの発生なし(最大ひび割幅0.1mm程度)。

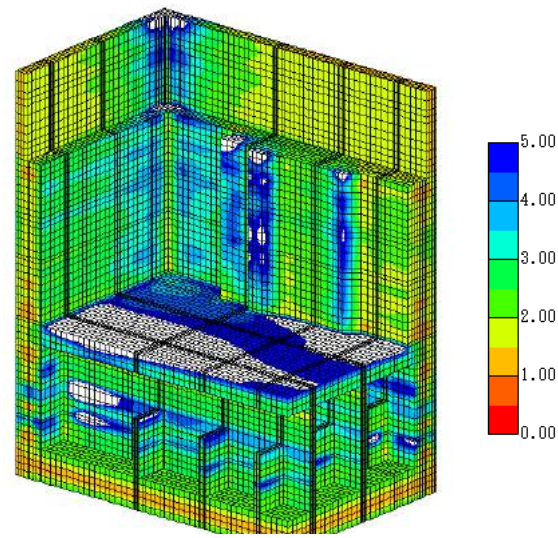
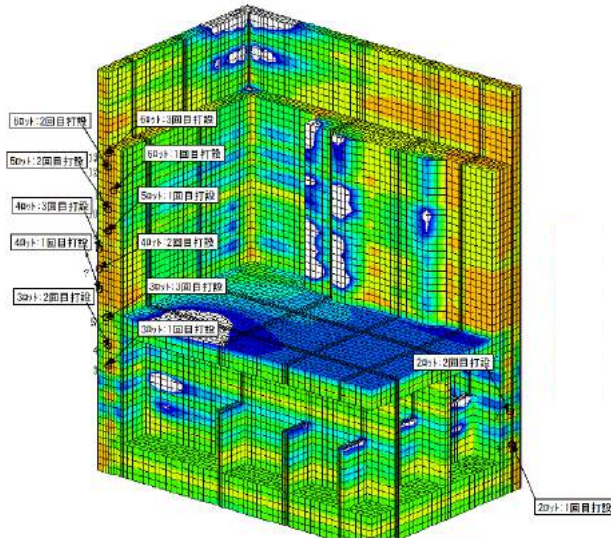
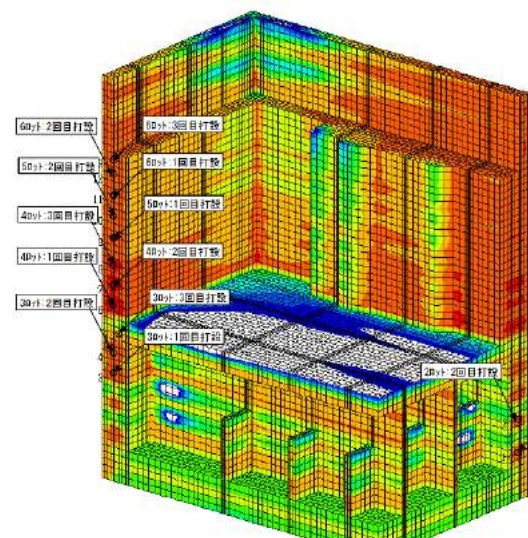
対策工(効果:解析検証結果)

【無対策の場合】

【対策実施 事前解析】



【対策実施 事後解析】



・躯体内部温度と外気温の工事完了までの実測値、実施した施工条件等を基に、ひびわれ指数を事後解析した結果においても健全性が認められる(最小ひび割れ指数 >1.0)。



DAIHO
CORPORATION

信頼に応える確かな技術

おわりに

【地元小学校の見学会】



外壁コンクリート寄書き抜粋

平町がずっと
和でありますように。

しぜいのちが元気になるように。

けがのないように安全に
ポンプ所が完成しますように。

ご清聴ありがとうございました

