

建設省総合技術開発プロジェクト「建設事業における施工新技術開発」

自動化オープンケーソン工法 (SOCS)

(SOCS-Super Open Caisson System)

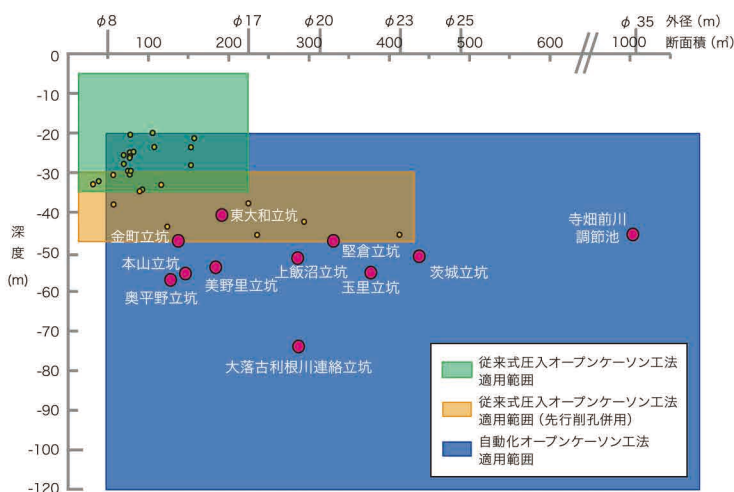


PCウェル工法研究会

自動化オープンケーソン工法(SOCS)の特長

本工法は、従来のオープンケーソン工法の施工上の問題点を先端技術を駆使して克服し、種々の地盤条件に対してケーソンの確実な沈設を可能とした工法です。IT技術により掘削状況および時々刻々変化するケーソン挙動をリアルタイムで把握するとともに、機械化施工による高精度な沈設、大幅な省力化を実現した周辺環境にやさしい新しいオープンケーソン工法です。

本工法の特長は、ケーソン刃先部への水中掘削機の導入により、従来では困難であったケーソン刃先直下の地盤掘削が確実に行えることです。本掘削機は硬質地盤にも対応でき、耐水圧は1.2MPaで深度120mまでの施工が可能です。躯体壁厚は3.5mまで対応でき、ケーソン平面形状は単円から小判、矩形まで幅広いニーズに応えることができます。

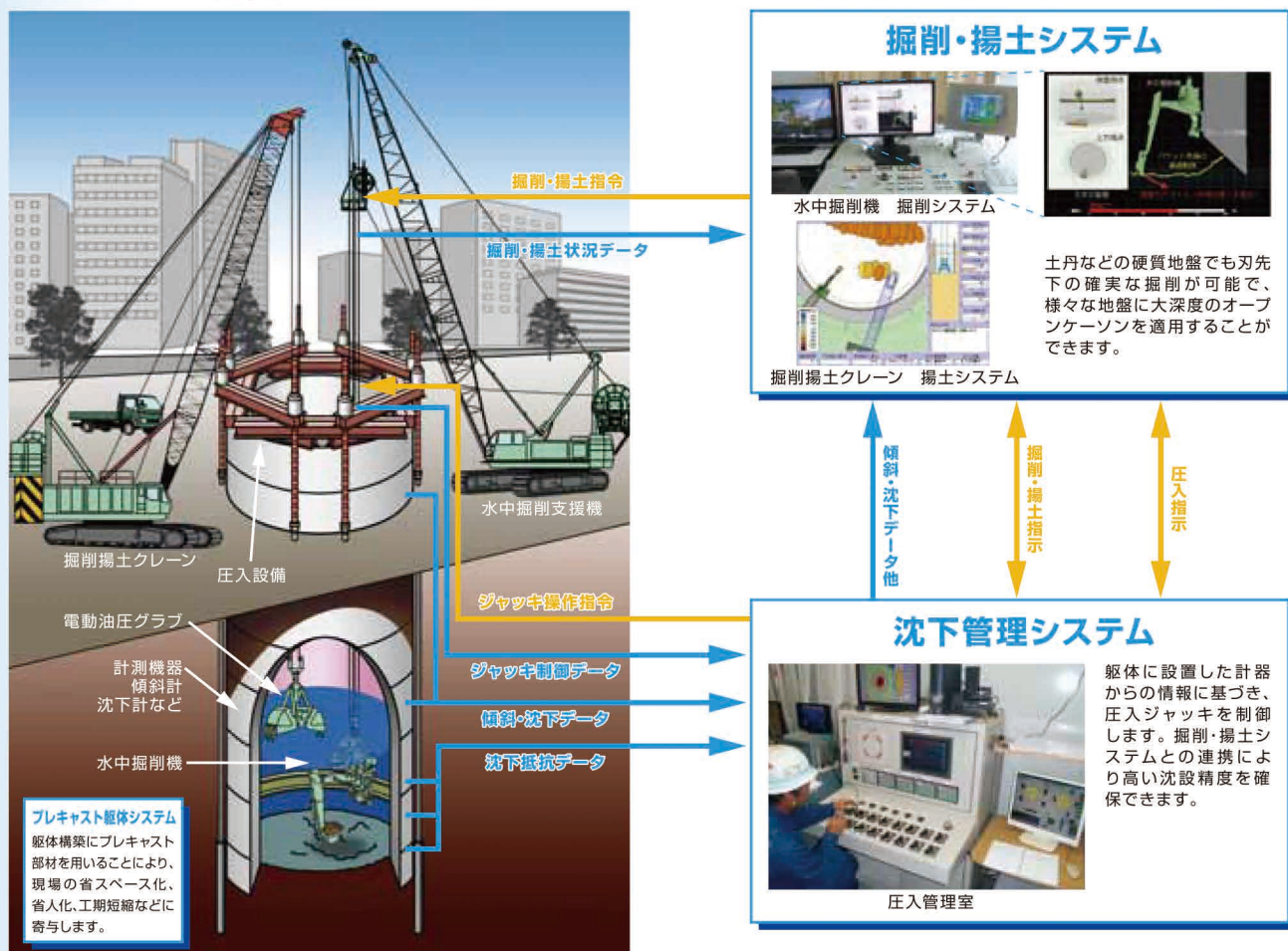


自動化オープンケーソン工法(SOCS)のシステム概要

掘削・揚土システム、沈下管理システム、プレキャスト躯体システムの3つのシステムから構成され、軟弱地盤から中硬岩までの種類の異なる幅広い地盤に適用できます。

これらのシステムは、3つを組み合わせるほか、現場条件に応じて各々のシステム単独あるいは2つを組み合わせても用いることができます。

● システム全体図



硬質地盤の掘削事例

玉石混じり砂礫層で掘削、圧入を繰り返した時の刃先反力度の経時変化グラフ(縦軸:刃先反力度、横軸:時間)です。刃先反力度が掘削・圧入作業にともない大きく変動しており、水中掘削機により巨礫が確実に取り除かれている様子が判ります。

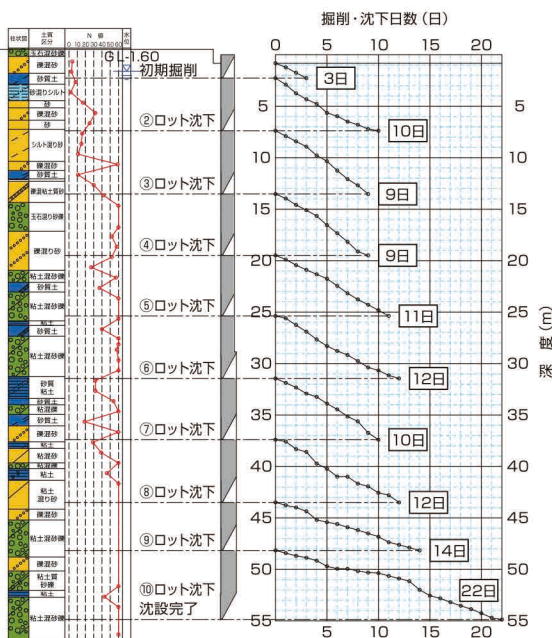
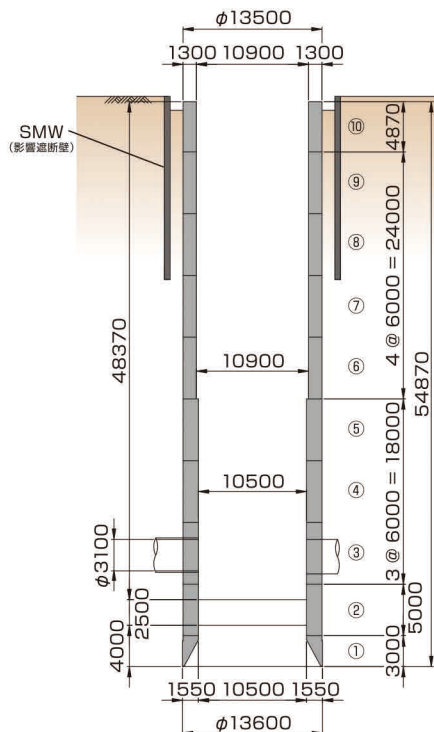
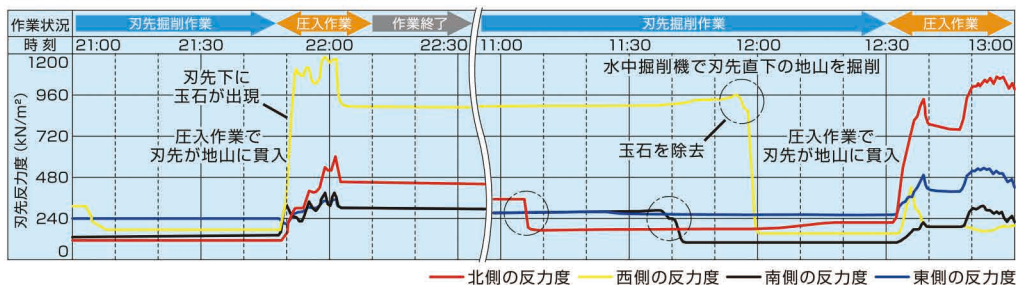


▲玉石の掘削実績
礫径 50~60cm



礫径 160cm

●ケーソン刃先下地盤の掘削状況を示す計測データ



上のグラフは各ロットの掘削沈下日数を示したものです。地盤の違い、硬さ、深さに影響されことなく掘削沈下が円滑に行われていることがわかります。

硬質粘性土掘削実験



バケット(幅1m、0.55m)による掘削状況



リッパー装備



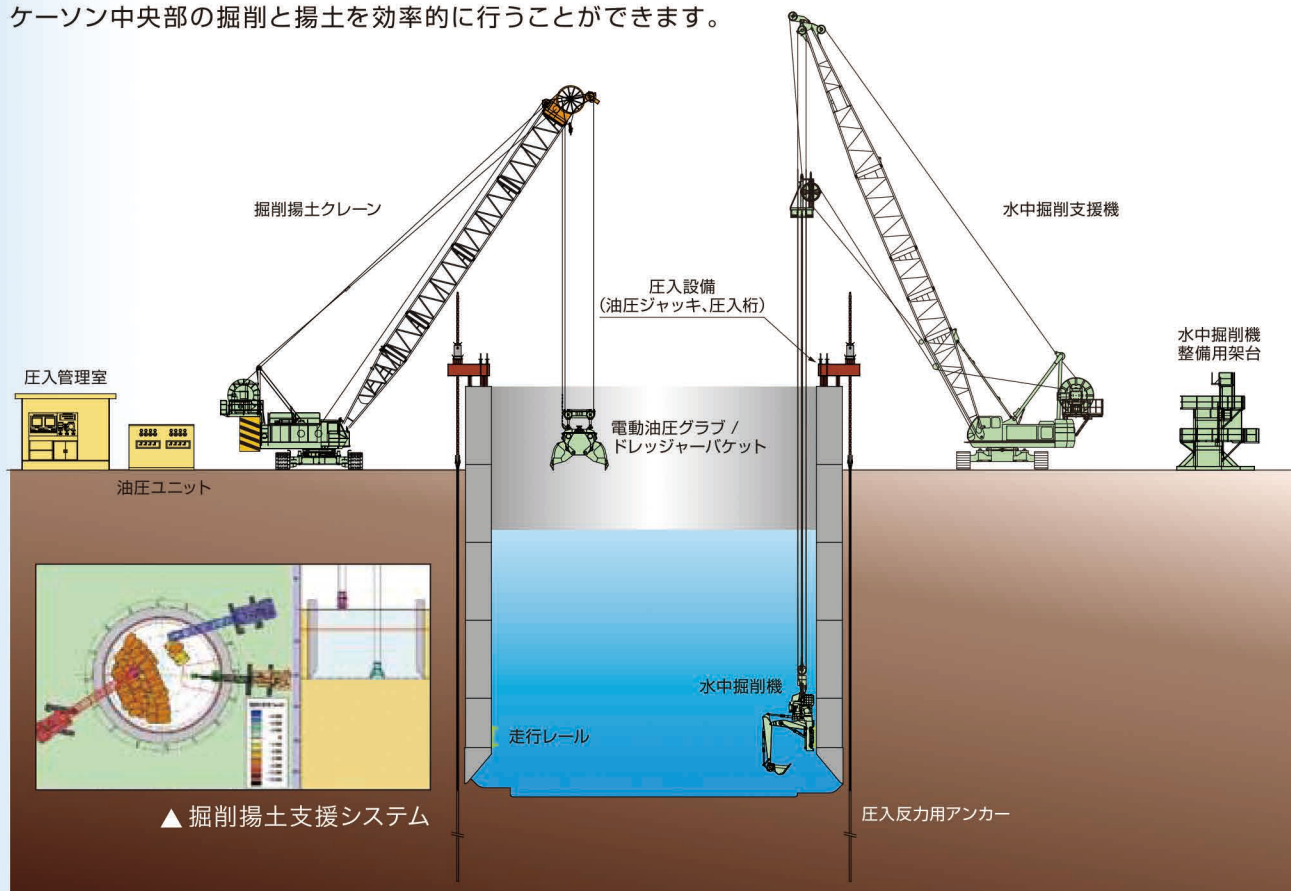
リッパーによる破碎状況

固結粘性土層を想定し、掘削実験を実施しました。結果は、十分な掘削を有することが確認されました。一軸圧縮強度 $\approx 5\text{N}/\text{mm}^2$

自動化オープンケーソン工法(SOCS)の施工機械

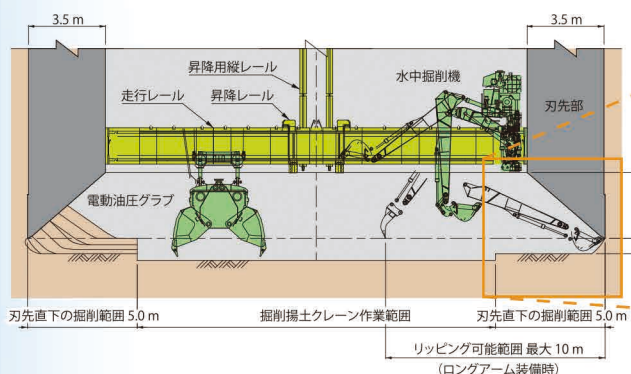
水中掘削機には、幅広い地盤条件に対してケーソンのスムーズな沈設が行えるように刃先直下地盤を掘削する掘削パターンが組み込まれています。

掘削揚土クレーンには掘削揚土支援システムが搭載され、水中掘削機の作業状況をリアルタイムで監視しながら、ケーソン中央部の掘削と揚土を効率的に行うことができます。

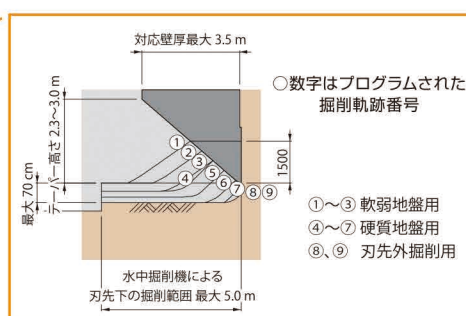


▲ 施工状況

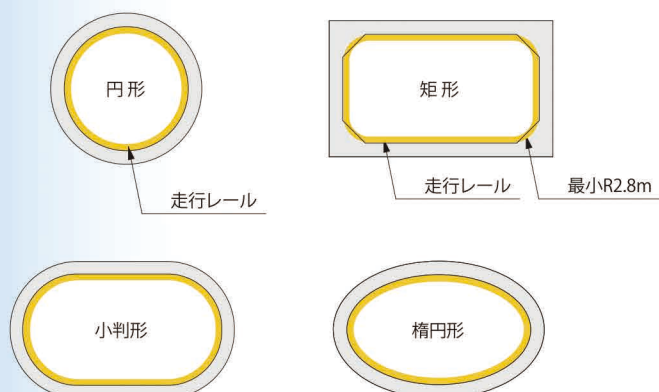
▼ 掘削パターン(壁厚3.5mの例)



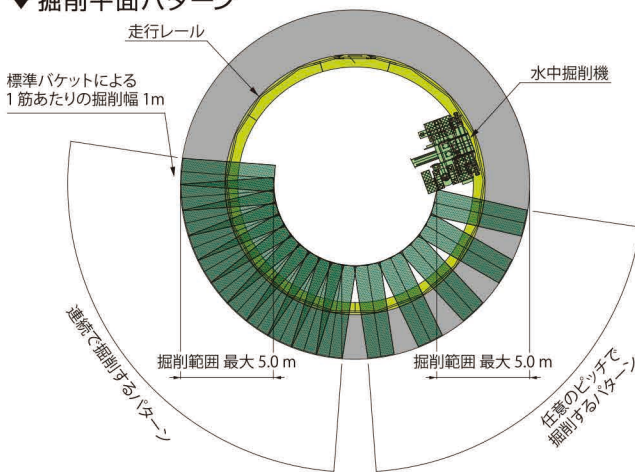
▼ 掘削断面パターン



▼ 施工可能なケーソン断面形状



▼ 掘削平面パターン



掘削・揚土システム

水中掘削機はケーソン内壁に取り付けられた走行レール上を円周方向に走行し、刃先直下地盤をケーソン沈設時の荷重関係や土質の種類に応じて選定した形状に掘削します。水中掘削支援機は、水中掘削機の制御ケーブルや電力ケーブルの管理を行うとともに、掘削機のケーソン内への投入・引き上げなどを行います。



▲ 水中掘削機



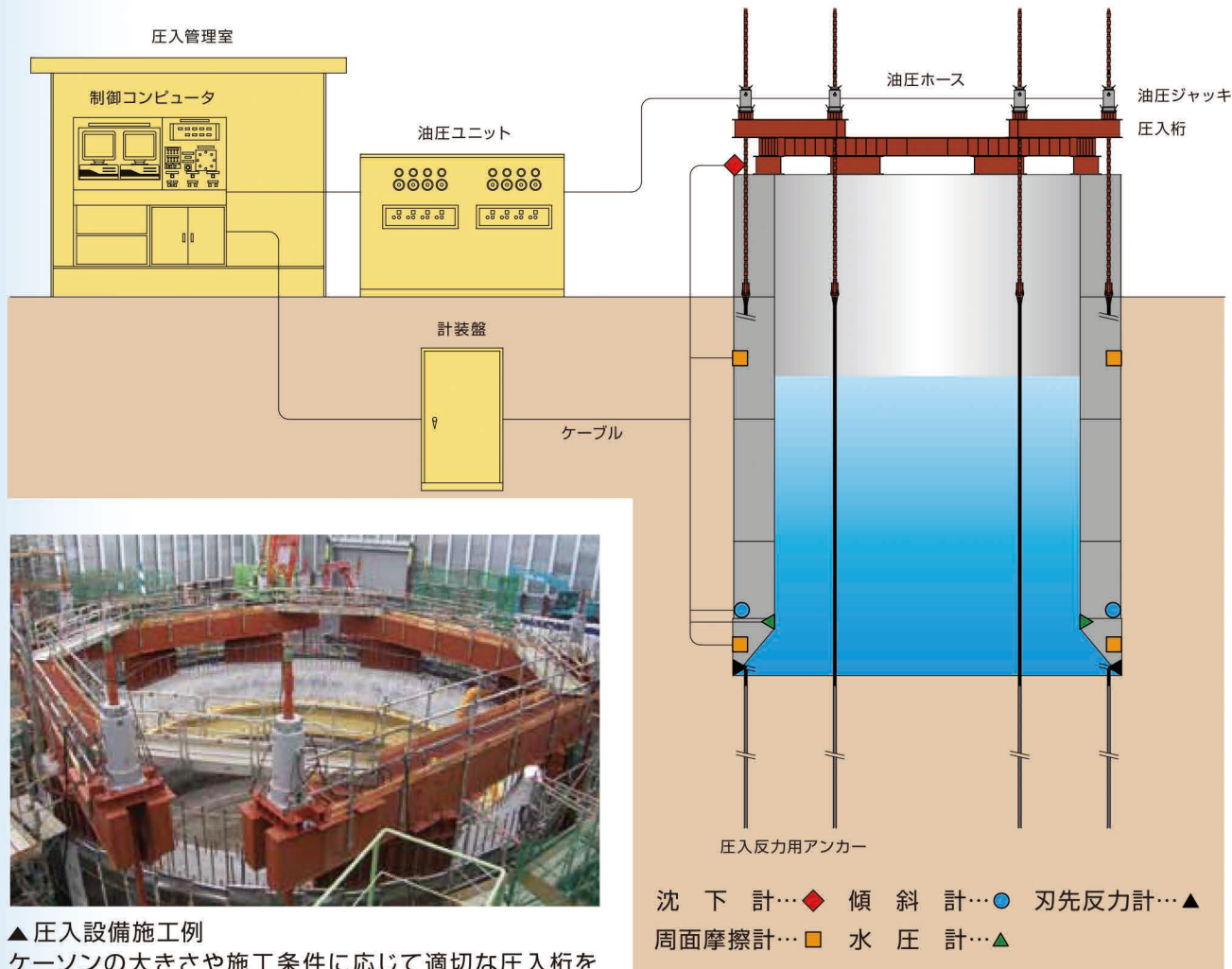
▲ 水中掘削支援機



▲ ケーソン内の掘削 揚土状況

沈下管理システム

計測システムと姿勢制御システムによって、ケーソンの圧入沈下を正確に行います。さらに水中掘削機による刃先直下地盤の掘削と併せ、大幅な精度の向上を実現しました。



▲ 圧入設備施工例

ケーソンの大きさや施工条件に応じて適切な圧入桁を選定し、ケーソン天端に設置します。

▲ 沈下管理システム

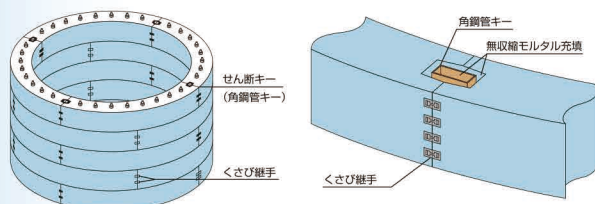
プレキャスト躯体システム

躯体を構築するプレキャストブロックの構造、および接合部の継手構造について、施工性や作用力に対する剛性、耐力等に優れた工法を開発しました。また、これらは大型供試体による実験で検証されています。

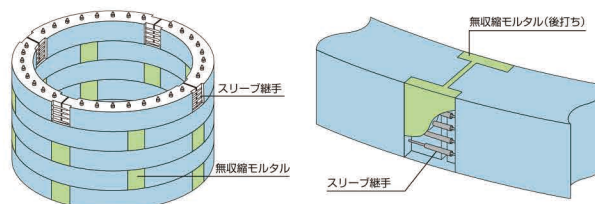
● 躯体構造

躯体は鉛直方向、およびリング方向に分割されたプレキャストブロックを水平方向継手、鉛直方向継手によって接合します。水平方向継手はPC鋼棒による緊張、鉛直方向継手はくさび接合継手、もしくはコンクリート接合継手を用います。

■ くさび接合継手の構造：くさび継手とせん断キー(角鋼管キー)と無収縮モルタルで構成

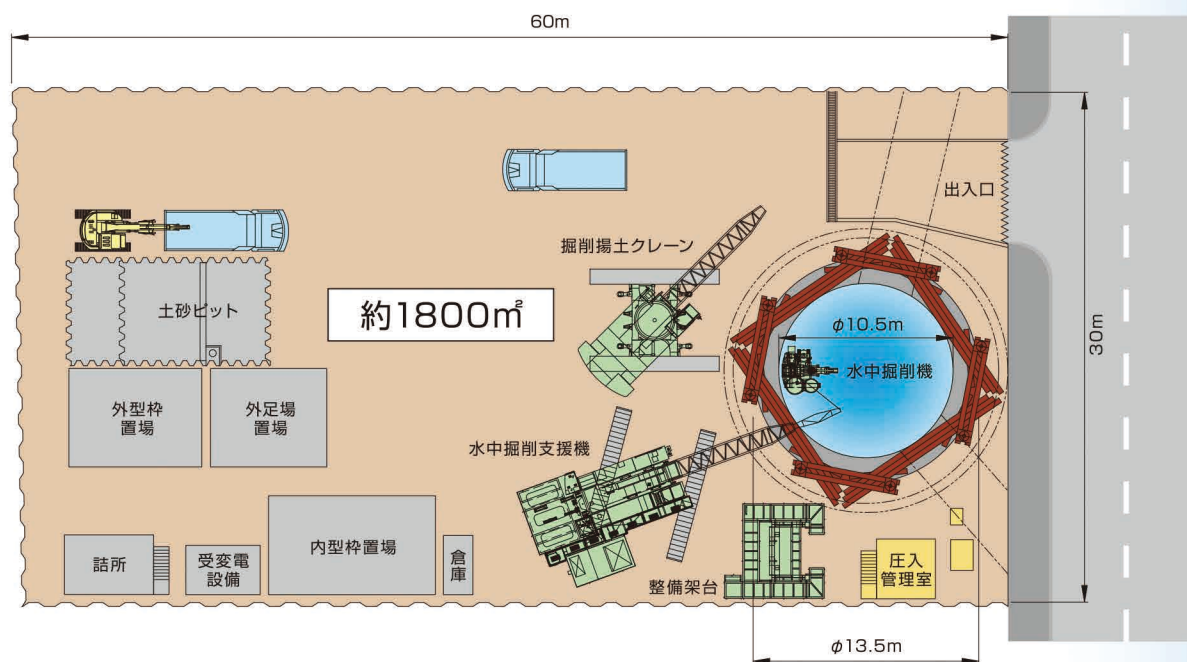


■ コンクリート接合継手の構造：スリーブ継手と無収縮モルタルで構成



施工用地

機動性に優れたクローラークレーンをベースマシンとすることで、施工用地を有効に活用することができます。



施工事例

本工法で施工した立坑



茨城立坑 外径23.4m 深度50.0m

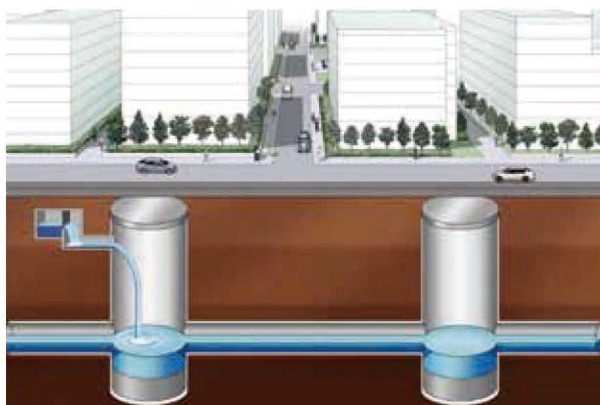


寺畑前川調節池 外径35.0m 深度46.0m

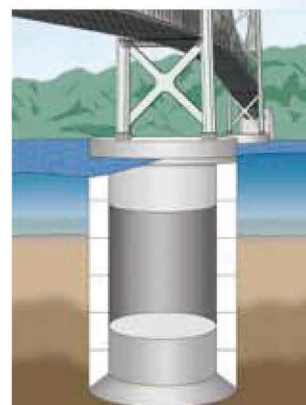
自動化オープンケーソン工法(SOCS)の主な用途



▲ 縦型雨水貯留施設



▲ 立坑



▲ 橋梁基礎

PCウェル工法

PC WELL METHOD



PCウェル工法研究会

研究会事務局

〒105-0004 東京都港区新橋 5-33-11 新橋NHビル内

☎ 03-3435-8919

<https://www.pc-well.gr.jp>

PC WELL METHOD



技術のグレードで、 時代のニーズにお応えする。

より優しい社会の実現のために、たゆまぬ開発を積み重ねる建設技術。
このことは、基礎工法においても例外ではありません。

オープンケーソン工法は、確実な施工性や完成後の信頼性などから100年以上の実績と歴史を重ね、近年においては、社会の成熟とともに基礎工の多様性が求められる中、厳しい施工条件下においても、合理的で効率的、かつ安全性の高い施工方法の開発がなされてきました。

「PCウェル工法」は、躯体にプレキャストブロックを用いることによる省人化と工期短縮、PC鋼棒と鉄筋を組み合わせることによる施工の合理化等、社会のニーズに対応した安全で信頼性の高い工法として高い評価を得ています。

本工法の普及と発展および施工技術の改良などを目的とするPCウェル工法研究会は更なる研究開発に取り組み、安心で豊かな未来を後世に確実に引き継ぐため、社会基盤整備に貢献してまいります。



■梅新南ランプ(大阪府)



PCウェル工法

PCウェル工法は、工場で製作されたプレキャストブロックを接着剤およびプレストレスによって緊結し、内部をハンマーグラブなどで掘削しながら、グラウンドアンカーの反力により圧入沈設する工法です。PCウェル工法の構造には、プレストレストコンクリート構造体(PC構造)とプレキャスト鉄筋コンクリート構造体(PRC構造)の2種類があります。

PC構造体

PC構造体は、プレキャストブロック同士をPC鋼棒により、ポストテンション方式で $2\sim 8(\text{N}/\text{mm}^2)$ 程度のプレストレスを導入して結合し、ひびわれの発生を許さないことを前提に設計します。ひび割れが発生しない構造のため、耐久性や水密性に優れております。

PRC構造体

PRC構造体は、プレキャストブロック同士をPC鋼棒により、ポストテンション方式で $0.5\sim 1.0(\text{N}/\text{mm}^2)$ 程度のプレストレスを導入して一旦結合し、PCウェル沈設完了後にプレキャストブロック側壁部にあらかじめ設置されたシース孔に異形棒鋼を挿入し、鉄筋グラウトで定着された構造体で、鉄筋コンクリート構造として設計します。大地震に対し、終局状態に至るまでの大きな変形性能により、高い靱性を有しています。

適用範囲

外径：標準的な工場製作部材 $\phi 1.6\text{m}\sim \phi 7.0\text{m}$ （矩形、小判型の実績あり）

深度：標準で60m程度（最大75mの実績）



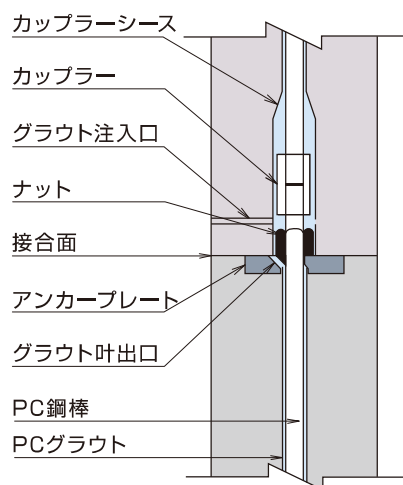
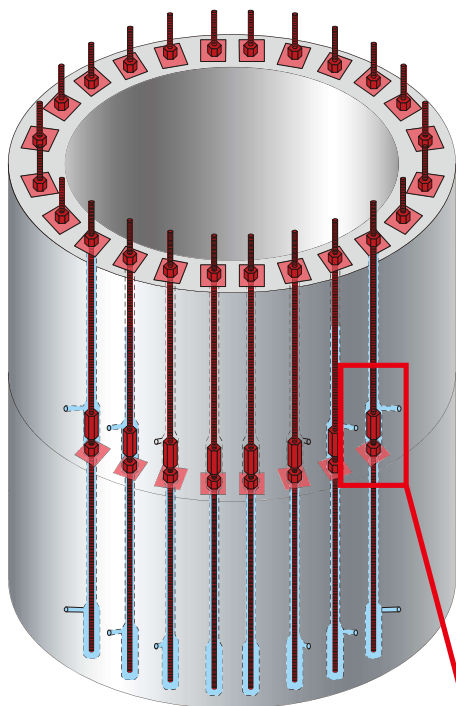
■北浦大橋（茨城県）



PCウェル 2つの構造形式

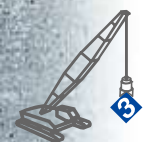
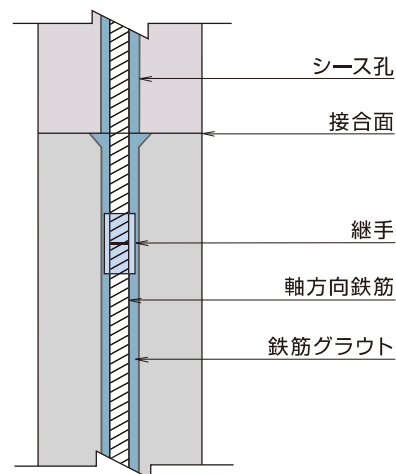
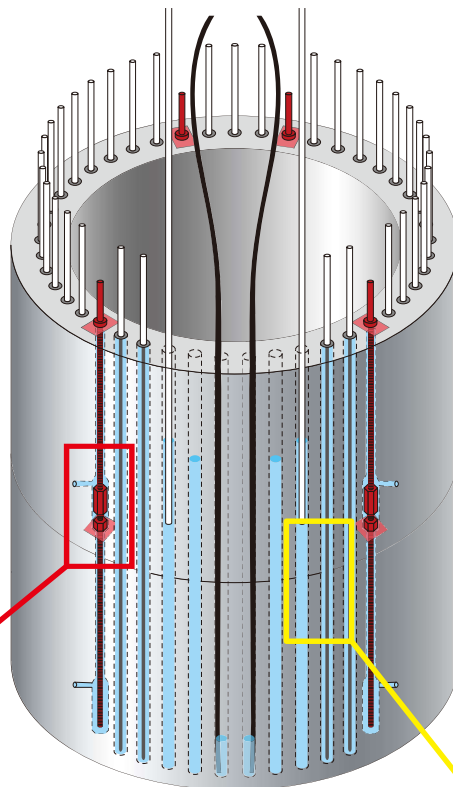
PC構造

ポストテンション方式で単体ブロック毎にPC鋼棒でプレストレスを導入し、連続体とする方式でプレストレストコンクリート構造のPCウェル。



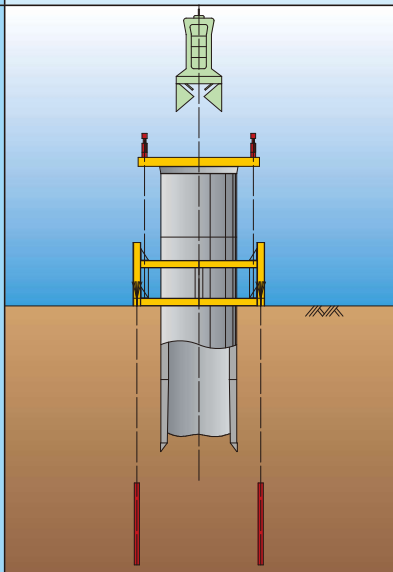
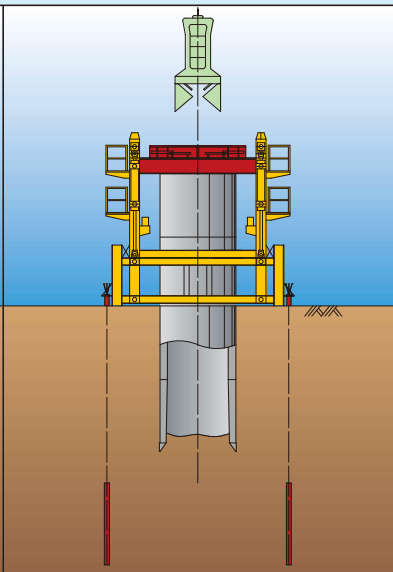
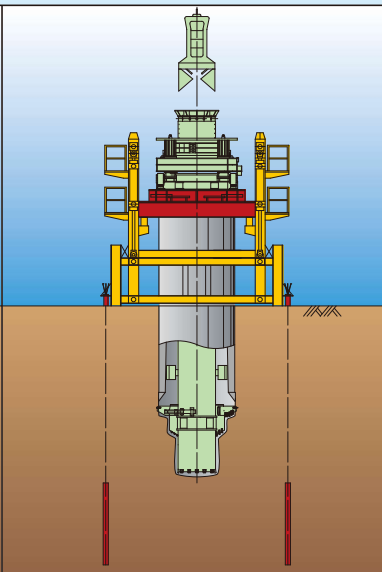
PRC構造

沈設時には施工上必要な最小のプレストレスを単体にポストテンション方式で導入し、沈設後に軸方向鉄筋挿入とグラウトで連続体とした鉄筋コンクリート構造のPCウェル。



軟弱地盤から硬質地盤まで幅広く活用でき、 さらに大深度の施工も容易です。

PCウェル基礎施工機械設備

施工形態		中掘り掘削圧入方式	中掘り掘削支持圧入方式	刃口下掘削支持圧入方式
沈下装置		圧入式沈下装置	支持圧入式沈下装置	
基幹建設機械		クローラークレーン(油圧駆動式ウインチ・ラチスジブ型)		
掘削・ 揚土	掘削 機械	ハンマグラブ、重クラムシェル		刃口下硬質地盤掘削機
	揚土方法	バケットによるバッチ揚土		
概要図				

施工機械

圧入式沈下装置



圧入式沈下装置は、PCウェル工法で使用する沈下装置で外径 $\phi 1,600 \sim \phi 7,000\text{mm}$ のPCウェルに適用可能である。圧入式沈下装置は、3,000kN級と6,000kN級、および12,000kN級がある。

支持圧入式沈下装置



支持圧入式沈下装置は、PCウェルを懸吊・支持と圧入ができる両機能を保有する沈下装置である。PCウェルを仮受けする機能があるため、刃口下を掘削する場合、あるいは、水上施工やPCウェルが自沈するような軟弱地盤で用いられる。
($\phi 1,600 \sim \phi 3,800\text{mm}$)

刃口下硬質地盤掘削機



軟岩から中硬岩までの岩盤掘削対応として開発された掘削機械である。刃口下硬質地盤掘削機によりオーバーカット施工したPCウェルは周面コンタクトグラウトの充填を検討する必要がある。
($\phi 3,000 \sim \phi 3,800\text{mm}$)



システマチックな機構で、低騒音、低振動、

PCウェル全体 施工フロー

RCロット製作



刃口ロット据付け



単体RCロット据付け



PC鋼棒建込み・接続



接着剤塗布



PC鋼棒緊張



PCグラウト注入



圧入・掘削



底版水中コンクリート打設



軸方向鉄筋挿入



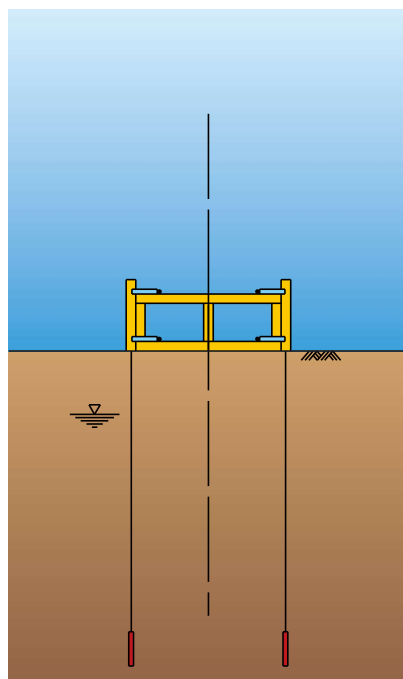
軸方向鉄筋用
グラウト注入

内はPRCの場合のみ

軸方向鉄筋用グラウト注入と軸方向鉄筋
挿入の施工手順は前後する場合があります。

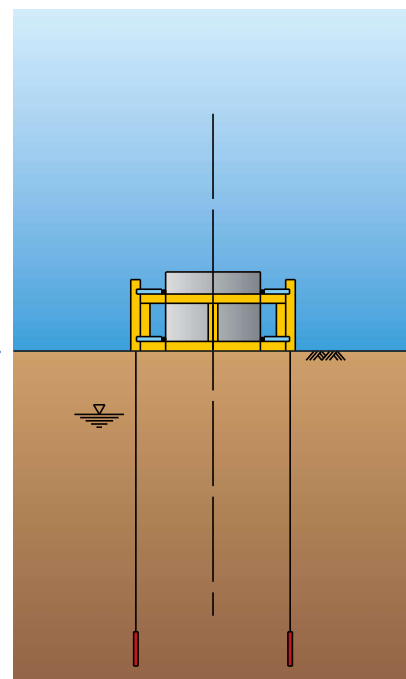
PCウェル施工手順図(中掘り掘削圧入方式)

沈下装置組立工



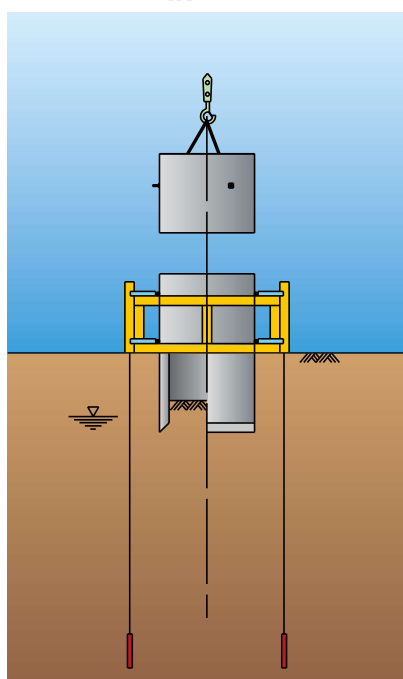
PCウェル沈下装置を組み立て、沈設地点に据え付け沈設アンカーと連結します。

刃口RCロット据付工



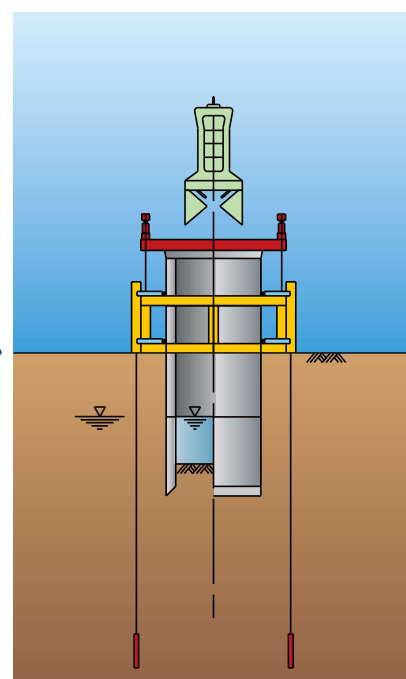
刃口RCロットを杭芯にセットし、ガイドローラーでしっかりと固定します。

PCウェル構築(繰り返し)



PCウェルの構築と掘削沈下を繰り返します。

掘削沈下(繰り返し)

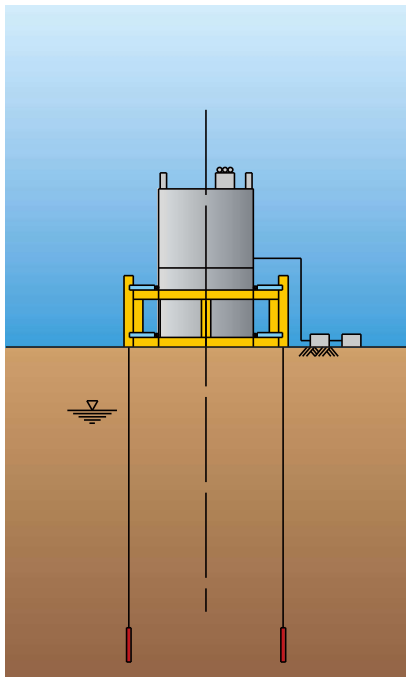


PCウェルの構築と掘削沈下を繰り返します。



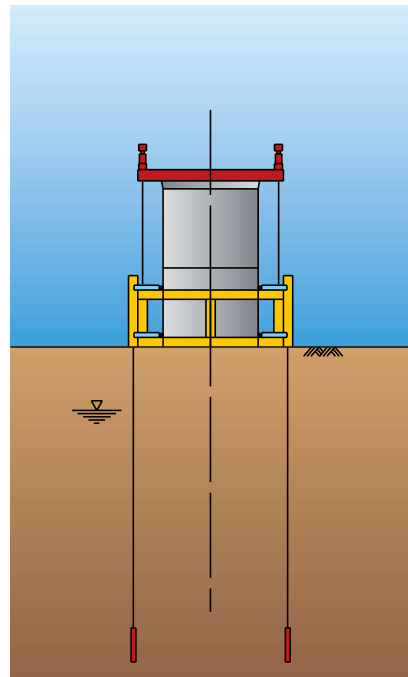
かつ高効率な施工を可能にします。

PCウェル構築工



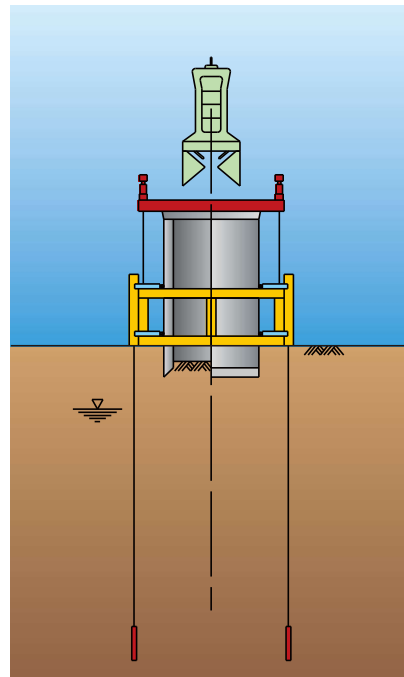
刃口RCロットとRCロットをPC鋼棒で緊張一体化しPCウェルを構築します。

圧入設備設置工



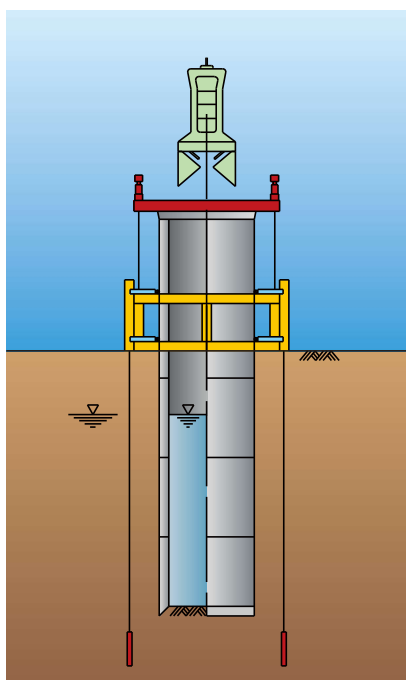
PCウェル上に圧入設備(保護リング、三角加圧桁、圧入ジャッキ等)を設置し六角フレームと連結します。

掘削沈下工(ハンマグラブ掘削)



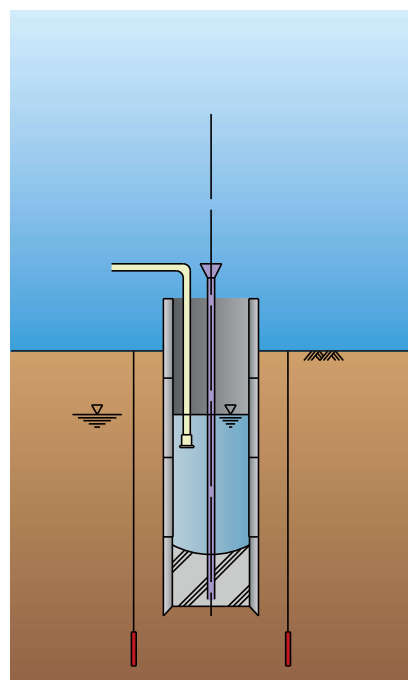
ハンマグラブにてPCウェル内部を水中掘削しながらPCウェルを圧入し沈設します。

沈設完了(所定の深度に到達)



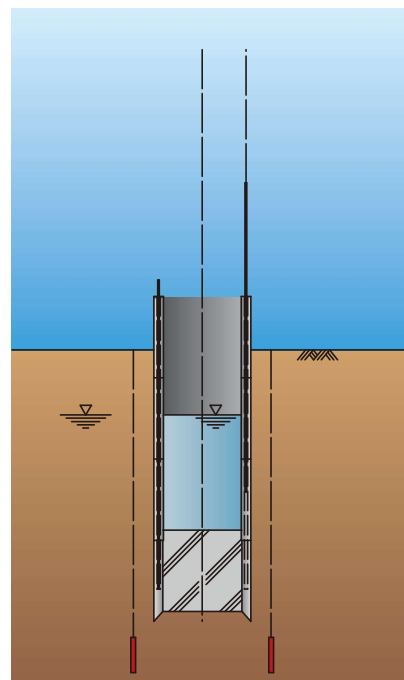
PCウェルが所定の深度に到達したことを確認し沈設を完了します。

スライム処理～底板水中コンクリート工



スライム処理完了後、速やかに底板水中コンクリートをプランジャートレミー方式で打設します。

軸方向鉄筋挿入(PRC構造)



シース孔に軸方向鉄筋を挿入し鉄筋グラウトで一体化します。



あらゆる構造物の基礎工や立坑の施工に

PC構造体による施工事例



千葉モノレール 基礎(φ1.6~3.5m)



浜松町駅跨線橋 基礎(φ3.0m)



つくば高架橋 基礎(φ3.0m)



新御堂筋線梅新南ランプ 基礎(φ3.5m)



角島大橋 橋脚・基礎(φ4.0m)



幕張A地区デッキ 基礎(φ2.0m)



まさに最適の技術です。

PRC構造体による施工事例



佐世保高架橋 基礎(φ5.0m)



日本橋川橋梁 橋脚・基礎(φ2.5m)



提供:鉄道・運輸機構

つくばEXP 基礎(φ3.0m)



和田橋拡幅下部 橋脚・基礎(小判3.8m)



高谷JCT高架橋 橋脚・基礎(φ3.5m)



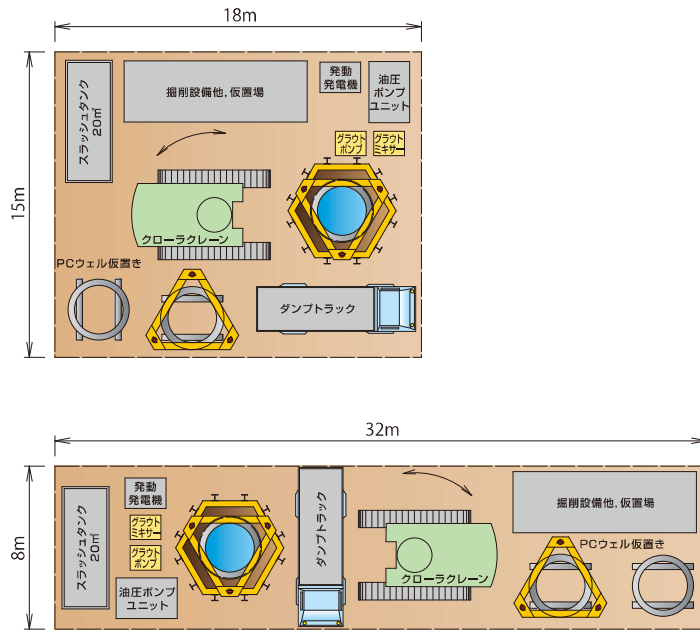
新六斗橋 橋脚・基礎(φ3.0m)



狭いヤードでも有効的に利用して 効率的な施工ができる工法です。

施工配置図

ハンマグラブバケットによる中掘り掘削圧入方式の場合

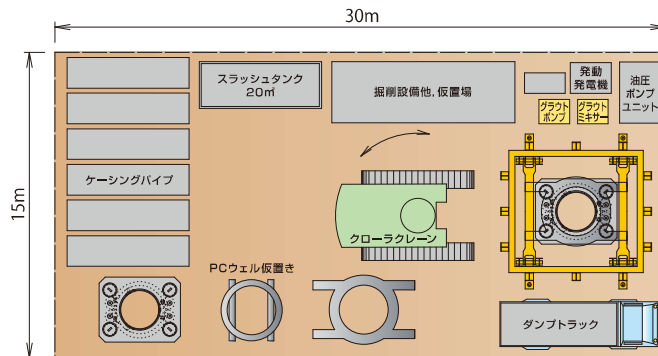


大森・蒲田共同溝工事



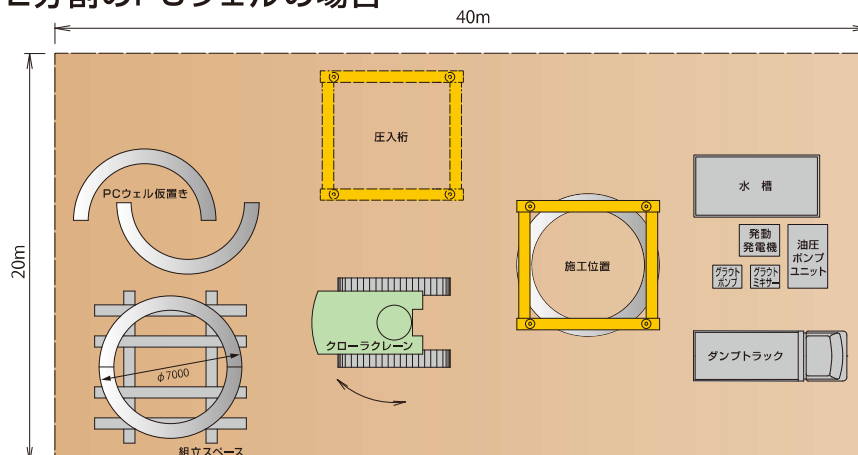
東部丘陵

刃口下掘削支持圧入方式の場合



北浦大橋

2分割のPCウェルの場合



濱崎橋



ケーソン沈設システムと大口径プレキャストブロックの 組合わせによる先進技術です。

施工に必要な作業用地面積

(単位:㎡)

施工法 PCウェル 外径(mm)	中掘り掘削圧入方式	中掘り掘削支持圧入方式	刃口下掘削支持圧入方式
	ハンマグラブ・重クラムシェルによる掘削揚土		刃口下硬質地盤 掘削機による掘削揚土
1,600~2,500	200~250	250~300	300~400
3,000~3,500	250~300	300~400	400~600
3,800~7,000	800~1,000	---	---

単体ブロックの標準規格

人孔用標準規格(PC構造体)

内 径 Di(mm)	壁 厚 t(mm)	外 径 Do(mm)	断面積 Ac(mm ²)	単体ブロック の長さ L(m)	単体ブロック (t/個)
2,000	250	2,500	17,672 × 10 ²	2.5	11.04
2,500	250	3,000	21,598 × 10 ²	2.5	13.5
3,000	250	3,500	25,525 × 10 ²	2.5	15.95
3,200	300	3,800	32,987 × 10 ²	2.0	16.49
4,000	350	4,700	47,831 × 10 ²	2.0	23.92
5,000	400	5,800	67,858 × 10 ²	2.0	33.93
6,000	500	7,000	102,100 × 10 ²	1.5	38.29

※外径φ3.5mを超えるものは分割構造とする。

基礎用標準規格(PRC構造体)

外 径 Do(mm)	壁 厚 t(mm)	断面積 Ac(mm ²)	単体ブロック の長さ L(m)	単体ブロック 質量(シース考慮なし) (t/個)
1,600	170	7,637 × 10 ²	2.5	4.77
2,000	210	11,809 × 10 ²	2.5	7.38
2,500	250	17,672 × 10 ²	2.5	11.05
3,000	300	25,447 × 10 ²	2.5	15.9
3,500	350	34,636 × 10 ²	2.5	21.65
3,800	380	40,828 × 10 ²	2.0	20.41
4,000	420	47,237 × 10 ²	2.0	23.62
5,000	500	70,686 × 10 ²	2.0	35.34
6,000	600	101,788 × 10 ²	1.5	38.17
7,000	700	138,544 × 10 ²	1.5	51.95

※外径φ3.5mを超えるものは分割構造とする。

