

次世代高規格コンテナターミナルの整備について

五洋建設株式会社 東京土木支店 横浜総括工事事務所
土木総括所長 古池 章浩

21世紀に入り世界的に流通が拡大し、コンテナ取扱量も飛躍的に増加している。東アジア地域の諸港では大型船対応24時間フル稼働の高効率コンテナターミナルが続々と整備され、ハブポートとなっている（写真1、表1）。

日本の港湾に入出港する船舶は、ヨーロッパ・中東からの欧州航路、南北アメリカ大西洋岸からの北米航路を経由するが（図1）、2014年に予定されているパナマ運河拡張工事の完了により、北米航路経由のコンテナ船は大型化が見込まれる。これに伴い、我が国でも次世代高規格コンテナターミナルの整備により国際競争力強化を目指し「スーパー中枢港湾」構想を立ち上げ、2004年度には京浜港、伊勢湾、阪神港が対象港湾に指定されている。その後、京浜港（東京港・川崎港・横浜港）、阪神港（大阪港・神戸港）が重点的整備を行う国際コンテナ戦略港湾として選定され、「総花的」から「選択と集中」へと国土交通省成長戦略の転換が図られている。

本稿では横浜港における高規格コンテナターミナルの整備状況について紹介する。

1 横浜港南本牧地区における高規格コンテナターミナル整備

横浜港南本牧ふ頭は、1990年に埋立工事に着手し、2001年にMC-1・2コンテナターミナルの供用が開始された。その後スーパー中枢港湾に指定され、2007年度に高規格コンテナターミナルMC-3・4の整備が開始され、2014年のMC-3供用開始を目指し、安全性の高い耐震強化岸壁の建設が急ピッチで進められている。

MC-3・4コンテナターミナルの整備では、既に供用が開始されているMC-1・2の沖側に35万㎡の埋立を行い、世界最大級で我が国初の水深-20mを有する高規格コンテナターミナル岸壁を増設する計画である（図2、3）。

完成すれば超大型コンテナ船も接岸できる水深16m、延長400mの大水深岸壁となり、コンテナ積み降ろしには超大型船対応のメガ・ガントリークレーンが設置される（図4）。



写真1 ● 横浜港全景

表1 ● 世界の主要港のコンテナ取扱量

1990年			2005年		
順位	港名	取扱量	順位	港名	取扱量
1	シンガポール	522	1	シンガポール	2,319
2	香港	510	2	香港	2,243
3	ロッテルダム	367	3	上海	1,808
4	高雄	350	4	深セン	1,620
5	神戸	260	5	釜山	1,184
6	釜山	235	6	高雄	947
	
11	横浜	165	21	東京	376
13	東京	156	27	横浜	287
			31位以下	神戸	156

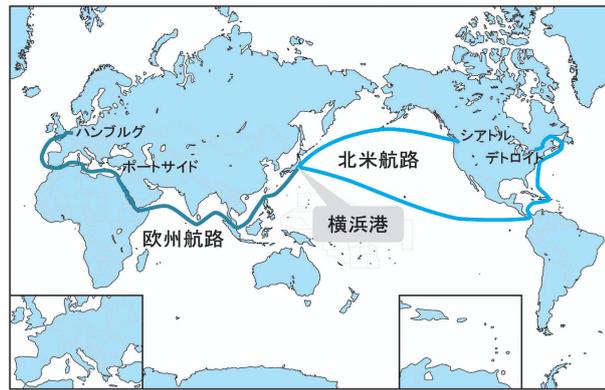


図1 ● 欧州・北米基幹航路



図2 ● 南本牧ふ頭完成イメージパース
【提供】横浜市港湾局

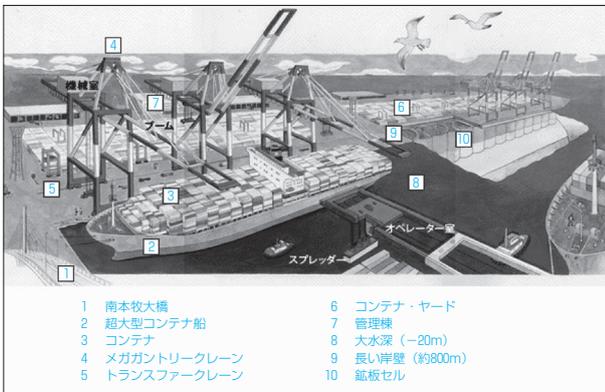


図3 ● 南本牧スーパー中枢港湾の想像図(2020年)
【出典】南本牧安全衛生連絡協議会HP

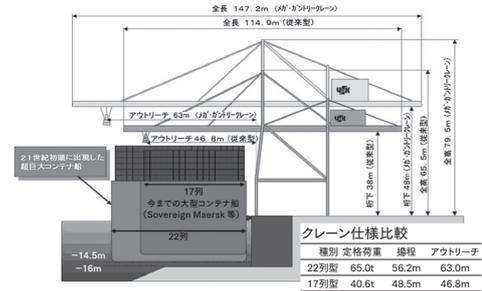


図4 ● メガ・ガントリークレーンの概要
【提供】横浜市港湾局

2 港湾施設の概要

港湾施設の構造は図5のようになる。

外からの波浪の影響を防ぐ防波堤①で囲み、その中に船舶が出入りする航路②、停泊する泊地③を設け、船舶が接岸する係留施設④が岸壁式あるいは栈橋式で築造される。

係留施設には貨物の揚げ降ろし荷揚施設⑤が設置され、その背後には貨物を一時貯留する保管施設⑥を設ける。

港湾後背地への流通施設として臨港鉄道⑦や臨港道路⑧が整備される。

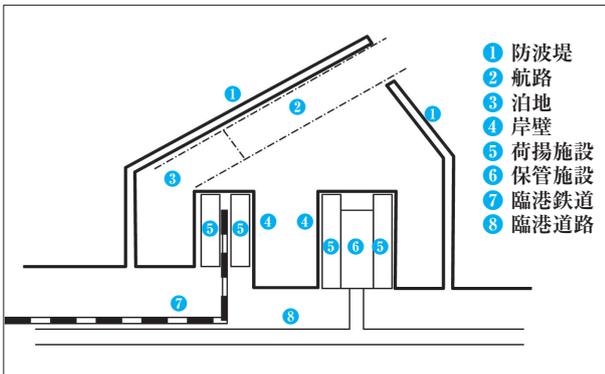


図5 ● 港湾施設

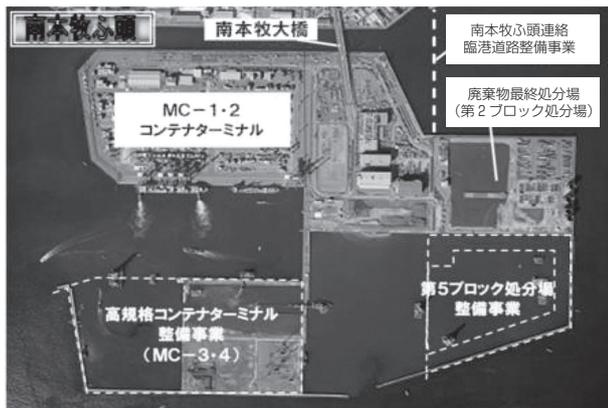


図6 ●南本牧ふ頭整備事業
【提供】横浜市港湾局

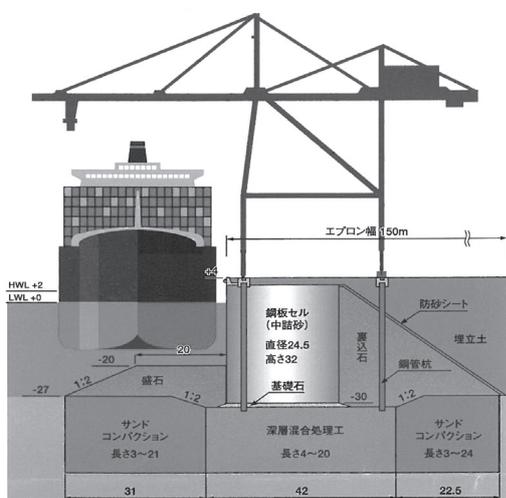


図8 ●MC-3岸壁断面図(鋼板セル式)
【出典】MC-3協議会パンフレット"NEXT Y2000"

3 現在稼働中の工事

南本牧ふ頭では、MC-1・2と、外周防波護岸、航路、泊地が既に整備されている。現在は、2014年のMC-3供用開始に向け、岸壁、クレーン基礎、埋立の工事が進められている(図6)。

また、南本牧ふ頭と首都高速湾岸線を連絡する臨港道路事業計画も進んでいる(図7)。

4 鋼板セル式岸壁工事

MC-3岸壁の整備は、国土交通省関東地方

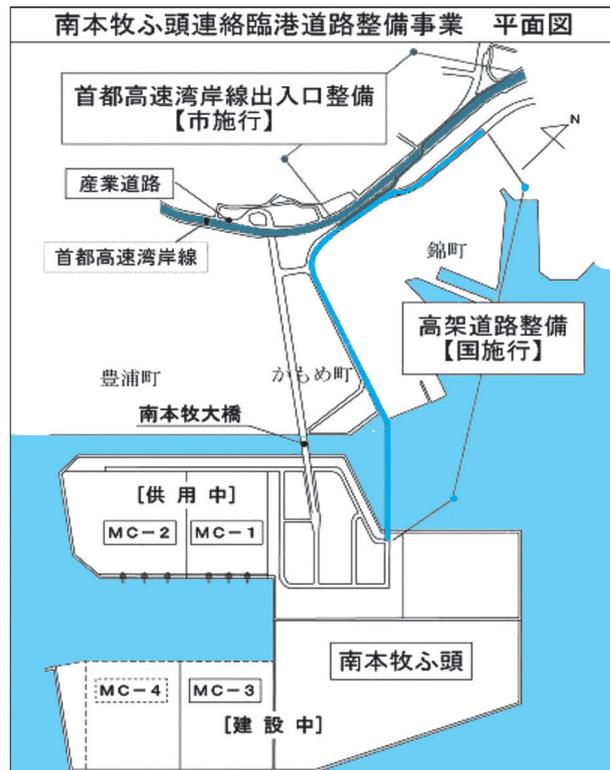


図7 ●南本牧ふ頭連絡臨港道路事業計画
【提供】横浜市港湾局

整備局が行っている。当局が実施した本岸壁の構造選定の経緯および工事の概要について以下に述べる。

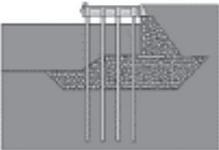
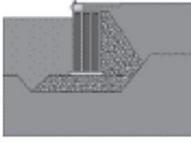
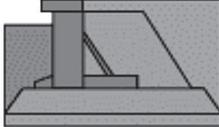
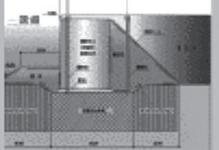
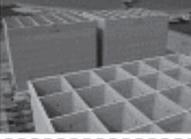
(1) 岸壁構造形式の選定

MC-3岸壁建設にあたっての現地条件は以下の通りである。

- ① 岸壁の設置水深が深い (D.L.-26~27m)。
- ② 基盤層(土丹層)の深度が岸壁法線上で起伏が大きい。
- ③ 軟弱層(N値10以下の沖積層粘性土層)の厚さも岸壁法線上で大きく変化している。
- ④ 早期供用開始のため短期間での整備が求められる。

これらの現地条件を勘案し、4種類の構造形式に関する比較検討(表2)が実施され、耐震性、工程短縮、経済性に優れる鋼板セル式岸壁が採用された。なお、基盤層が深い区間では、その上に堆積している軟弱層について深層混合処理工法(CDM)による地盤改良が施されている(図8)。

表2 ● 岸壁構造比較検討結果

栈橋式	RC ケーソン	ハイリットL型ブロック	鋼板セル式
			
			
<ul style="list-style-type: none"> 大きな杭を用いても杭が座屈してしまう × 	<ul style="list-style-type: none"> 変形量が少ない ○ 工程が工期に収まらない(工期4.6ヶ月) × 	<ul style="list-style-type: none"> 変形量が少ない ○ 工程が工期に収まる(工期3.2ヶ月) ○ 工費がセル式より高い(工費1.15) × 	<ul style="list-style-type: none"> 変形量が少ない ○ 工程が工期に収まる(工期3.0ヶ月) ○ 工費がHBL式より安い(工費1.00) ○
断面不成立	工期超過	コスト高	MC-3 に採用

【出典】関東地方整備局京浜港湾事務所HP

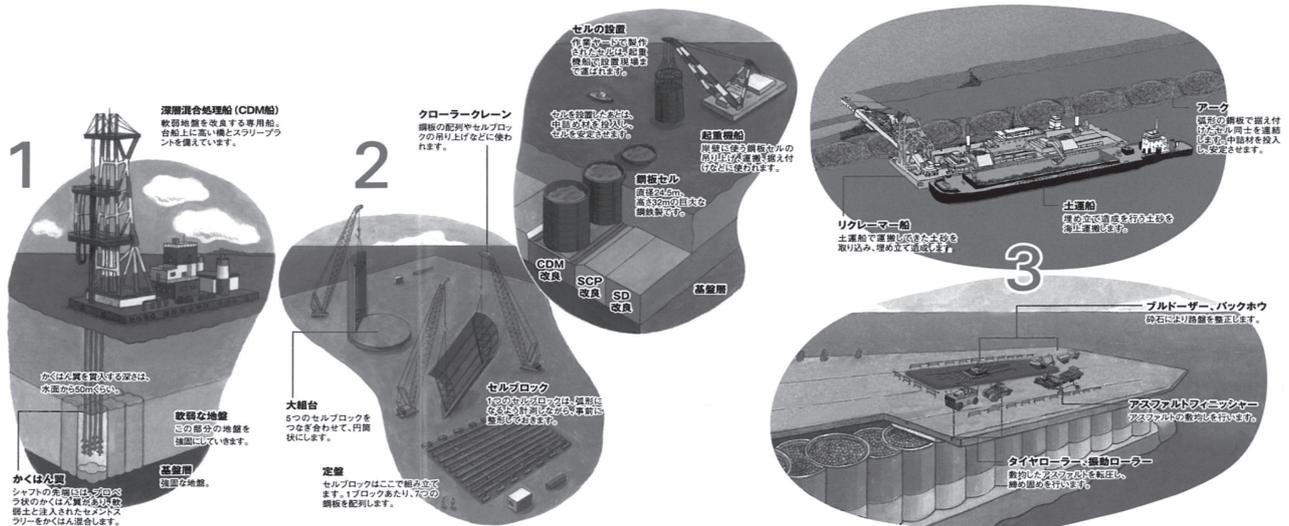


図9 ● 鋼板セル式岸壁工事施工フロー
【出典】MC-3協会パンフレット"NEXT Y2000"

(2) 工事施工

図9に鋼板セル式岸壁工事の施工フローを示す。

鋼板セルは南本牧ふ頭内に設けられた製作ヤードにて製作される。製作された鋼板セルは、起重機船により現地まで吊運搬の後、現地に据付けられる(写真2)。

鋼板セルの製作・設置は平成19年から行われており、平成23年2月現在、20函の据付けが完了している(写真3)。

一方、岸壁工事に並行して(財)横浜埠頭公社発注の埋立工事が進められており、平成23年度に埋立が完了する予定である。



写真2 ● 鋼板セル据付状況



写真3 ● MC-3建設工事の現状

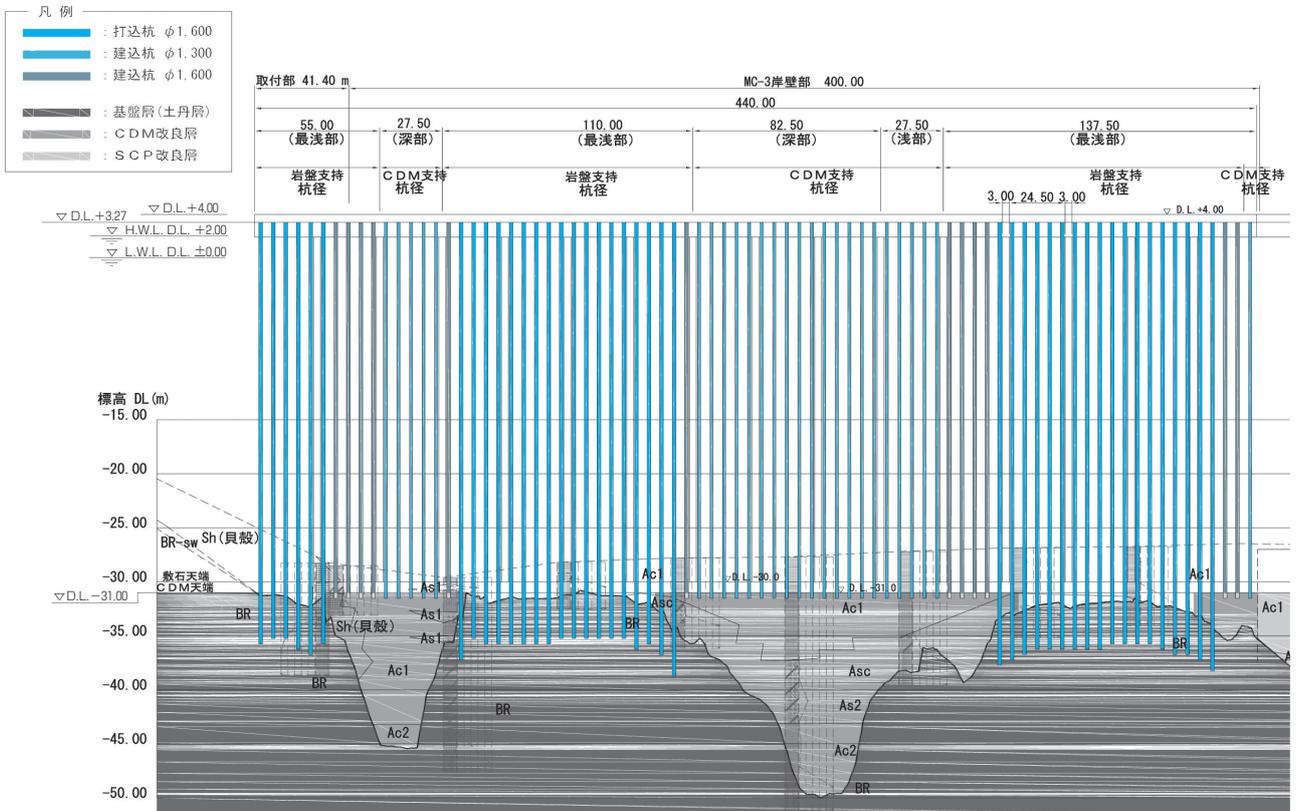


図10 ● 縦断面図(海側クレーンレール基礎杭位置)

5 クレーンレール基礎工事

鋼板セル式岸壁上に配置されるガントリークレー

ンのレール基礎形式は、鋼管杭基礎である。なお、基礎杭の配置箇所における基礎層深度に応じ、その施工方法として“打込杭”および“建込杭”が採用されている(図10、11、12)。

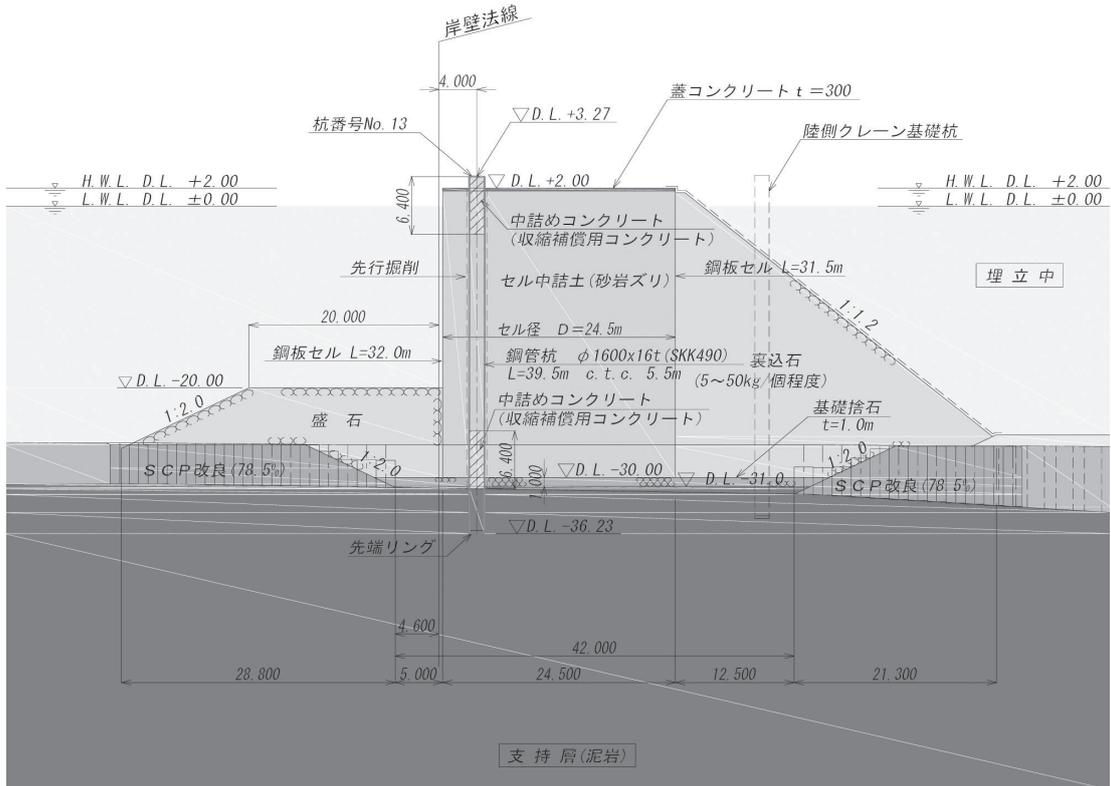


図11 ● 標準断面図(打込杭箇所)

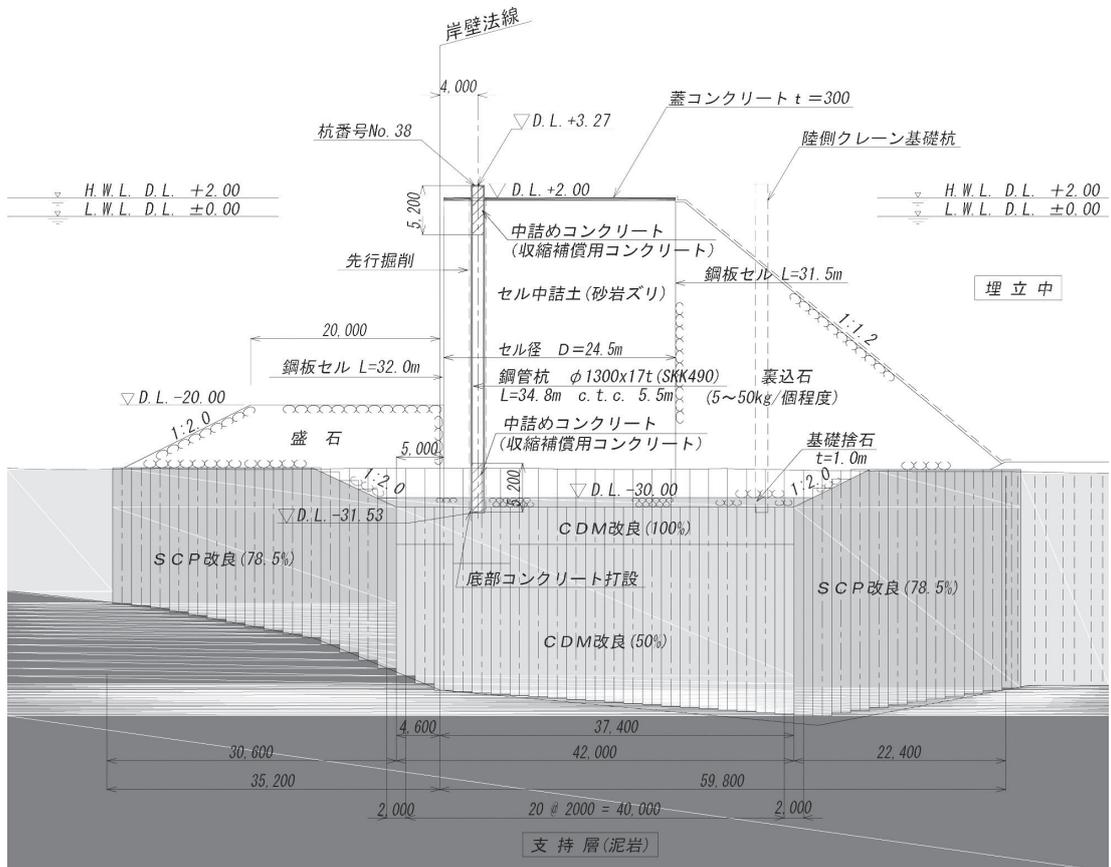


図12 ● 標準断面図(建込杭箇所)

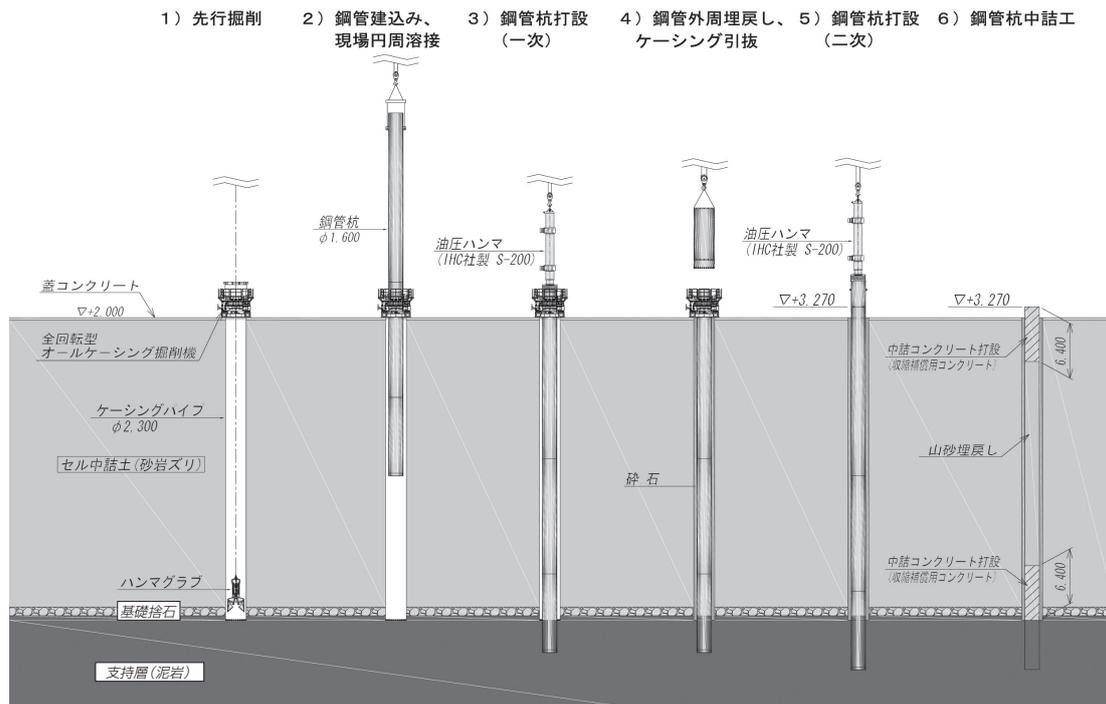


図13 ● 打込杭施工手順

(1) 打込杭の施工

打込杭の施工手順を図13に示す。

基盤層深度が浅い区間では、打撃工法により基盤層に鋼管杭（φ1,600×16t）を打設する。基盤層内への打込長は4.0m（杭径の2.5倍）であるため、硬質地盤における大口径鋼管杭の打設にあたって伝達されるエネルギーが高く偏打による

座屈を防止できる高性能油圧ハンマ（IHC社製 S-200）を使用した。（写真4）

また、杭の打込みにあたって支障となるセル中詰材（砂岩ズリ）内の岩塊および基礎石（5～50kg/個）を除去するため、全回転型オールケーシング掘削工法による先行掘削を補助工法として併用した。



写真4 ● IHC社製油圧ハンマによる杭打設

(2) 建込杭の施工

建込杭の施工手順を図14に示す。

基盤層深度が深い区間では、打込杭と同様に全回転型オールケーシング掘削工法により CDM 改良土層上端まで先行掘削を行った後、ケーシング内に鋼管杭（φ1,300×17t）を建込み、CDM 改良土に支持させる。この際、鋼管杭の先端に水中コンクリートを打設して根固めを行う。なお、根固めコンクリートは鋼管杭内外に確実に充填させる必要があるため、水中不分離性コンクリートとした。

- 1) 先行掘削、孔底処理 2) 鋼管杭建込み 3) 底部コンクリート打設 4) 鋼管外周埋戻し 5) 中詰工

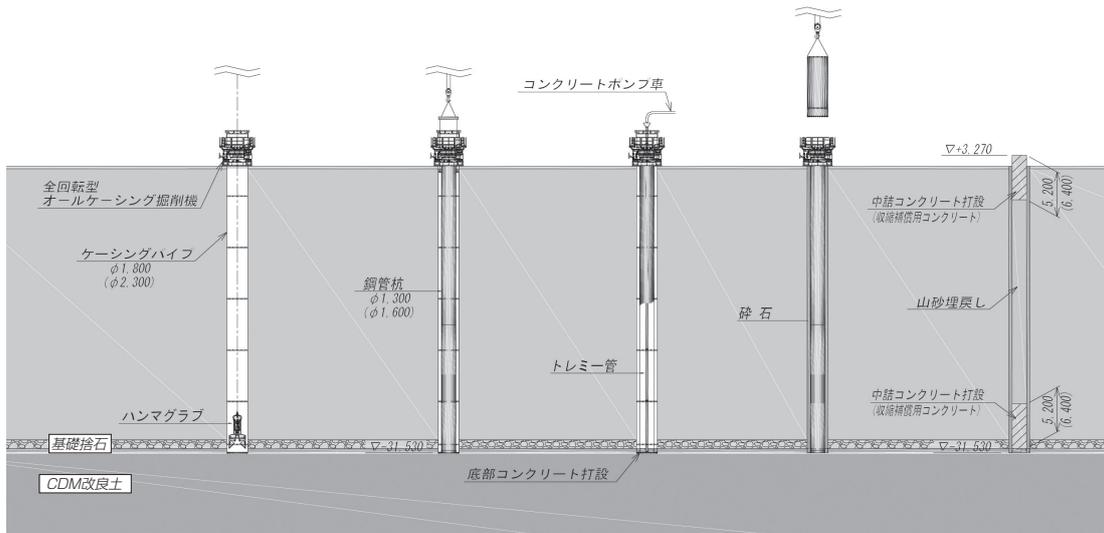


図14●建込杭施工手順

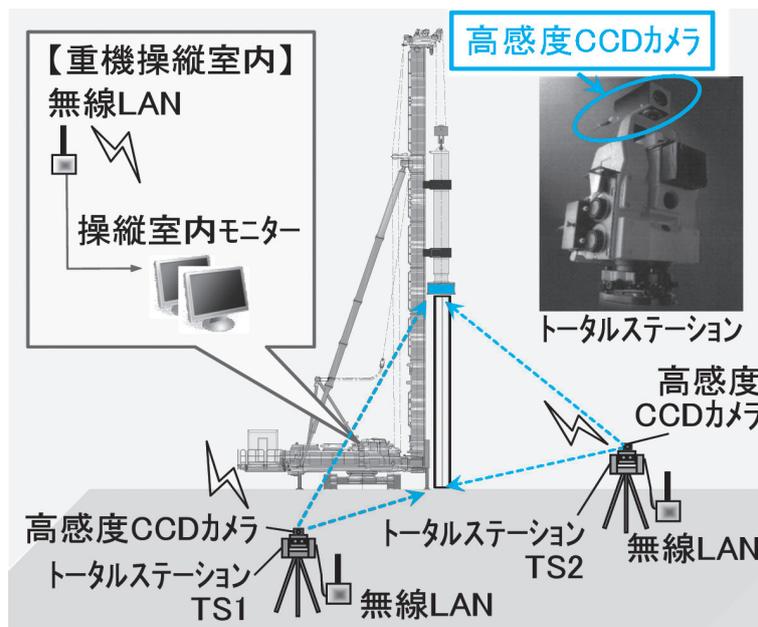


図15●高感度CCDカメラ画像による杭打設管理システム概念図

(3) 杭誘導精度の向上

杭の誘導は、直交する2方向からトランシットにより行うのが望ましいが、施工場所の立地条件上、①大半の杭について2方向の挟み角が90°以下となること、②視準距離が最大600m程

度になること等から、トランシットによる誘導では杭の誘導精度が低下することが懸念された。このリスクを解消するため「高感度 CCDカメラの映像による杭打設管理システム」を導入し、杭の誘導管理を行った(図15)。

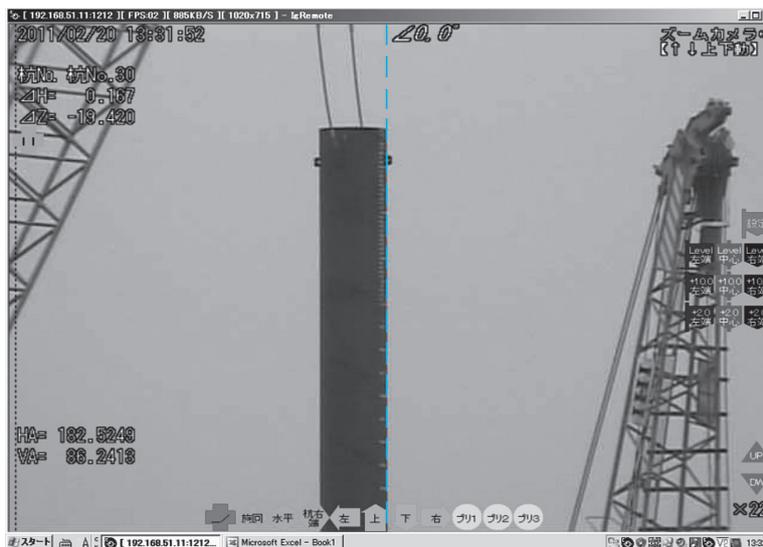


図16 ● システム画像

※鋼管右端の鉛直線(色破線)が誘導法線



写真5 ● オペレータ室における杭誘導状況

本システムは、トータルステーションに取り付けた CCD カメラからの映像に、杭の誘導法線を重ねてモニター上で確認することができ、画像のズームアップ・ダウンも自在であるため、挟み角が小さい場合の誘導や、遠距離の誘導において高精度で杭の誘導を行うことができる。また、モニターを重機の運転席に設けることにより、誤誘導の防止、誘導時間の短縮を図ることができた(図16、写真5)。

(4) 安全への配慮

工程確保のため、掘削機を最大4組投入する必要があったことから、重機との接触災害、クレーン災害等に対する安全確保が課題であった。そこで、オペレータの死角を補うためのカメラ、センサーをクレーンおよびバックホウに取り付け、重機作業時における安全性の向上を図った(写真6、7、8、9)。



写真6 ● 掘削機配置状況



写真7 ● クレーンブーム先端に取付けた監視カメラ



写真8 ● クレーン操縦室におけるモニタリング状況



写真9 ● クレーン後方監視センサー取付状況



写真10 ● 見学会の様子



写真11 ● 見学会の様子

6 おわりに

国際流通における我が国の地位向上のため、南本牧地区における高規格コンテナターミナルの早期完成が望まれる中、当面は南本牧地区MC - 3の2014年供用開始に向けて、狭いエリアでの多くの工事の競合や、既に完成したMC - 1・2への一般船舶に配慮しながら施工している。国土交通省の指導の下、請負業者間の密

な連絡調整、周辺環境や安全への配慮、工程促進のための工夫や努力が成果をあげ、工事は順調に進捗している。

2月3日（木）に開催した東京土木施工管理技士会の現場見学会では、多くの若手技術者に港湾施設整備を十分に理解していただけたものと思う（写真10、11）。

今後、さらに一層の努力を行っていきたい。

最後に、関係各機関の本工事への理解と協力に対し、紙面を借りて感謝申し上げます。