

# 8

## 横浜港湾空港技術 調査事務所

### 1. 港湾と環境（海洋環境整備事業と人工干潟）

(1) 生物共生型護岸『潮彩の渚』

### 2. 港湾施設の技術（技術基準と代表的な構造形式の変遷）

- (1) 港湾法の改正（1973（昭和48）年）以前
- (2) 港湾の施設の技術上の基準を定める省令の制定（1974（昭和49）年）
- (3) 仕様規定から性能規定（設計）への足がかり
- (4) 性能設計への完全移行
- (5) より使いやすい基準に 性能設計の深化と実務設計者への配慮

### 3. アナログからデジタルへ（建設プロセスの資料の変遷）

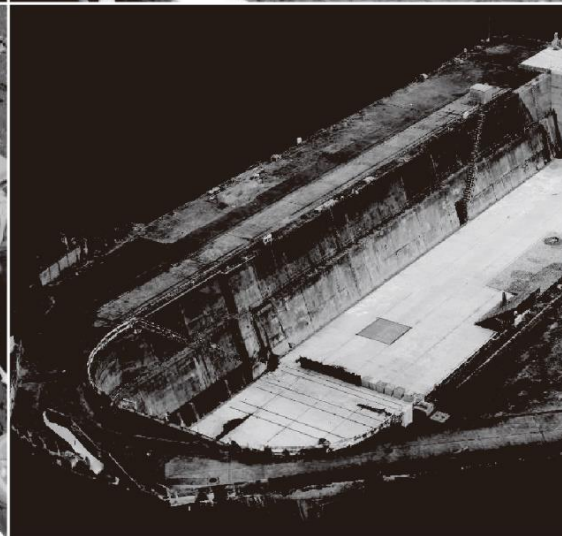
- (1) はじめに
- (2) 平成一桁時代（アナログとデジタルとの併用）
- (3) 1998（平成10）年代以降（デジタル化の到来、発展）
- (4) 2019（令和元）年代以降（BIM/CIMの推進）

### 4. 船舶・機械設備のあゆみ（横浜機械整備事務所の事業）

- (1) 港湾業務艇・調査船など
- (2) 海洋環境整備船
- (3) 機械設備など

### 5. 水理実験場のあゆみ

- (1) 沿革など
- (2) 実験の実績





# 1. 港湾と環境（海洋環境整備事業と人工干潟）



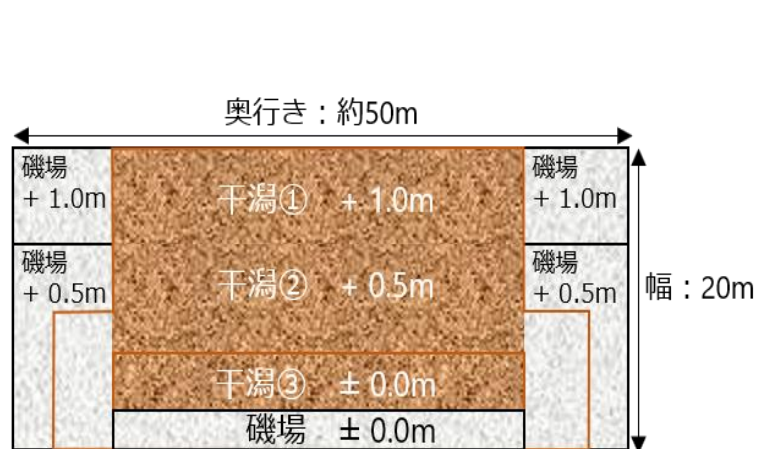
■潮彩の渚(干潮時)

港湾行政の中で、港湾環境に関する取り組みが本格的に行われはじめたのは、社会問題化した海洋汚染への対応のため制定された「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律」（1970(昭和45)年）が契機となっている。

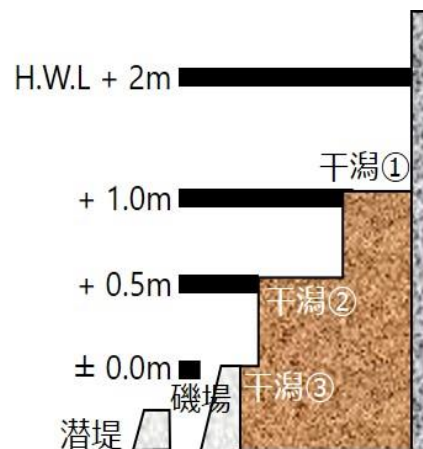
1973(昭和48)年には港湾法の改正により、「港湾の開発、利用及び保全並びに開発保全航路の開発に関する基本方針」が策定され、後に配慮すべき環境の保全に関する基本的な事項も制定された。

当初は公害対策中心であったが、主な施策が次第に環境行政へ移りつつあるなかで、1996(平成8)年、横浜港湾空港技術調査事務所(当時横浜調査設計事務所)調査課に環境係が置かれ、翌年には環境課が設置されて、現在に至っている。

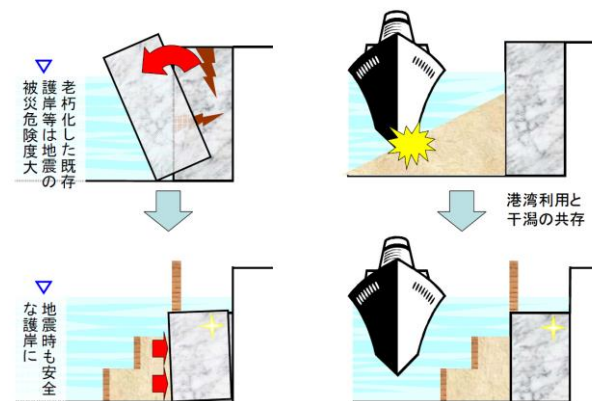
この間、東京湾再生計画に代表される自然再生の取り組みや、様々な再生資源の活用を目指



■干潟平面イメージ



■干潟断面イメージ



■構造のポイント

す技術開発、並びに環境情報データベース（東京湾環境情報センター「TBEIC」）の構築による情報の集約と提供などを行っている。

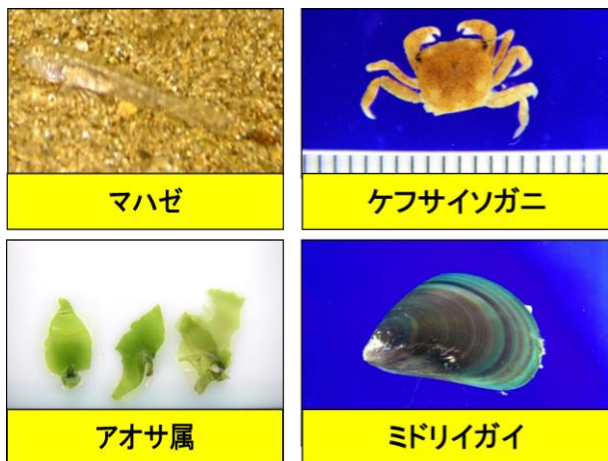
なかでも、人工干潟の整備・活用はさまざまな海洋環境施策の実験的フィールドとして大きな成果をあげている。

### (1)生物共生型護岸『潮彩の渚』

横浜港湾空港技術調査事務所の人工干潟による生物共生型護岸『潮彩の渚』は、東京湾水環境再生に利用するための実証試験施設として、地震に強い構造に海の生物が共存できることを再現し、その結果を実験的に実証しながら、護岸の補修や補強に活かしていくことを目的として、2008(平成 20)年に竣工した。

#### ①整備の具体的な目的

- ・東京湾臨海部に存在する施設の補修・補強手法
- ・水環境の改善を目的とした生物生息場の創出手法



■生息が確認された生物の例

- ・東京湾における、市民利用が可能となる海辺の創出
- ・マイクロプラスチックの実態把握
- ・港湾機能等、産業活動を阻害しない構造の成立

#### ②施設の特徴

- ・海水の満ち引きを利用し時間毎に陸地化する範囲を変化させ、砂浜の部分と磯浜の部分をつくり多種多様な生物が着生できる
- ・船舶の航行する水域を狭めないよう、棚式の構造を採用

#### ③生物生息場の創出

多様な生物の生息場として 2019(令和元)年 7月迄に、199種の生息を確認。

#### ④市民等との協働

- 協働調査体制
- ・大学や研究機関による調査を実施
- ・市民参加型調査の実施



■アサリわくわく調査の様子

地元小学校の総合学習の場として開放し、多くの小学生に対し『潮彩の渚』での海洋学習を実施しているほか、地元自治体と協力して、一般公募と外部講師により「アサリわくわく調査」を始めとした様々なイベントを開催しており、2020(令和 2)年 10月迄に約 6,100名の方々が来訪されている。また、『潮彩の渚』は、環境改善材の実証試験フィールドとしても提供し、今後は、東京湾水環境再生に利用するための実証試験施設として更なる利用を目指している。



■自由調査の様子



## 2. 港湾施設の技術（技術基準と代表的な構造形式の変遷）



■ 港湾施設の技術上の基準・同解説の変遷

我が国の港湾施設整備にかかる技術は、国際的にみても高度な水準を維持してきており、質の高い社会経済基盤の整備により、経済の発展に大いに貢献してきた。

こうした高品質な港湾建設技術を支えてきたものとして、諸先輩方の努力の積み重ねと各時代における最新かつ最高水準の知見を集めた「港湾施設の技術上の基準」（以下、技術基準）がある。

技術基準はその時代の背景や社会的要請も反映しながら、およそ10年ごとに改訂が行われて

きた。平成の30年間においては3度の改訂が行われてきたが、各改訂とも大きな転換期ともいえる改訂を実施している。特に、突如不幸にして来襲した東日本大震災をはじめとする大きな地震・津波災害によって得られた貴重な知見や様々な研究により、耐震に関する考え方の進展はめざましいものがある。

今回、技術基準に着目して、設計法における移り変わりをまとめた。



■ 港湾工事設計示方要覧(1950(昭和25)年)

### (1) 港湾法の改正（1973(昭和48)年)以前

#### ① 港湾工事設計示方要覧(1950(昭和25)年)

明治以降の我が国の港湾技術者が培ってきた経験則を集大成したもので、港湾の設計法が初めて体系化された。1940(昭和15)年から作成がはじまったが第二次大戦後の混乱がおさまった1950(昭和25)年に刊行された。

## ②港湾工事設計要覧(1959(昭和 34)年、横浜調査設計事務所発足年)

第二次世界大戦前後の急速に発展した海岸工学及び土質工学の研究成果を港湾建設に取り入れる目的で編集され、1959(昭和 34)年刊行された。

また、港湾構造物設計基準は、港湾技術研究所に設計基準課が設けられたことを契機に、わかりやすい設計の手引き書を作る動きが生まれ、2年以上にわたる審議・検討を経て1967(昭和 42)年に発刊された。当初は部内資料であったが後に日本港湾協会を通じて一般に公開された。

## (2)港湾の施設の技術上の基準を定める省令の制定(1974(昭和 49)年)

これまでの基準は、指針的なもので法的な位置づけはなかったが、1973(昭和 48)年の港湾法改正で56条の2の2(港湾の施設に関する技術上の基準等)が追加されたことにより制定された。

### ①港湾の施設の技術上の基準・同解説(1979(昭和 54)年)

1974(昭和 49)年に制定された省令は非常に簡単なもので、個々の技術項目については具体的に述べられていなかったため、港湾局長通達として設計基準の本文となる部分が発出され、この通達の解説書として刊行された。

### ②港湾の施設の技術上の基準・同解説改訂版(1989(平成元)年)

「基準・同解説」の刊行以降において蓄積され

た技術的知見の反映と、社会経済情勢の変化や、港湾空間に対する要請の変化を踏まえ、1988(昭和 63)年に改訂された港湾局長通達に対する解説書として、1989(平成元)年に刊行された。

- ・砂質土の液状化予測判定法の充実
- ・偏心傾斜荷重の支持力検討方法の変更(ビショップ法へ)
- ・新たな地盤改良工法の追加(深層混合処理、SCP工法など)
- ・新形式防波堤の設計法の規定(上部斜面堤、浮防波堤など)

## (3)仕様規定から性能規定(設計)への足がかり

### ①港湾の施設の技術上の基準の細目を定める告示の公布(1999(平成 11)年)

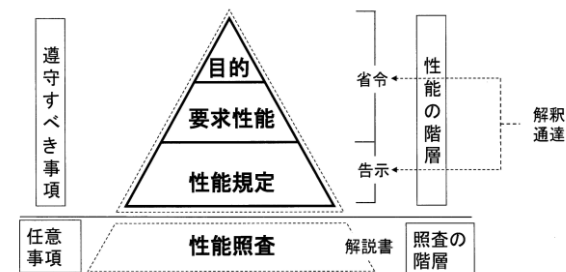
従前の港湾局長通達の内容を広く周知するため、その内容を整理・改正し「港湾の施設の技術上の基準の細目を定める告示」として公布された。

### ②港湾の施設の技術上の基準・同解説 改訂版(1999(平成 11)年)

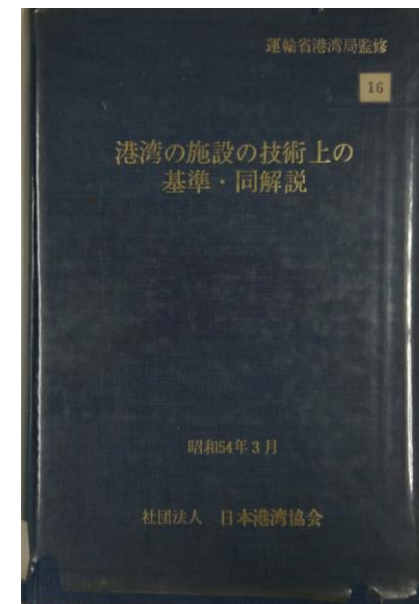
- 国際規格(ISO)への対応や阪神・淡路大震災で得られた知見を反映した耐震設計法への見直しが図られるなど、性能設計への契機となった。
- ・耐震強化施設についてレベル1、2地震動を想定した設計法の導入
  - ・コンクリート部材について、限界状態設計法の採用
  - ・信頼性設計手法のひとつとしてケーソン式防

波堤の期待滑動量を用いた信頼性設計法を記述

- ・SI単位に記述を変更



■性能の階級及び性能照査の位置づけ



■港湾の施設の技術上の基準・同解説(1979(昭和 54)年)

#### (4)性能設計への完全移行

##### ①港湾の施設の技術上の基準・同解説 改訂版 (2007(平成 19)年)

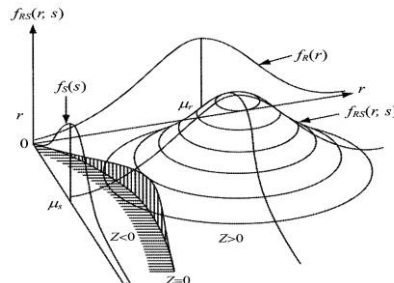
標準化された検討手法や形状などを規定していた「仕様規定」から、施設や構造物に求められる性能だけを規定する「性能規定（設計）」に全面的に移行した。

設計の自由度が増加し、安価で合理的な設計の創意工夫が可能となった反面、性能の照査を施設設置者が自ら実施・確認することとなった。

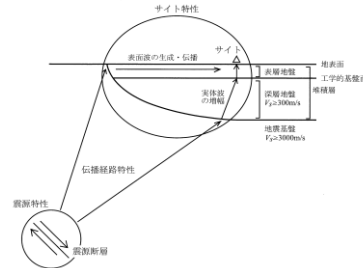
また、解説部分については、これまでの基準の解説的な記述から、性能照査方法の事例集的な記述に変更された。

- ・性能設計への完全移行
- ・簡易な信頼性設計法である部分係数法の採用
- ・震源特性・伝播経路特性、サイト特性を考慮した地震動の作成

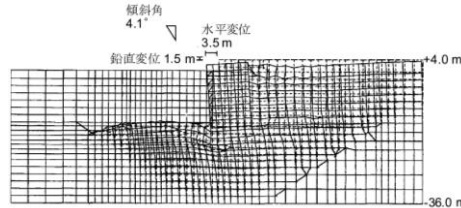
- ・荷重抵抗係数アプローチによる部分係数法の深化
- ・改良の定義や既存施設（部材）の性能評価手順の明確化
- ・対津波・粘り強い構造の高度化
- ・設計に用いる波浪にあらたに「うねり性波浪」を規定
- ・国際競争力の強化及び基準の国際化
- ・環境への配慮にかかる規定の拡充



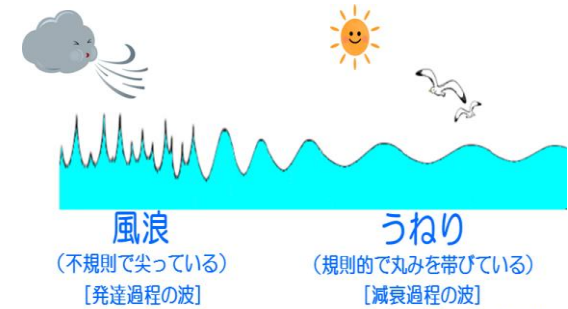
■破壊確率の概念図



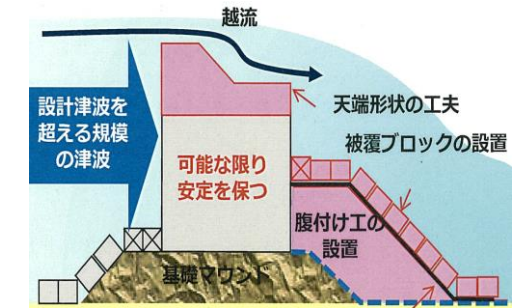
■震源特性・伝播経路特性・サイト特性



■FLIPによる変形照査の例



■うねり性波浪の規定



■耐津波設計における粘り強い構造のイメージ

#### (5)より使いやすい基準に性能設計の深化と実務設計者への配慮

##### ①港湾の施設の技術上の基準・同解説 改訂版 (2018(平成 30)年)

2007(平成 19)年の改訂以降の社会情勢の変化に対応するため、また事故災害などで得られた貴重な教訓と知見を反映するために改訂された。改訂にあたっては、設計実務者や施設利用者のニーズを把握するなど、基準をとりまく状況などを整理しながら実施された。

粘着力C      重量W      上載荷重q      せん断抵抗角φ

$$\frac{\sum \left\{ \left[ \gamma_c c'_k S + (\gamma_w W'_k + \gamma_q q_k) \cos^2 \theta \gamma_{\text{mod}} \tan \phi'_k \right] \sec \theta \right\}}{\sum \left[ (\gamma_w W'_k + \gamma_q q_k) \sin \theta \right]} \geq 1.0$$

**現行基準**      個別の設計パラメータ（材料）に部分係数をかける、「材料係数アプローチ」による部分係数

**移行**

**新基準**      まとまった荷重項と抵抗項に部分係数をかける、「荷重抵抗係数アプローチ」による部分係数

（設計パラメータそのまま計算した抵抗項）

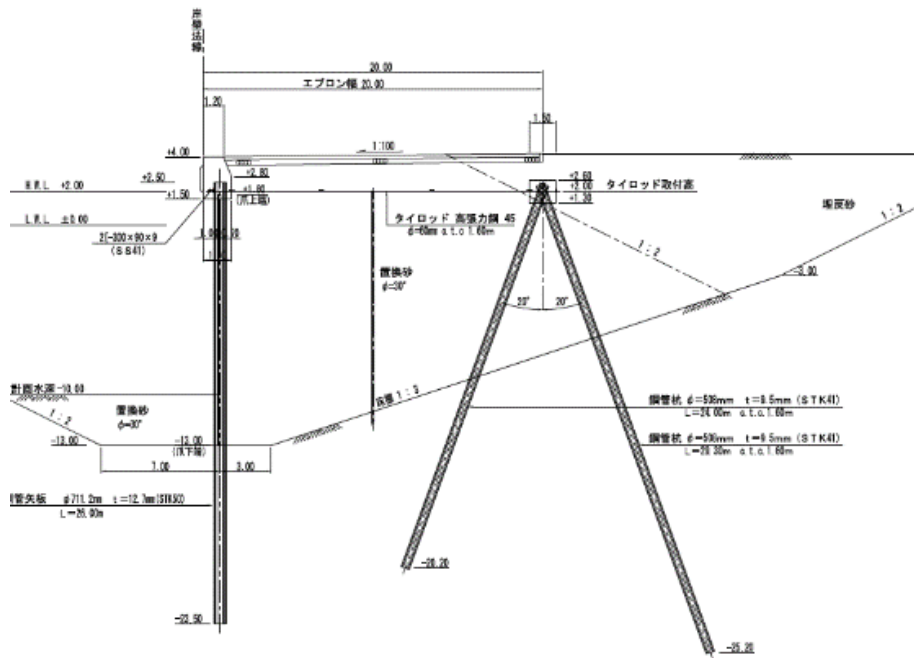
$$\frac{\gamma_R \sum \left\{ \left[ c'_k S + (W'_k + q_k) \cos^2 \theta \tan \phi'_k \right] \sec \theta \right\}}{\gamma_S \sum \left[ (W'_k + q_k) \sin \theta \right]} \geq 1.0$$

（設計パラメータそのまま計算した荷重項）

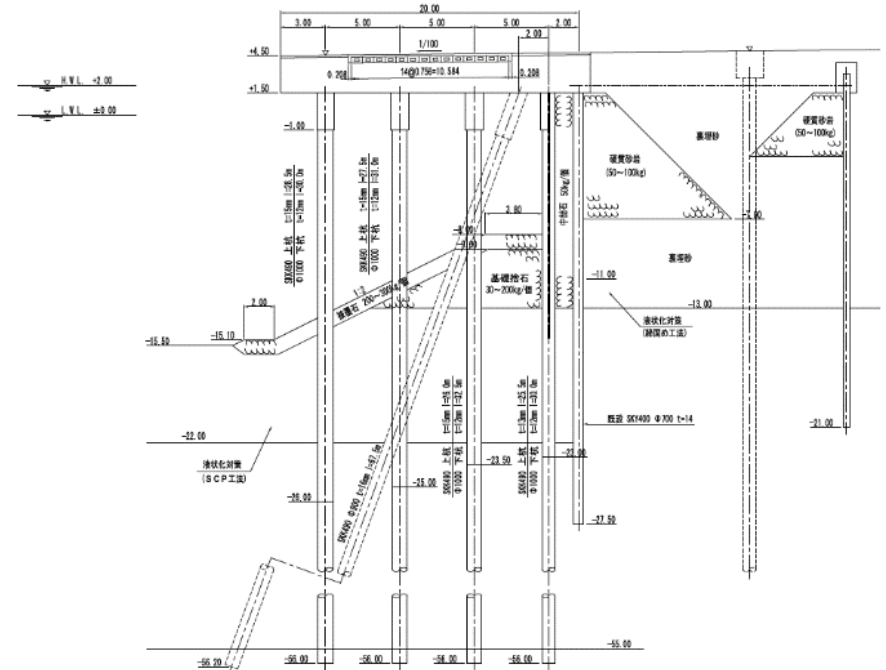
■荷重抵抗係数アプローチによる部分係数



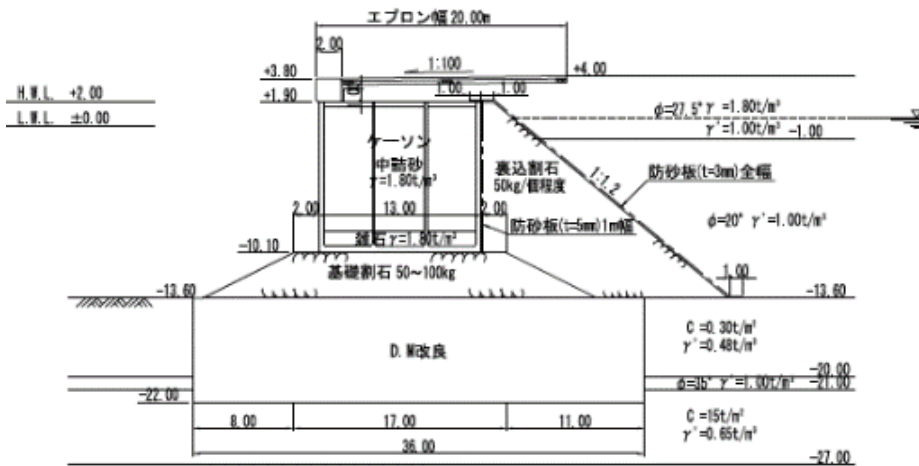
代表的な設計事例(係船岸:構造別)



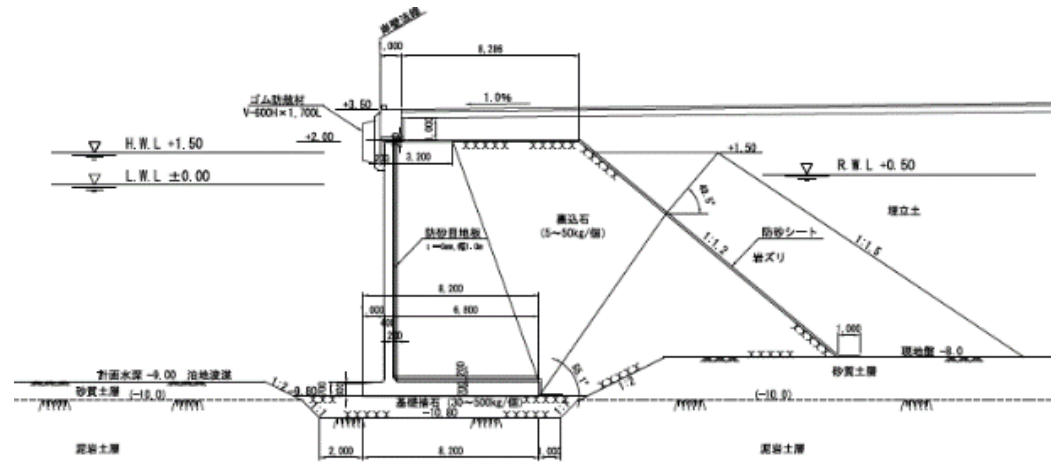
■1979(昭和54)年以前 矢板式(千葉港葛南中央地区(-10m))



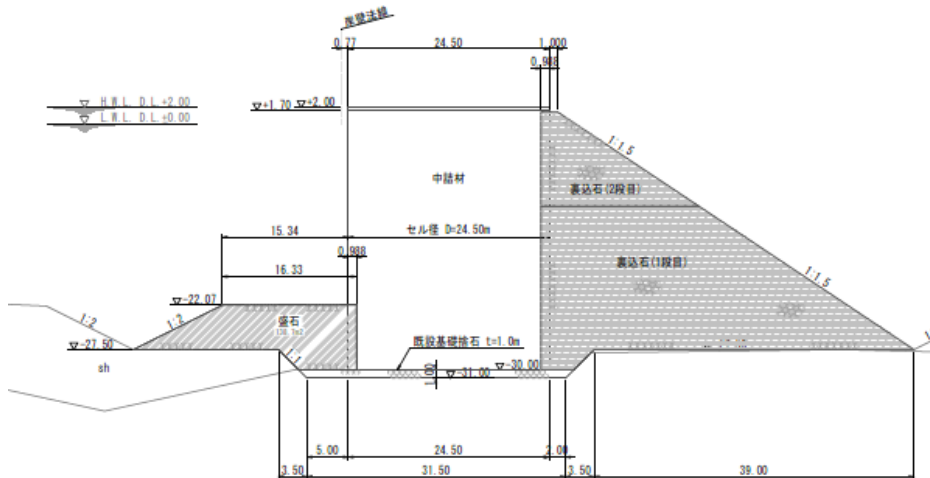
■1999(平成11)年基準 栈橋式(川崎港東扇島地区(-14m))



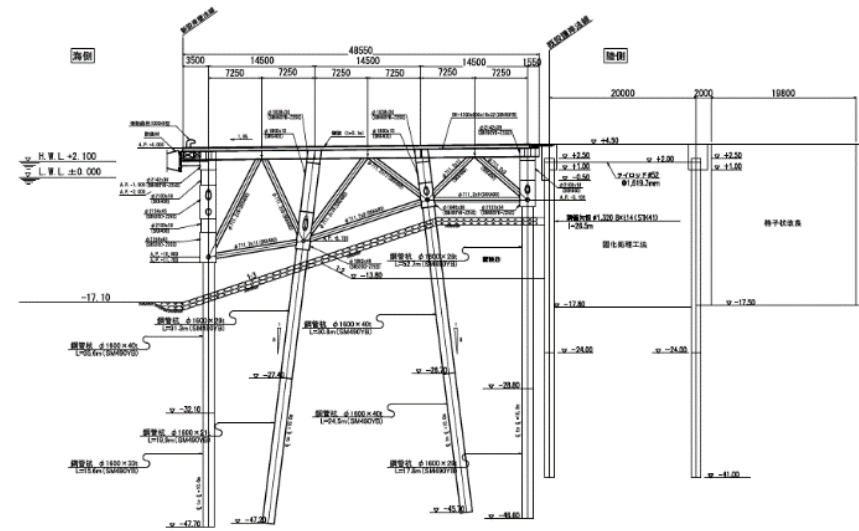
■1989(平成元年)年基準 重力式(横浜港大黒地区(-10m))



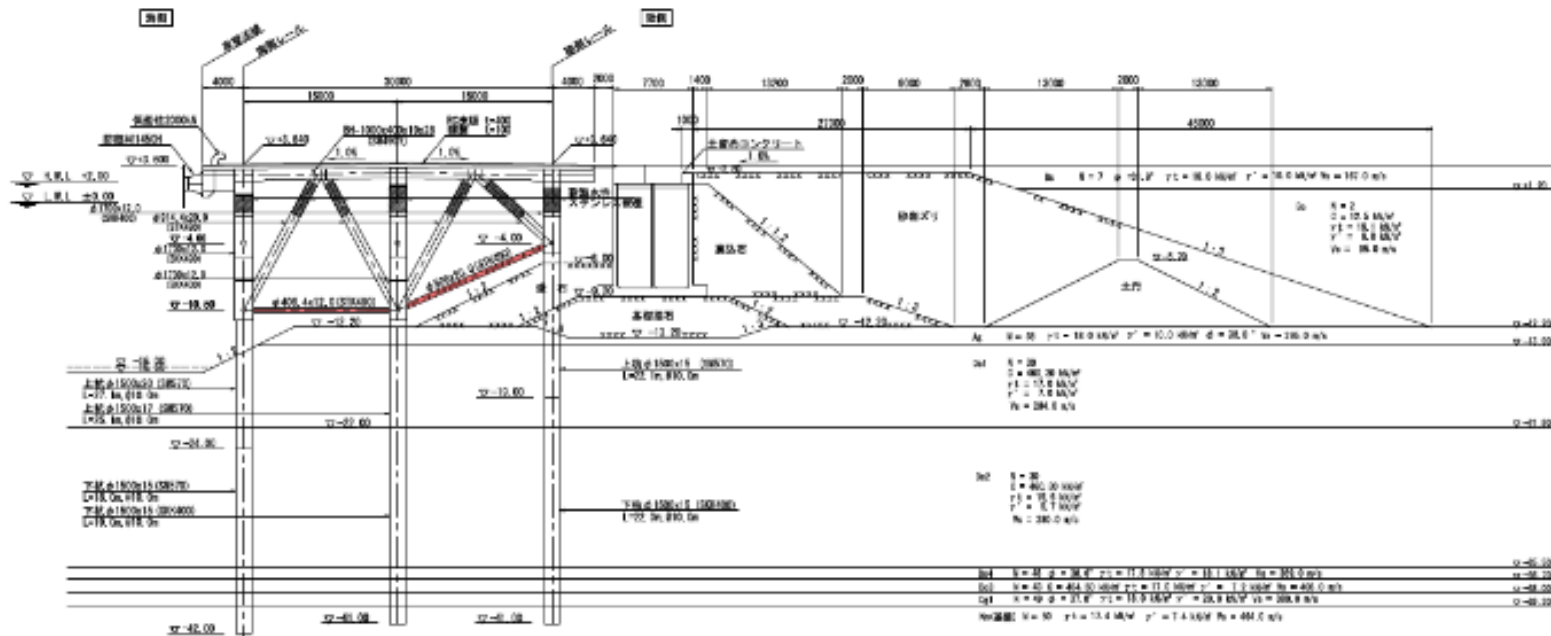
■1999(平成11)年基準 重力式(茨城港常陸那珂港区中央ふ頭地区(-9m))



■2007(平成 19)年基準 セル式(横浜港南本牧地区(-16m))



■2007(平成 19)年基準 ジャケット式(東京港中央防波堤外側地区(-16m))



■2018(平成 30)年基準 ジャケット式(横浜港本牧地区(-16m))



### 3. アナログからデジタルへ（建設プロセスの資料の変遷）

#### (1)はじめに

国土交通省は、i-Construction（i-Con）の取り組みの一つとして、計画、調査、設計段階から3次元モデルを導入することにより、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図ることを目的として、BIM/CIMの導入・推進を進めている。

BIM/CIMの導入は、計画から維持管理といった建設プロセスにおいて、簡素化と生産性向上に資する手段のひとつとして期待されている。

少し時代をさかのぼると、平成年間においてはデジタル機器の急速な発展と高速・高性能化、並びに作業ツールとして一般的に普及したことによって、業務の仕方・させ方は劇的に変化してきた。



■ワープロ専用機の例

以下に、BIM/CIMに至るまでの建設プロセス資料の変遷について述べる。

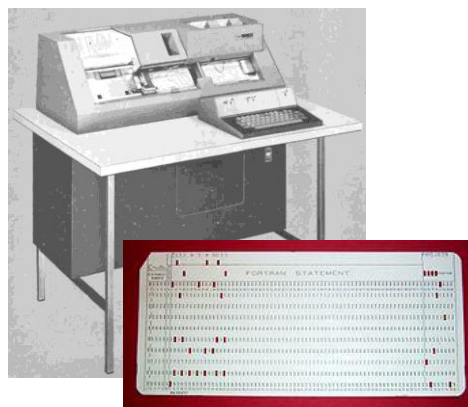
#### (2)平成一桁代(アナログとデジタルとの併用)

##### ①特記仕様書等の作成

この頃は、課に一台程度のワードプロセッサ（ワープロ）しか無い状況でありながら、特記仕様書はワープロで作成していた。

また積算諸元については、ワープロでの作成或いは手書きで行っていた。その後、職員一人毎にパーソナルコンピュータ（PC）が貸与されたものの、特記仕様書は個人の好みもあり、「一太郎」、「ワード」、「三四郎」、「ロータス」、「エクセル」などで作成していた。

なお、特記仕様書だけが唯一、デジタル化（フロッピーディスク、MO）されていた。



■カードとパンチ機の例

積算は、FORTRAN言語を使用したバッチ処理の大型電算機システムからPCへ移行する時期であったが、手書きで専用のシートにコーディングした後、紙カードを作成（マークまたはパンチ）、チェックのためシステムに読み込ませた後、修正するというような地道な作業を行っていたため、積算最盛期にはパンチ機やカードリーダーの順番待ちが多く発生した。その後、漢字を利用したPCによるオンライン積算は1993(平成5)年、現在の様な初心者でも会話のような入力で積算可能なシステムの完成は1996(平成8)年まで待たされることになる。



■オンライン化前後の入力用PC(同型機)

## ②図面の作成

測量、調査及び設計といった業務はアウトソーシングが進んでいたが、受注者からの設計図面の成果品の納品は、A0やA1のトレーシングペーパーの第二原図であった。

受注者にもよったが、トレーシングペーパーに記載された線や文字は手書き或いは、独自に導入したCADから出力された文字や線であった。

入札予定者への図面の用意は、発注者が行った。発注図面は、トレーシングペーパーと感光紙とを重ね合わせて、感光させ、揮発したアンモニア原液で「焼かれて」ブルーの線が浮かび上がる、いわゆる青焼きで作成し、指名業者分を用意した。なお、青焼きを作成する際は、感光させる速度の調整が難しく、熟練の技が必要であったとともに、印刷機器が置かれている部屋はアンモニアの臭いで作業環境が悪かった。

目 次					
図番	図 名	縮 尺	図番	図 名	縮 尺
1	全体平面図	1/300	18	法線平行方向陸側小梁 B <sub>1</sub> 配筋図	1/50
2	標準断面図	1/100	19	法線直角方向小梁 B <sub>2</sub> 配筋図	1/50
3	杭配置図	1/300, 1/10	20	枕頭詳細図	1/300
4	上部工一般形状図	1/100	21	原型枠詳細図	1/30, 1/50
5	床版配筋図 (1号1)	1/50	22	モルタルラッピング詳細図	1/20
6	床版配筋図 (1号2)	1/50	23	裏止め詳細図	1/2.5, 1/10
7	法線平行方向大梁 G <sub>1</sub> 配筋図	1/50	24	けい軸柱詳細図	1/10
8	法線平行方向大梁 G <sub>2</sub> 配筋図	1/50	25	防柱材台座詳細図 (参考図)	1/30, 1/50, 1/30
9	法線直角方向大梁 G <sub>3</sub> G <sub>4</sub> (1号) 配筋図 (1号1)	1/50	26	ラバーカップ詳細図 (参考図)	1/20
10	法線直角方向大梁 G <sub>3</sub> G <sub>4</sub> (1号) 配筋図 (1号2)	1/50	27	流阻率詳細図 (参考図)	1/3, 1/10
11	法線直角方向曲柱部大梁 G <sub>4</sub> (1号) 配筋図 (1号1)	1/50	28	電気防食装置図 (参考図)	1/5, 1/10, 1/25, 1/50
12	法線直角方向曲柱部大梁 G <sub>4</sub> (1号) 配筋図 (1号2)	1/50	29	鉄筋表 (1号1)	—
13	法線直角方向大梁 G <sub>3</sub> G <sub>4</sub> (2号) 配筋図 (1号1)	1/50	30	鉄筋表 (1号2)	—
14	法線直角方向大梁 G <sub>3</sub> G <sub>4</sub> (2号) 配筋図 (1号2)	1/50	31	鉄筋表 (1号3)	—
15	法線直角方向曲柱部大梁 G <sub>4</sub> (2号) 配筋図 (1号1)	1/50	32	施工指針	—
16	法線直角方向曲柱部大梁 G <sub>4</sub> (2号) 配筋図 (1号2)	1/50			
17	法線平行方向海側小梁 B <sub>1</sub> 配筋図	1/50			

■青焼き目次(手書き)

## ③修正作業

施工において現況不一致が発生した場合などの資料の修正は、発注図面が紙(アナログ)であったため、トレーシングペーパーの第二原図で現況不一致の所を修正液か砂消しゴムで線や文字を消し、手書きで現況にあわせて図面を作成したため、非常に労力を要した。

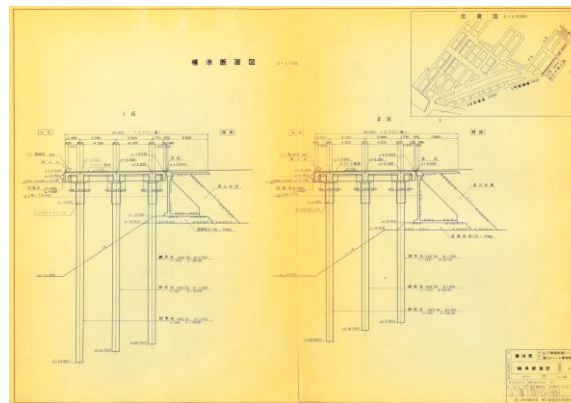
また、第二原図に押印すると朱肉がにじんだり、図面が汚れたりするため、ベビーパウダー(商品名のシッカロールと呼称することが多かった)やプロッター(吸い取り紙)を使いこなしていた。

## ④成果品

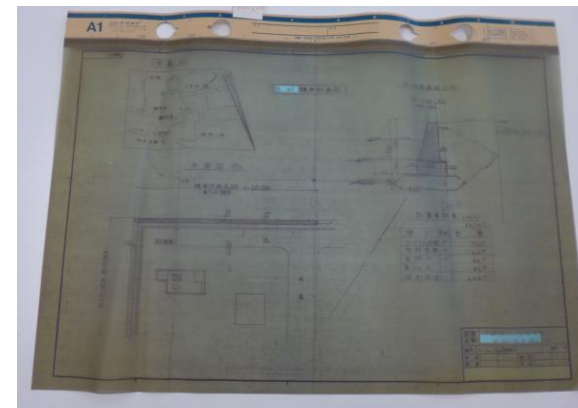
測量、調査及び設計といった業務や工事の成果品は、紙(アナログ)の提出であったため、膨大な資料となった。



■手書きに使用した各種道具



■青焼き図面(CAD)



■第二原図



### (3)1998(平成10)年代以降(デジタル化の到来、発展)

特記仕様書の作成については、PCの普及によりワープロ専用機は駆逐され、PC上でワープロソフトによる作業が引き続き行われた。

以下に示す業務については大幅な作業の効率化が図られた。

#### ①図面作成及び成果品について

受注者から提出される書類及び設計図面の成果品は、統一された電子媒体による納品(CALS)が義務化となった。特に設計図面は以前の紙ベースの納品から「AutoCAD」などの電子媒体に、発注図面はアクロバット(PDF)等の汎用ドキュメントフォーマットに変換した電子媒体となり、資料の簡素化が進んだ。

#### ②修正作業

修正作業は、図面が電子化されているため、発注者や受注者はPC上で容易に書き直しが可能となったとともに、印刷も通常のプリンターで出力することができたため、業務の簡素化につながった。

#### ③イメージパース

この頃、社会資本整備に当たっては、住民との合意形成が重要視され始めた時期である。2001(平成13)から2004(平成16)年頃、イメージパースの作成では、コンサルタントやデザイン会社でもPC上での3Dイメージ図の作成は可能であったが、作成費が高額だったため、絵の具による手書き(アナログ)で主に作成された。そ

の後は、PCのスペックの向上も有り、ほとんどが電子的に作成するようになった。



■電子納品成果品例(橋梁基本設計)



■紙による設計報告書の成果品(橋梁基本設計)



■手書きのイメージパース(馬堀海岸)

#### (4)2019(令和)年代以降(BIM/CIMの推進)

現時点において BIM/CIM の取り組みは、測量から維持管理までの建設プロセスに関わる全ての業務において、まだ適用されてはいない。しかし、今後は2次元モデルから3次元モデルへと変化していくのは言うまでもない。

ここでは、横浜技調が試行として BIM/CIM を導入した事例について述べる。

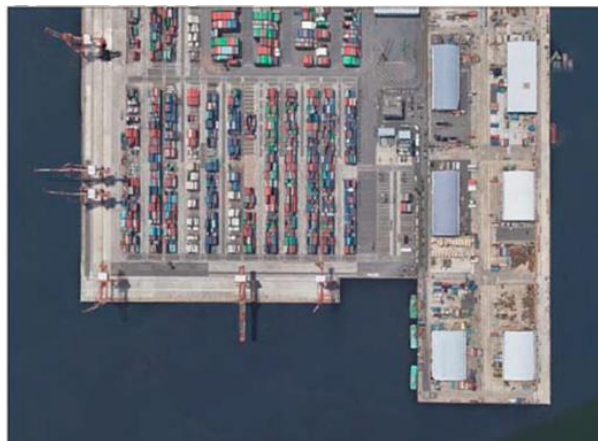
##### ①業務概要

当該業務は横浜港本牧地区のBCバースの延長部分の基本設計である。設計対象位置は供用中の隣接岸壁とふ頭用地に挟まれた狭隘な海域であるとともに、隣接岸壁は供用中のコンテナターミナルであり、現地の施工制約条件が厳しいことから、海上施工日数の短縮を目的に「ジャケット式栈橋」構造が最適な構造形式として採用された。

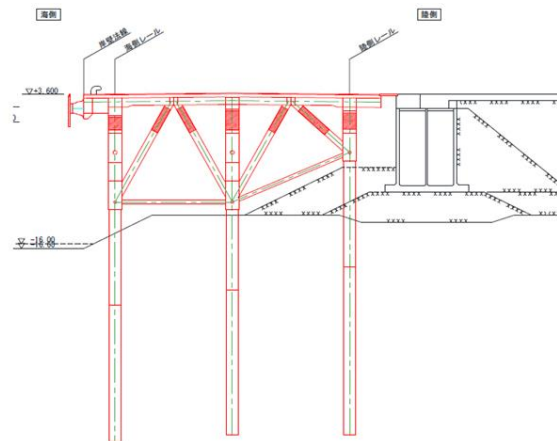
##### ②BIM/CIMモデルの作成範囲と詳細度

本体工は、栈橋の構造部材が確認できる程度の「詳細度 300」とし、地質・土質モデルは、サーフェスモデルで主要な地層の境界が確認できる程度の「詳細度 200」とした。

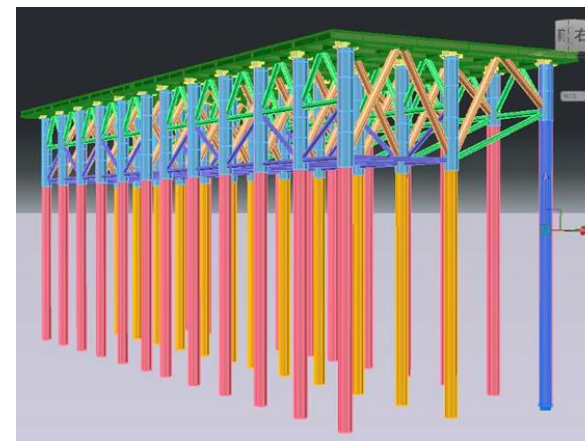
また、本体工および地質・土質モデルを併せた統合モデルを「詳細度 200」とした。



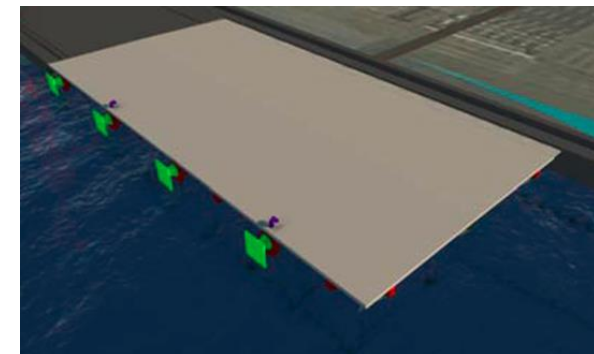
■設計対象位置(横浜港本牧地区)



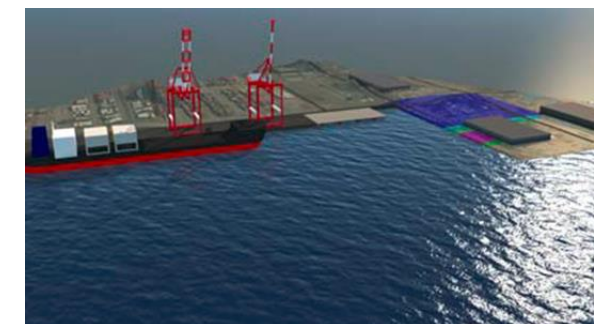
■採用断面(ジャケット式栈橋)



■本体工モデル

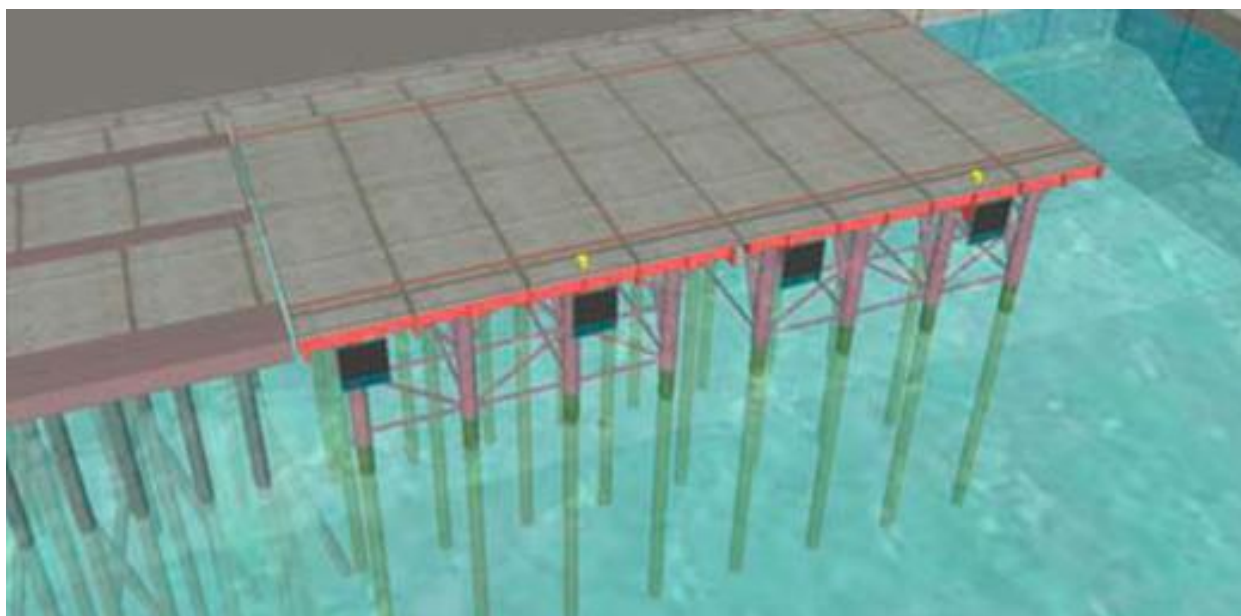


■統合モデル(ジャケット上面拡大)



■統合モデル(全体図)





■ 施工ステップ図(完成モデル)

### ③基本設計におけるモデルの活用例

#### 1) 4次元施工ステップ(3次元+時間軸)の作成

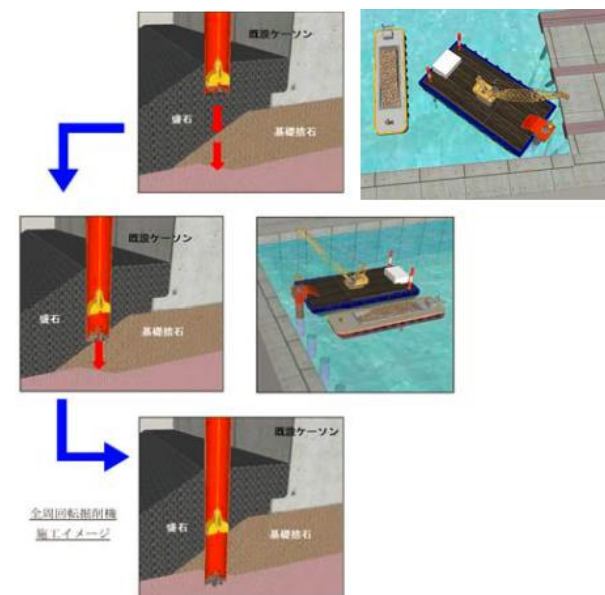
通常の施工ステップ図は、2次元図面+時間軸で作成するのが一般的である。そのため、各段階の施工イメージは断面図および平面図等で同時に確認する必要があり、図面枚数も多く、実施工イメージの共有が難しいという課題があった。

そこで、施工のイメージを共有し、課題の抽出・対応策の確認の参考とするため、本業務では3次元図面+時間軸による4次元施工ステップ図を作成した。

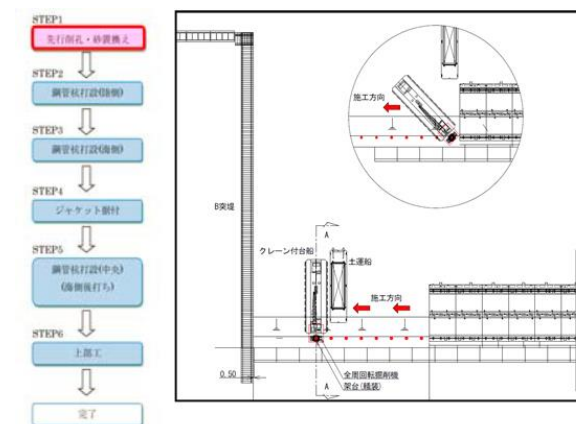
#### 2) 隣接構造物との干渉等の可視化

当該地点のように狭隘かつ隣接に既設構造物が存在する場合、2次元の断面図では面外方向に

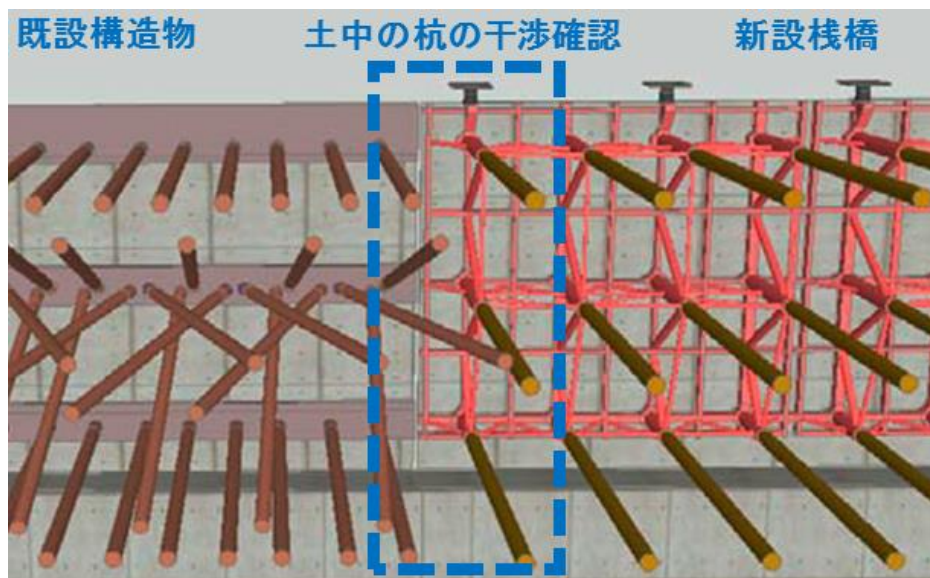
配置された斜杭や作業船のアンカー等と新設栈橋との3次元的な構造の干渉を表現することは困難である。そこで、モデル作成時に、新設栈橋だけでなく、隣接構造物や作業船も含めてモデル化することにより、新設栈橋を問題無く施工することが可能か確認を行った。なお、隣接の既設構造物は、PC斜杭式栈橋であり、法線直角方向だけでなく、法線平行方向にも斜杭が地中に貫入している。そのため、2次元図面だけで地中に貫入している斜杭と新設栈橋との干渉を確認するためには、複数枚の図面を要するが、既設構造物および新設栈橋を含めたモデルを作成することにより、一つのデータ内であらゆる角度から構造物の干渉等の課題抽出と対策を行うことができる。



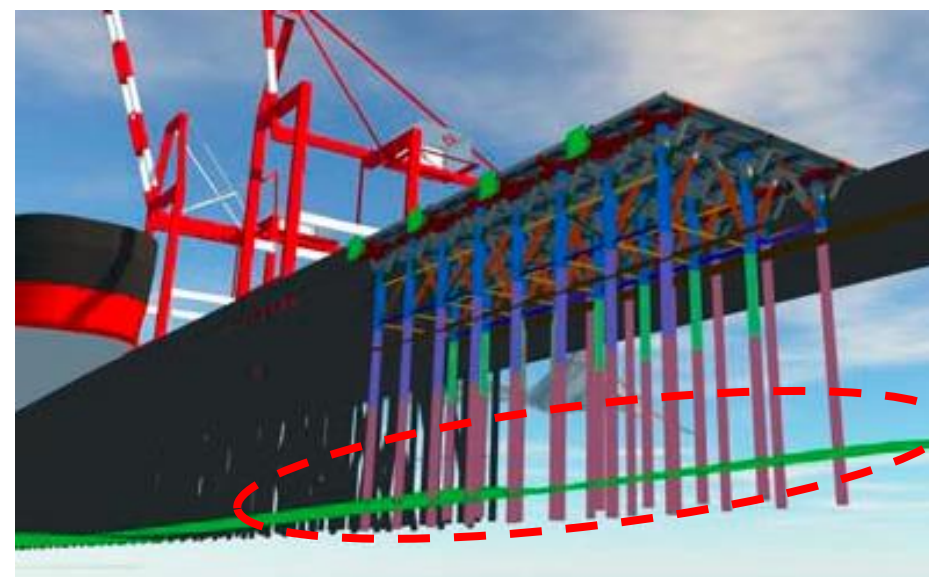
■ 施工ステップ図(3次元図面+時間軸)



■ 一般的な施工ステップ図(2次元図面+時間軸)



■ 既設構造物との干渉確認



■ 鋼管杭根入れ下端の確認

### 3) 地盤の不陸を考慮した支持層への杭の貫入状況の可視化

通常的设计では土質調査結果をもとに設計土層モデルを設定し、2次元断面図をもとに設計計算を行うため、縦横断方向に複雑に土層が変化する場合、設計で想定している杭の支持層への根入長が全ての杭で確保されているか確認することは困難である。本業務ではこうした支持層への根入長が全ての杭で確保できているかモデル用いて確認した。上図は基盤層の貫入状況を示すが、BIM/CIMモデルを用いることで全ての杭が設計上で必要となる根入長を確保できていることを確認した。

なお、本業務の設計対象地点では、支持層の不陸はあまり見られなかったが、急激な土層の標

高変化があるような地盤条件に対しては、BIM/CIMモデルの活用が非常に有効であると考えられる。また、今後の細部実施設計、施工方策検討において、追加のボーリング調査を実施する場合には、基本設計時のBIM/CIMモデルに調査結果を追加して土層の標高分布を見直すことで設計・施工の観点から問題点の早期発見や品質向上に繋がる可能性がある。



## 4. 船舶・機械設備のあゆみ（横浜機械整備事務所の事業）



■たかしま



■みさき



■べいさいち

横浜港湾空港技術調査事務所は2002(平成14)年1月の省庁再編により、第二港湾建設局 横浜調査設計事務所と横浜機械整備事務所がひとつとなって誕生した。ここでは管内の船舶やケーソンヤードの機械設備に関する事業を実施してきた横浜機械整備事務所の平成年間の業務をとりまとめた。

### (1) 港湾業務艇・調査船など

平成に入り、港湾業務艇(当時は監督測量船)の代替が進んだ。この頃は、省庁再編の前であり管轄範囲も広がったため、1988(昭和63)年度建造の鹿島港「かしまなだ」を皮切りに、八戸港「ほくと」、青森港「つがる」、塩釜港「翔洋」、千葉港「あいりす」、相馬港「そうめい」、常陸那珂港「ひたち」とほぼ毎年建造船があった。すべてFRP(強化プラスチック)製で軽量なため、20ノット以上の速力を誇った。

また、1991(平成3)年には京浜港の視察船として活用していた木造船「白鷺」の老朽化にあたり、第一港湾建設局 秋田港所属の調査測量船「たざわ」を京浜港に所属換えをすることとなった。改造にあたり構造と色調は「たざわ」の従来型船型を踏まえて古典調とし、内装や設備は外国高官の視察も視野に入れ、できる限り高質なものにすることとした。また、一般市民の方々に港湾整備事業を理解していただくため、たくさんの方が乗船できるように客船化して定員は50名が目標とされた。改造は2期、2年にわたって実施され、1993(平成5)年3月に調査監督船「たかしま」として就航させた。「たかしま」はその後、たくさんの方々を乗せて視察やイベントに大活躍したが、2011(平成23)年に老朽化した監督測量船「あおば」の代替船として建造した「たかしまⅡ」にその座を譲り退役した。

また、東京湾の広域測量を担っていた測量船

「みさき」は全国の機械整備事務所でも横浜機械整備事務所が唯一所有し、直営で運航する船舶であった。1996(平成8)年度にはそれまでの無線テレメータによる測位からRTK-GPSを使用した測位システムを導入するなど、時代に合わせたシステム更新をおこなったが、船体の老朽化と船舶職員の減少などにより測量の業務は次第に民間に委託されることとなり、2007(平成19)年に惜しまれつつ退役となった。しかし、開発保全航路の維持管理のため、2001(平成13)年に湾口航路事務所が誕生してからは、航路の維持管理のための船舶として航路調査船の要望が高まり、2008(平成20)年には民間の船舶を購入・改造し水路測量の特級精度に匹敵する高精度な音響測量装置(ナローマルチビームソナー)を搭載した「うらなみ」を就航させた。また、開発保全航路の範囲拡大や緊急確保航路の指定などの港湾法の改正をうけて、通常時のほか災害時に

おける航路啓開にも資するため、2015(平成 27)年にはあらたに航路調査船「べいさーち」を建造し、2隻体制で航路パトロールなどの航路管理に活躍している。

## (2)海洋環境整備船

海洋環境整備船は、最盛期には4隻体制(清掃船「清海」「第二清海」、油回収船「蒼海」「第二蒼海」)であったが直営船舶職員の減少に伴って、集約化が進んだ。最終的には油回収船「第二蒼海」を清掃船兼用化とする改造を実施し1隻体制で東京湾の海洋環境整備事業を担っていたが、老朽化が激しくなってきたことから、新造船を建造することとなった。新しい船舶は、東京湾内どこでも2時間以内に到着できる速力、ごみの回収効率を考慮したスキッパー方式の採用、作業の操舵室での集中管理、油回収装置の軽量化、作業安全性の配慮などをコンセプトとして、また、

横浜機械整備事務所が建造した最後の船として2001(平成 13)年3月に完成した。船名は公募により決定され、1,000通以上の応募の中から「ベイ」(湾)を「クリーン」に(きれいに)をあわせて、親しみやすくひらがなに変換した「べいくりん」と名付けられて、現在まで東京湾の青い海を守りつづけている。

また、2011(平成 23)年3月11日に発生した東日本大震災では、仙台塩釜港へ派遣されて航路啓開作業に従事するなど東京湾以外や災害時の対応など活躍の場を広げている。



■ 流木の回収状況(2015(平成 27)年関東・東北豪雨)

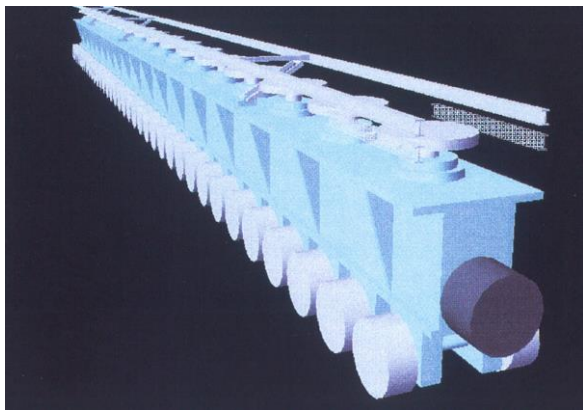


■ 流出油への対応(放水拡散)(2019(令和元)年台風 19 号)





■ドローン撮影により作成した3Dモデルの京浜港ドック



■自走乗り込み型横引台車



■石巻ケーソンヤード



■DCLによるケーソンの回航・据付

### (3)機械設備など

ケーソンヤードの機械設備関係では、1926(大正15)年に築造された京浜港ドック(山ノ内ケーソンヤード)では南本牧整備事業の進捗にむけて1991(平成3)年度にドックの間口の拡大という2度目の大改造(1度目は1933(昭和8)年の拡幅)を行った。これに伴いドックゲートの建造や排水ポンプなどの付属設備、電源設備や走行ジブクレーンなどの更新を行った。

また、急速施工が求められた常陸那珂港(当時)整備事業において、8,000tという世界最大級のケーソンを運搬・据付するために、1990(平成2)年から1992(平成4)年にかけて旧東ドイツの特許技術を応用した「空気膜式ケーソン浮上装置(フルーズ)」や「喫水調整式着底型ケーソン進水装置(DCL:Draft Controlled Launcher)」を開発し、同事業の初期の進捗に大いに貢献した。機械設備の製作とあわせて、8000tのケーソンを同時に8函製作可能なケーソンヤードの設備(走



行ジブクレーン4機、電源設備や照明設備)を設計製作した。1993(平成5)年から1994(平成6)年には現在、第三管区海上保安本部がある横浜港新港ふ頭地区の横浜海上防災基地の燃料配送施設やPCポンツーンならびに受電・照明施設についても機械整備事務所が設計・施工を実施した。1999(平成11)年には石巻港のケーソンヤードにおいて、進水台車に、昇降ジャッキを埋め込んだうえ自走可能とした横引き台車を引き込んで、煩雑な昇降ジャッキや台車の入れ替えを無くした進水装置を導入しケーソン進水作業の効率化や安全性の向上を図ったほか、近隣の航空自衛隊松島基地の制限表面(水平)下において、ジブクレーンを4基設計・製作した。同じく1999(平成11)年には、阪神淡路大震災の教訓から、地震に強い浮体構造で災害時には被災地に曳航し、避難生活や復旧活動を支援する「浮体式防災基地」を建造した。浮体式防災基地は1,000トンクラスの救援船の係留と、ヘリコプターの離着陸が可能な上、浮体内に1,000トンの生活用水を貯蔵することが可能で、通常時は作業船などの係留施設としても利用できる。本防災基地が利用されることがない方がよいが、要請があれば出動が可能のように現在は横浜港大棧橋ふ頭の先端に係留されている。

機械設備などの設計・施工においては、土木施設の設計とも綿密な調整が必要であったが、横浜調査設計事務所との強力な連携のもと、このように完成をみていることは、現在の横浜港湾空港技術調査事務所の礎となっているともいえる。



■横浜港湾空港技術調査事務所(2020(令和2)年)



■横浜機械整備事務所(1995(平成7)年)



## 5. 水理実験場のあゆみ



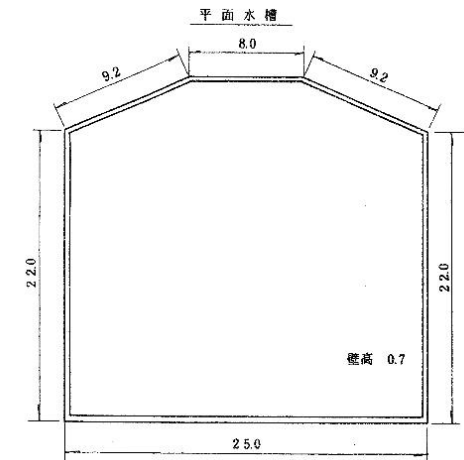
■現在(2020(令和2)年)の水理実験場(水理・環境実験センター)



■水理実験場の位置の変遷



■水理実験場の位置の変遷



■初代実験場の平面水槽

現在の水理実験場(二代目)は1975(昭和50)年、現在と同じ横浜市山ノ内町に誕生した。これまでに管内はもとより、時には他局管内の実験も実施して、港湾・海岸事業の進捗に寄与してきた。

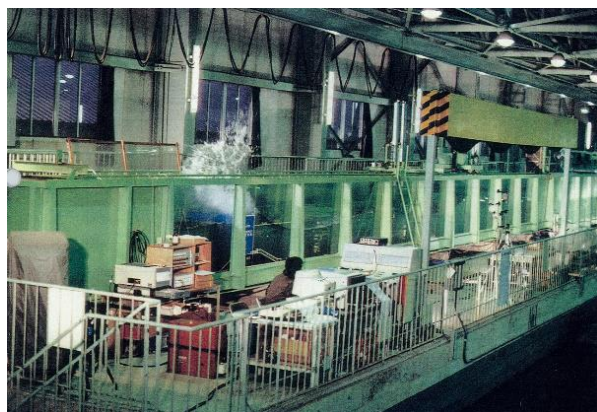
ここでは、完成20周年(1995(平成7)年)以降の実験を取りまとめた。

### (1)沿革など

横浜港湾空港技術調査事務所の前身である横浜調査設計事務所の発足は1959(昭和34)年であるが、水理実験場における初めての試験は事務所発足の2年後(1961(昭和36)年)に「宮古港遮蔽実験」として記録が残っている。ここでいう水理実験場とは、初代のもので現在の京浜港湾第二工事課庁舎の横に存在していた。実験場は水理模型実験用平面水槽、造波機、実験準備室と

いう構成で、1974(昭和 49)年までの 15 年稼働していた。初代の実験場は上屋がなかったために、実験の工程や精度が天候に左右されることがあり、また、年々港湾の規模が大きくなってきたため平面水槽が狭小となったため、現在の場所に新実験場が計画された。

1975(昭和 50)年に現在の二代目実験場が完成



■長水路



■平面水槽

し、稼働を開始した。二代目の水理実験場は 58 m×45mの大きな上屋に平面水槽と長水路を備えたものとなっている。平面水槽には低水槽、高水槽及び起潮装置が付属し、測定台車 1 台と造波機 6 台が備えられた。1984(昭和 59)年から 1985(昭和 60)年にかけては造波機をピストン型に改良して不規則波による実験が可能となった

ほか、データ処理装置についても時代に合わせて度々機器の更新を行って現在に至っている。

また、2014(平成 26)年には現在の庁舎敷地内の実験工場にあらたな二次元水路も整備された。

施設名称		仕様			
		構造様式	規格	数量	備考
長水路	造波水路	鋼製 片面一部強化ガラス張り	長 38m×幅 1m×高 1.5m	1 式	水路幅を 50cm に分割可能な中仕切り板有り
	造波装置	ピストン型	造波板幅 1m 発生波波高 0~35cm 発生波周期 0.5~3 秒、連続可変	1 式	規則波 不規則波
	走行測定台車	鋼製片枠式 自走式	レールスパン 1.1m (可変式)	1 式	

■長水路の諸元

施設名称		仕様			
		構造様式	規格	数量	備考
平面水槽	模型床	鉄筋コンクリート型	46m×35m×1m 面積 1610 m <sup>2</sup>		
	起潮発生装置 空気室 送風機	空気圧方式 鉄筋コンクリート方式 片吸込ターボ送風機	40m×4m×4m 発生潮周期 1~100 分 吸込風量 170m <sup>3</sup> /分及び 90m <sup>3</sup> /分 風圧 700mmAg 及び 800mmAg	1 式 1 基 2 基	分割使用可能 任意潮汐発生可能
	造波装置	ピストン型 自走式	造波板幅 5m/台 発生波波高 0~30cm 発生波周期 0.5~3 秒、連続可変	6 台	
	走行測定台車	自走式 I 桁橋型式	レールスパン 16.3m 走行 3m/分、横行 3m/分	1 台	
	ホイストクレーン	天井吊下式		1 式	

■平面水槽の諸元





■馬堀海岸



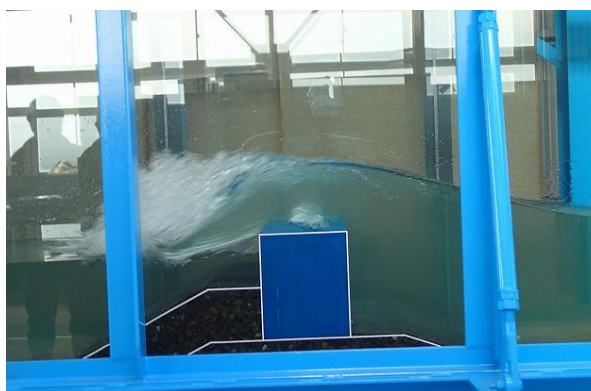
■馬堀海岸の実験(平面水槽)



■馬堀海岸(端部)の実験

## (2)実験の実績

1994(平成 6)年以前の実験に関しては「水理実験場 20 年のあゆみ」に譲り、ここでは 1995(平成 7)年以降の実験について実験一覧を示す。現在まで、ほぼ毎年何かしらの実験を実施している。1995(平成 7)年から 1996(平成 8)年にかけては小名浜港の東港に関する実験が平面・断面ともに実施されている。この頃は省庁再編の前でもあり管轄範囲が広がったため、テーマも多く断面実験は多い時で年 3 回実施していることが



■造波試験の様子



■実験工場内の二次元水槽

あった。また、空港の護岸に関する実験もあるなかで、「環境共生型護岸」や「海水交換機能評価」実験なども実施され、設計条件の決定のための実験以外の技術開発的な実験や、数値シミュレーションの結果の評価を実施するための実験などを実施している。

1998(平成 10)年から 2003(平成 15)年にかけては横須賀港馬堀海岸に関する実験が並ぶ。横須賀港馬堀海岸は、面的防護方式が採用され透過式の護岸となっているほか、1,650m に及ぶ整備延長の前面地形が複雑であったため各エリア毎に最適な構造となるよう断面の安定はもとより、越波や反射波の実験など多岐にわたる実験を実施した。

馬堀海岸事業が一段落した頃は、コンピュータの計算能力が一段と進化してきたこともあり、数値シミュレーションの精度が飛躍的に向上したことや、省庁再編で管轄範囲が狭くなったこともあいまって管内事業で水理実験を必要とする機会が少なくなったが、逆に省庁再編によって水理実験場を保有しない局からの依頼実験(示達換え)や実験場の貸し出し(使用承認)なども実施した。

2012(平成 24)年頃からは、特定離島に関する実験が開始される。特定離島港湾における岸壁の実験や浮体に関する実験のほか、波力に関する実験などを行っている。

2015(平成 29)年以降は、うねり性波浪を考慮して、鹿島港の長周期波施設に関する実験や、新本牧地区の護岸に計画されているスリットケーソンに関する特性確認実験などを実施している。

また、特定離島に関する実験が増えたこと及び津波に関する実験の必要性から、横浜技調の実験工場内に設けた二次元水路は高潮・高波浪・水流を再現することが可能であり、外洋性長周期

波の造波も可能なため、鹿島港の長周期波対策施設に関する実験や特定離島の係留施設（係留杭）に関する実験を実施している。

年度	水理・環境実験センター		横浜港湾空港技術調査事務所(実験工場)
	平面水槽	長水路	二次元水路
1995 平成 7	●小名浜港東港地区海域波浪水理模型実験	●小名浜東地区防波堤(南第3)越波水理模型実験 ●東京国際空港外周護岸越波水理模型実験	
1996 平成 8	●小名浜港東港地区海域波浪水理模型実験 ●環境共生型防波堤水理模型実験	●小名浜港東港地区防波堤(南第3)波力水理模型実験 ●小名浜港東港地区防波堤(南第3)波力水理模型実験(その2) ●海水交換機能評価実験	
1997 平成 9	●環境共生型防波堤水理模型実験	●海水交換機能評価実験 ●消波ブロックの安定に関する水理模型実験	
1998 平成 10	●横須賀港馬堀海岸の越波流量に関する模型実験	●海水交換機能評価実験 ●横須賀港馬堀海岸の被覆材安定と越波流量に関する模型実験 ●半没水上部斜面ケーソンに関する水理模型実験	
1999 平成 11	●横須賀港馬堀海岸の反射波及び周辺流況に関する水理模型実験	●横須賀港馬堀海岸の断面安定及び越波に関する水理模型実験 ●消波ブロック被覆上部斜面堤に関する水理模型実験	
2000 平成 12	●横須賀港馬堀海岸の海岸保全施設に関する水理模型実験 ●釜石港湾口地区防波堤(南堤・浅部)に関する水理模型実験	●横須賀港馬堀海岸の断面安定に関する水理模型実験 ●敷設型海浜防護工法に関する水理模型実験	
2001 平成 13	●釜石港湾口地区防波堤(南堤・浅部)に関する水理模型実験	●横須賀港馬堀海岸の断面安定に関する実験	
2002 平成 14	●横須賀港馬堀海岸の海岸保全施設(端部)に関する実験	●横須賀港馬堀海岸の断面安定に関する実験 ●横須賀港馬堀海岸の反射波に関する実験	
2003 平成 15	●横須賀港馬堀海岸の海岸保全施設(端部)に関する実験	●横須賀港馬堀海岸の断面越波実験 ●横須賀港馬堀海岸の断面越波実験(その2) ●横須賀港馬堀海岸の断面安定実験 ●横須賀港馬堀海岸の反射波に関する実験 ●鹿島港外港地区防波護岸の断面安定予備実験	
2004 平成 16	●青森港油川地区防波堤(第一北)に関する実験	●半没水上部斜面堤に関する実験	
2005 平成 17	●呉港阿賀地区臨港道路棧橋部周辺の揚圧力及び越波量に関する実験	●横須賀港馬堀海岸大津側突堤被覆材の安定性に関する実験 ●鹿島港外港地区護岸(防波)の越波に関する(断面)実験 ●新構造防波堤に関する実験【東北地整:使用承認】	
2006 平成 18		●長周期波造波検定実験【直営】 ●新構造防波堤に関する実験【東北地整:使用承認】	
2007 平成 19		●鹿島港外港地区防波護岸の越波に関する実験	
2008 平成 20	●浜田港福井地区防波堤(新北)に関する実験【中国地整:示達換】	●鹿島港外港地区防波護岸の越波に関する実験	
2009 平成 21	●浜田港福井地区防波堤(新北)に関する実験【中国地整:示達換】	●混成防波堤消波ブロックの安定性評価に関する実験【東北地整:示達替】	
2010 平成 22			
2011 平成 23		●防波堤の津波による港内側マウンド洗掘に関する実験【東北地整:示達替】 ●境港外港地区防波堤(2)に関する実験【中国地整:示達替】	
2012 平成 24	●特定離島岸壁等(平面)実験	●特定離島岸壁等(断面)実験	
2013 平成 25	●特定離島に関する(平面)実験	●東京湾口航路付帯施設(断面)実験【対象:第二海堡付帯施設】	(二次元水路完成)
2014 平成 26	●浮体動揺に関する(平面)実験【対象:特定離島】		●港湾築堤マットに関する(断面)実験【対象:鹿島港】
2015 平成 27		●特定離島係留杭に作用する波力に関する(断面)実験	●東京国際空港滑走路端安全区域に関する水理検討調査【対象:A滑走路南進用】
2016 平成 28			●特定離島係留杭に作用する波力に関する(断面)実験
2017 平成 29	●鹿島港長周期波対策施設に関する実験		●特定離島係留杭に作用する波力に関する(断面)実験 ●鹿島港長周期波対策施設に関する実験(その2)
2018 平成 30			
2019 平成 31	●横浜港新本牧地区における水理模型実験		

■水理模型実験一覧(1995(平成7)年以降)