

鋼管矢板基礎の計測施工

前田 一成

東京港で建設中の東京港臨海大橋（仮称）のうち、海上部に架かる橋梁の基礎工として仮締切り兼用方式の鋼管矢板基礎が採用された。本方式の鋼管矢板基礎は、基礎本体部の外壁鋼管矢板を水面上まで立上げ、本体鋼管矢板と仮締切り壁体を兼用することで合理性を高めたものであるが、仮締切り時に生じる応力が本体鋼管矢板に残留するため、各施工段階で変動する鋼管矢板の応力の状況を把握し、設計との整合を確認しながら施工を行う必要があった。

本稿では、当社が施工を担当した海上部橋梁の橋脚基礎工事における計測施工の様相について報告する。
 キーワード：鋼管矢板基礎、残留応力、計測管理、リアルタイム計測、Web モニタリングシステム

1. はじめに

東京港臨海道路Ⅱ期事業の一環として建設中の東京港臨海大橋（仮称）は、総延長 2,933 m の橋梁であり、このうち、東京港第三航路を跨ぐ主橋梁部（橋長 760 m）は、中央径間長 440 m を有する鋼 3 径間連続トラス・ボックス複合橋である（図-1）。

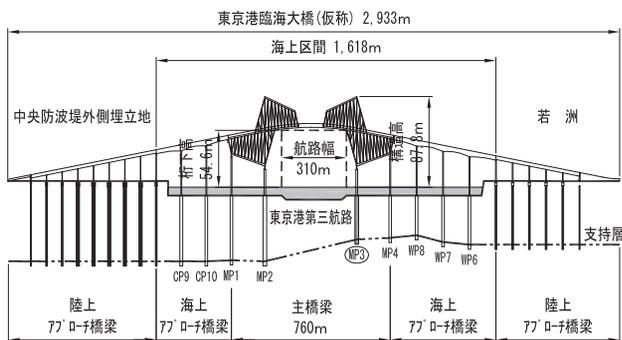


図-1 東京港臨海大橋（仮称）概要図

海上部橋梁が建設される付近の海底は、N 値 0 ~ 1 の沖積粘性土層が 30 m 以上堆積する超軟弱地盤であったため、海上施工により、深い支持層まで確実な施工を行うことができる基礎形式として、仮締切り兼用方式の鋼管矢板基礎が採用された（図-2）。

本方式の鋼管矢板基礎は、基礎本体部の外壁鋼管矢板を水面上まで立上げ、本体部鋼管矢板と仮締切り壁を兼用するものであり、鋼管矢板基礎特有の施工方式である。外壁鋼管矢板と仮締切り工を同時に施工でき

るため、工期が短く、水域占用面積も小さく済み、合理的性の高い基礎形式であるが、仮締切り時に鋼管矢板に発生する応力が本体部鋼管矢板に残留するため、これを踏まえた設計が必要である。また、この残留応力は施工手順により変化するため、設計段階における施工手順の検討とその手順に応じた管理が重要となる。

以上を鑑み、本基礎の施工に当って、外壁鋼管矢板の応力、変形および支保工の応力等に着目した計測管理を実施し、各施工段階における鋼管矢板の残留応力の管理および仮締切り内施工時の安全管理を行った。

本稿では、当社が施工を担当した MP3 の計測施工の様相について報告する。

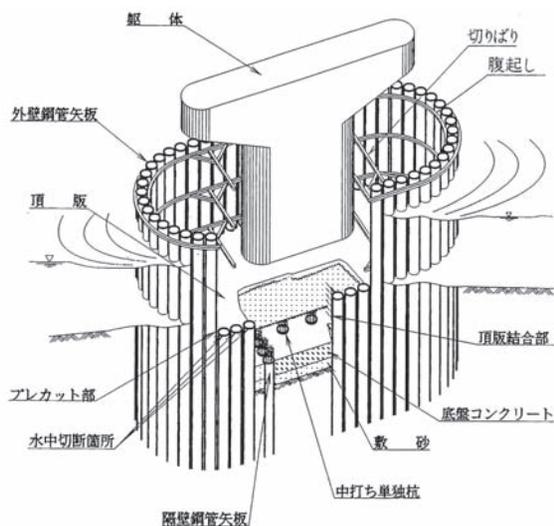


図-2 仮締切り兼用方式の鋼管矢板基礎模式図¹⁾

2. 工事の概要

(1) 構造の概要

橋脚基礎構造一般図を図-3に示し、主要工種の一覧を表-1に示す。

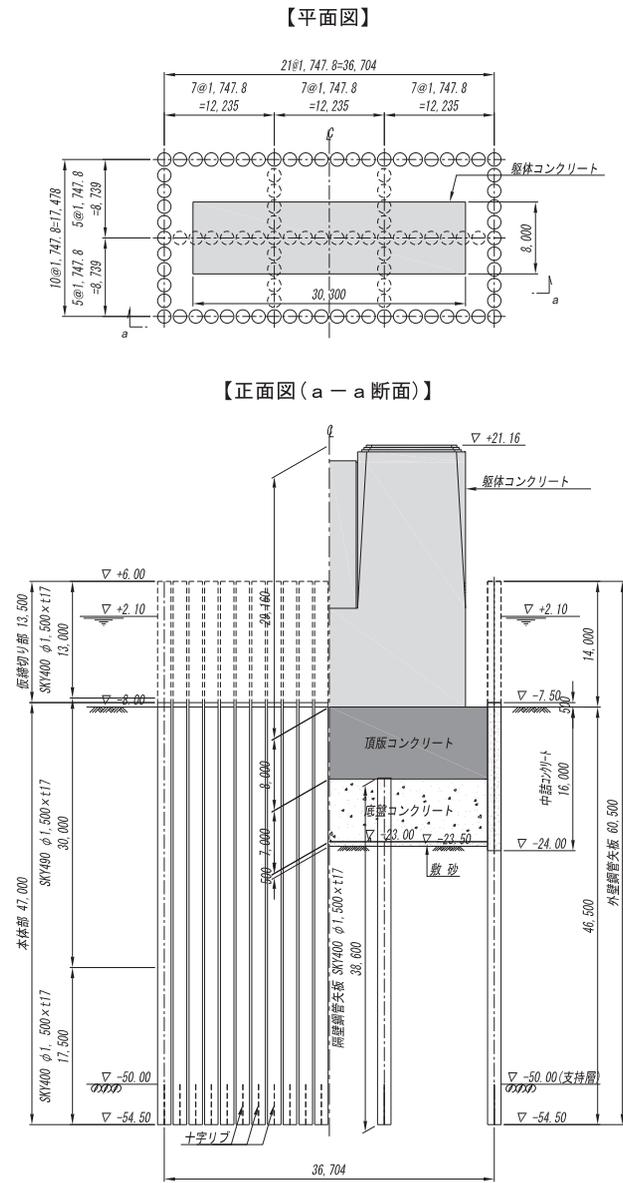


図-3 基礎構造一般図

表-1 主要工種一覧表

主要工種	規格・仕様	数量
外周鋼管矢板	SKY490/400 φ1,500×t17, L=60.5m	62本
隔壁鋼管矢板	SKY400 φ1,500×t17, L=58.5m	36本
底盤コンクリート	21-15-20BB (水中コンクリート)	3,657 m ³
頂版コンクリート	30-12-20L	4,693 m ³
躯体コンクリート	36-12-20L	6,789 m ³
頂版結合	D22 (SM490A 相当)	8,680 箇所
井筒内掘削	海上運搬	8,829 m ³
支保工	山留材 H-400 ~ H-500	320 t

(2) 基礎工の施工手順

基礎の施工フローを図-4に示し、主要工種の施工手順の概要を表-2に示す。

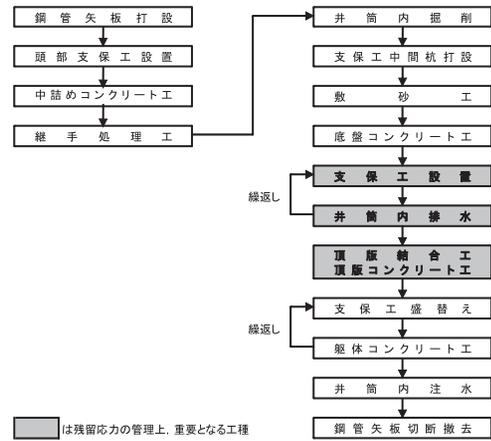


図-4 施工フロー図

表-2 施工手順の概要

<p>①鋼管矢板打設</p> <p>パイプハンマにより鋼管矢板を建込んだ後、油圧ハンマにより打設を行う。</p>	<p>④頂版コンクリート工</p> <p>頂版結合工(スタッド鉄筋)施工後、頂版コンクリートを打設する。(5ロット分割施工)</p>
<p>②井筒内掘削</p> <p>水中掘削方法により、井筒内掘削を行う。</p>	<p>⑤躯体コンクリート</p> <p>頂版コンクリート打設後、躯体コンクリートを打設する。(12ロット分割施工)</p>
<p>③底盤コンクリート工</p> <p>敷砂工を行った後、底盤コンクリートを打設する。</p>	<p>⑥井筒内注水〜外周鋼管矢板撤去</p> <p>井筒内注水後、水中切断機にて切断・撤去を行う。</p>

3. 計測計画

基礎工の設計条件に関する整合性の確認および仮締切り内作業時の安全性を確保することを目的として、以下に示す計測計画を立案し、施工管理を行った。

(1) 計測項目および計測の目的

計測項目およびその目的を表—3に示す。

表—3 計測項目

計測対象	計測項目 (計測機器)	目的
仮締切り部 基礎本体部	鋼管矢板の応力 (ひずみゲージ)	・鋼管矢板の応力分布を把握する。
	鋼管矢板の変形 (埋設型傾斜計, 挿入式傾斜計)	・鋼管矢板の変形状況を把握する。
	鋼管矢板に作用する土圧, 水圧 (土圧計, 間隙水圧計)	・鋼管矢板に作用する側圧を把握する。
	締切内外の水位 (水位計)	・潮位変動状況を把握する。 ・井筒内排水時の水位管理を行う。
掘削底面	敷砂層の間隙水圧 (間隙水圧計)	・掘削底面, 底盤の安全性を確認する。
支保工	切梁の軸力 (ひずみ計, 温度計)	・切梁, 腹起し材の安全性を確認する。

(2) 計測機器の配置

計測機器一覧表を表—4に示し、計測機器配置図を図—5に示す。

表—4 計測機器一覧表

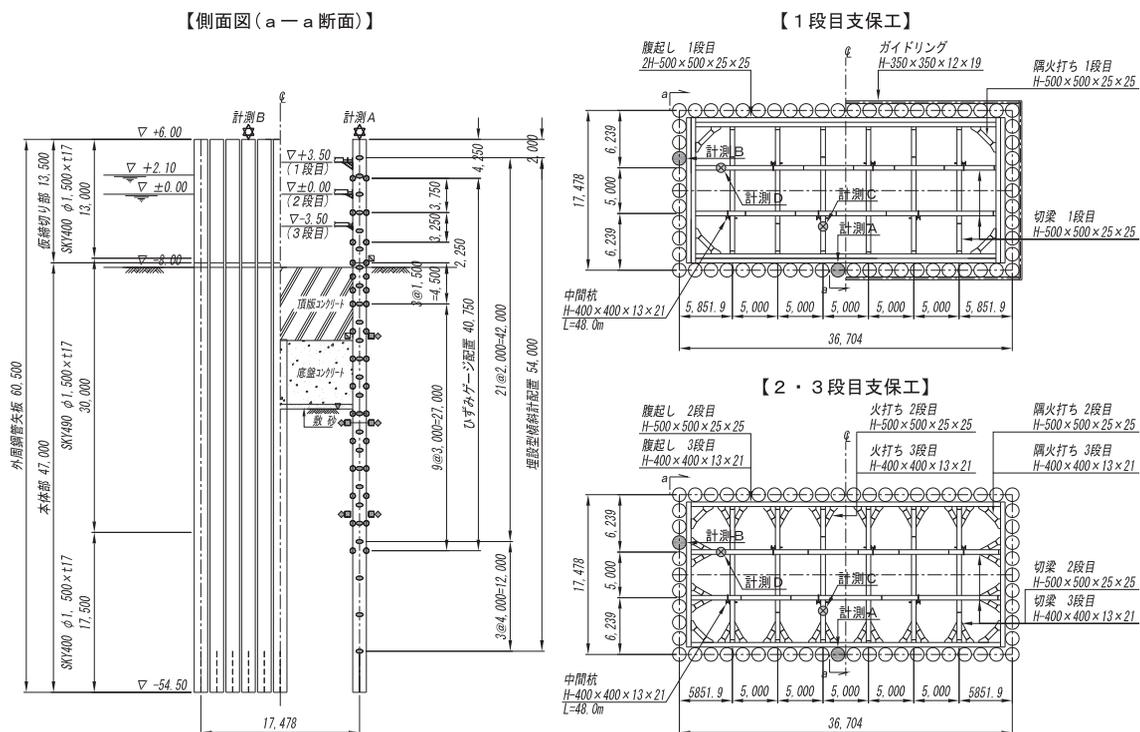
計測項目	計測機器	設置点数				記号 (図—5参照)
		計測A	計測B	計測C	計測D	
鋼管矢板の応力	ひずみゲージ	32点	—	—	—	○
鋼管矢板に作用する水圧	間隙水圧計	5台	—	—	—	■
鋼管矢板に作用する土圧	土圧計	5台	—	—	—	◆
敷砂層の水圧	間隙水圧計	1台	—	—	—	▼
潮位	水位計	2台	—	—	—	◻
鋼管矢板の変形	埋設型傾斜計	25台	—	—	—	●
	挿入式傾斜計	1本	1本	—	—	☆
切梁軸力	ひずみ計	—	—	3台	3台	⊗

(3) 計測期間および計測頻度

井筒内掘削に着手する2週間前から事前測定を実施し、各計測機器が正常に作動することを確認した。計測は井筒内掘削から井筒内注水が完了するまで実施し、計測頻度は表—5を標準とした。

表—5 計測頻度

施工段階	測定方法	測定頻度	対象機器
【事前測定】 掘削開始前 2週間以上	自動測定	1回/30分	ひずみゲージ, 土圧・水圧計, 水位計 間隙水圧計, 切梁ひずみ計, 埋設型傾斜計
	手動測定	1回/週	挿入式傾斜計
井筒内掘削	自動測定	1回/30分	ひずみゲージ, 土圧・水圧計, 水位計 間隙水圧計, 切梁ひずみ計, 埋設型傾斜計
	手動測定	施工ステップ毎	挿入式傾斜計
躯体構築時	自動測定	1回/30分	ひずみゲージ, 土圧・水圧計, 水位計 間隙水圧計, 切梁ひずみ計, 埋設型傾斜計
	手動測定	1回/月	挿入式傾斜計

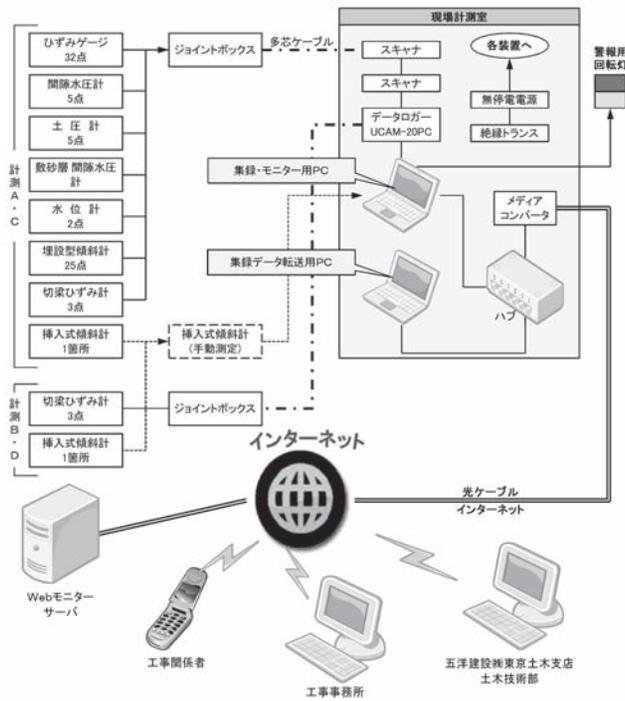


図—5 計測機器配置図

(4) 計測管理システム

計測管理システム図を図一6に示す。

現場の計測室に計測データ集録・モニター用のパソコンを設置し、リアルタイム計測を行った。計測値が管理値を超えた場合は、場内に設置した警報機（回転灯；写真一1）により、周囲の関係者に警報を発した。更に、インターネットを介して、任意のパソコンにて計測データを監視できる「Webモニタリングシステム」を導入した。これにより、夜間や休日を問わず計測データを監視できる他、計測値が管理値を超えた場合は、自動的にEメールで携帯電話またはパソコンに警報を送付できるため、現場を離れていても、仮締切り工および本体鋼管矢板の状況を察知することができた。



図一6 計測管理システム図



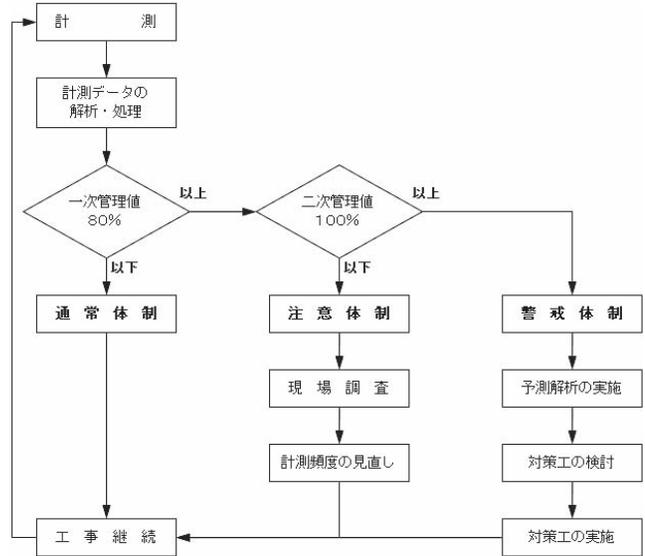
写真一1 警報機（回転灯）設置状況

(5) 計測管理計画

図一7に計測管理フローを示す。

表一6に示す管理基準値を設定し、得られる計測

値の範囲に応じて対処した。なお、対策工の検討、実施に対する余裕を確保するため、二段階（一次・二次）の管理値設定を行った。



図一7 計測管理フロー図

表一6 管理基準値

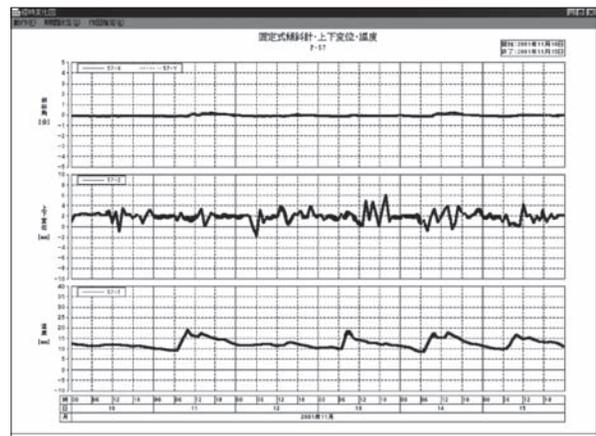
管理項目	一次管理値	二次管理値	管理限界値	
鋼管矢板の応力	仮締切り部	設計値の80%	設計値の100%	許容応力度 [※]
	本体部	設計値の80%	設計値の100%	許容応力度
切梁の軸力	支保工	設計値の80%	設計値の100%	許容応力度 [※]
敷砂層の間隙水圧	掘削底面	設計値の80%	設計値の90%	設計値

※仮締切り部および支保工の管理限界値は、短期許容応力度（許容応力×1.5）とする。

4. 計測管理結果

(1) 計測管理状況

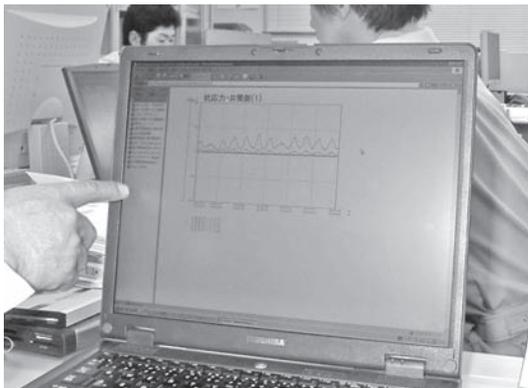
計測室モニター用パソコンの計測システム画面を図一8に示し、計測管理状況を写真一2に示す。



図一8 計測システム画面（モニターパソコン）



現場計測室におけるモニタリング

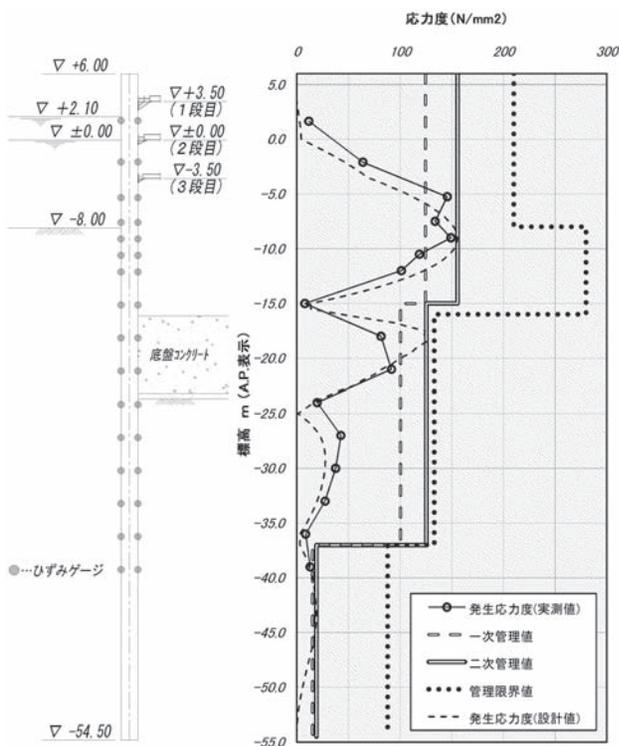


工事事務所におけるモニタリング
写真—2 計測管理状況

(2) 計測結果

設計上支配的となる「井筒内排水完了時」における鋼管矢板の応力分布図を図—9 に示す。

JCM/A



図—9 鋼管矢板の応力分布 (井筒内排水完了時)

鋼管矢板の応力は、全ての計測点で二次管理以下に収まっており、ほぼ設計値に近い分布状況を示した。本施工段階でピークに達した本体部鋼管矢板の応力は、これ以降の施工過程（頂版コンクリート工～井筒内注水終了）においても、二次管理以内に十分に収まっており、完成後における鋼管矢板基礎の安全性（設計との整合性）を確認することができた。

5. おわりに

今回の計測施工は、基礎完成後における構造上の安全性を確認することを主目的としたが、大水深かつ軟弱地盤上の大規模な海上仮締切り工事という性格上、施工時における安全性の確保という側面からも、十分に機能を果たすものであった。井筒内排水作業は、昼夜を通じての作業であったが、Web モニタリングシステムの導入により、危険度が高まる夜間の現場に臨場することなく、任意の場所で複数の関係者によりリアルタイム計測を行うことができ、安全かつ確実に計測管理を行うことができた。

本システムは、仮締切り工以外の様々な用途の計測に適用可能と考えられる。今後も本システムの導入を積極的に検討して行きたい。

《参考文献》

- 1) (社)日本道路協会, 鋼管矢板基礎設計施工便覧, 平成9年12月

[筆者紹介]

前田 一成 (まえだ かずなり)
五洋建設株式会社
土木本部 土木設計部
課長

