

タワーポンツーン工法による国内最長沈埋函の沈設実績
ー東京港臨港道路南北線中央防波堤内側地区接続部及び沈埋函（1号函）製作・築造工事報告（その2）ー

鹿島建設(株) 正会員 小沢栄治 ○西尾 章 水田博昭

1. はじめに

本工事は東京都江東区中央防波堤内側地区と10号地その2を結ぶ臨港道路南北線事業のうち、陸上と海底の接続部となる立坑を築造し、海底トンネルを沈埋工法により建設するものである。臨港道路南北線事業では青海地区と中央防波堤地区を結ぶ青海縦貫線の混雑を緩和し、東京港のコンテナ貨物増大等に対応するため整備が進められている。本稿では、海底トンネルのうち沈埋函（1号函 134m 国内最長）の曳航係留作業（写真－1）からタワーポンツーン方式による沈設作業にて使用した計測システムについて報告する。



写真－1 沈埋函係留作業

2. 沈埋函諸元

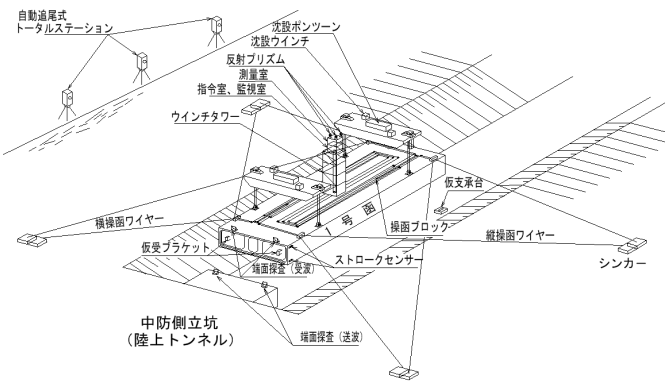
本工事の沈埋函は、フルサンドイッチ鋼コンクリート合成構造を採用している。高流動コンクリートを上下鋼板とせん断補強鋼板（ダイヤフラム、フルウェブ）からなる鋼殻構造に充填し一体化する構造であり、この構造は、鋼板に覆われることによって止水性に優れ、海水等によるコンクリートの劣化を防止でき、構造性能も優れている。また、防食は電気防食が採用されており、施工中も含めて沈埋函の耐用年数は約100年として設計されている。本工事で製作した沈埋函（1号函）諸元を表－1に示す。

表－1 沈埋函（1号函）諸元

構 造	フルサンドイッチ 鋼コンクリート合成構造		
形 状	B=27.8～28.0m L=134m H=8.35～8.45m		
鋼殻重量※	3,692(t)		
コンクリート重量	27,584 (t)		
鋼装品重量	660(t)	一次鋼装 95(t)	二次鋼装 565(t)
重量合計	31,936(t)		
二次曳航時乾舷	0.1m		
浮き上がり安全率 (沈設時)	1.01以上		
〃 (施工中)	1.03以上		
〃 (完成時)	1.10以上		

3. タワーポンツーン工法および計測システム

タワーポンツーン工法は、沈埋函上のウインチタワーに搭載した6台のウインチによって函体を前後左右に操函するとともに、水深方向の移動は函上に配置した沈設ポンツーン2隻で沈埋函を計4ヵ所吊り下げて沈設する。沈埋函の誘導は図－1に示す計測システムを使用し、最終段階で立坑に設置した仮受ブラケットに1号函のブラケットキーを着底させた後、水圧接合を行う。ここで、仮受ブラケットとブラケットキーのクリアランスは15mmであり、また沈埋函端部にはゴムガスケットを装備しているため、その接触・損傷が無いよう、正確な位置計測と誘導および操函が不可欠であった。表－2に使用した計測システムと特徴を示す。



図－1 計測システム図

キーワード 沈埋函，タワーポンツーン工法，ウインチタワー，ポンツーン，端面探査装置，函体測位システム

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株) 東京土木支店 TEL 03-3404-5511（代表）

4. 沈設作業の課題

函体測位システムの全方位型ミラーはウインチタワー上に3箇所配置し、それらが形成する平面と沈埋函の関係が常に一定であることから、沈埋函の位置・方向および傾斜を計算し、函体の誘導が可能となる。既往の沈埋函工事では、ウインチタワーが2基設置される、または別途測量塔が配置されるなど、全方位型ミラー間の距離を確保することが比較的容易であった。しかし、本工事ではウインチタワーは1基で計画されており、当初計画していた全方位型ミラー位置(図-2)では、沈埋函両端での誤差が計算上31mmとなった。この誤差に沈埋函製作時の誤差や機器の据付誤差が加算されるとクリアランス15mmの仮受ブラケットに沈埋函を着底させることが難しいと考えた。また、端面探查装置(写真-2)についても、1号函場合は背後に立坑壁面が近接しているため、無指向性超音波が立坑壁面に反射し、計測誤差の増加が懸念された。これら二つの計測システムについて、極力誤差を低減するような対策が必要であった。

表-2 計測システムの特徴

計測システム名称	測定原理	特徴
函体測位システム	自動追尾式トータルステーションを用いた誘導システム。ウインチタワーに配置した全方位型ミラーと沈埋函の相対位置が一定であるため、水中部の沈埋函位置や姿勢をリアルタイムに表示できる。	ウインチタワー設置後に、全方位型ミラーと沈埋函の相対位置を測量し、システムに入力する。水中部は沈埋函製作時の出来形を用いる。曳航時の沈埋函係留位置決め作業にも活用できる。
端面探查装置	超音波の水中伝搬時間から距離を求め誘導するシステム。立坑側に送波器(2基×2箇所)、沈埋函側に受波器(3基×2箇所)を配置し、計12本の距離計測結果から沈埋函位置を演算し、誘導する。	超音波センサーが気中にあると計測ができない。無指向性の超音波を発信するため、超音波センサーは反射波の影響を受けないよう、周囲に障害物がないほうがよい。着底直前の誘導に適する。

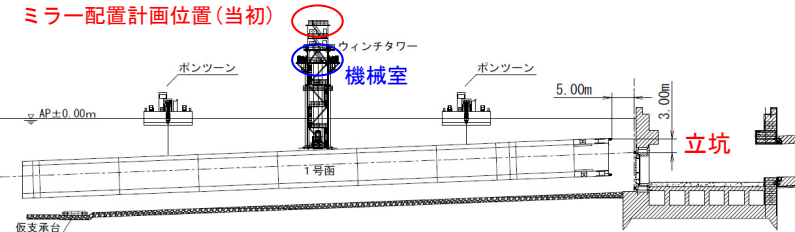


図-2 沈設状況図

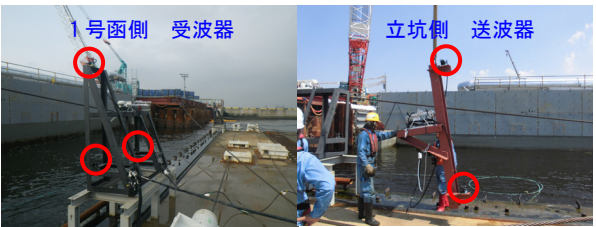


写真-2 端面探查装置

5. 課題の解決策

函体測位システムの全方位型ミラーの配置はウインチタワー上で最も離隔を確保できる機械室フロアとし、かつブラケット上に設置して、全方位型ミラー間距離を11.5m確保できた(図-3)。そのため、計算上の誤差を11mmに抑えることができた。沈埋函誘導状況を写真-3に示す。また、端面探查装置は立坑からの反射波の影響を低減するため、超音波発信器位置を計画より230mm立坑から離して配置して沈設した。これらの二つの計測システムの計測結果は、潜水士による実測とよく合致しており、円滑に沈設作業を完了することができた。

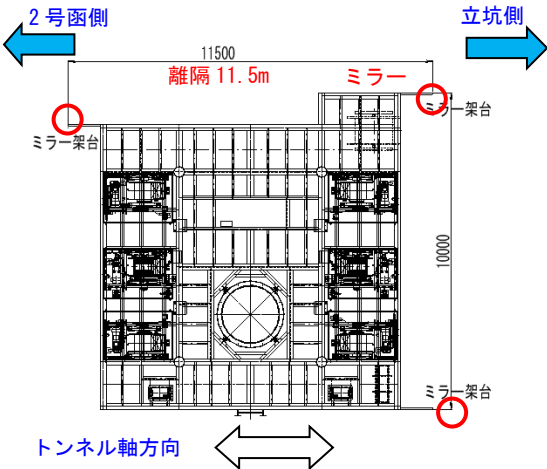


図-3 機械室平面図



写真-3 沈埋函誘導状況

6. おわりに

本報文ではタワーポンツーン工法による全7函のうち、1号函沈設時の計測について報告した。施工設備は他工区に順次引き継がれ、順調に施工が進められている。本報告が同種工事の参考となれば幸いである。