

15 工程管理

プレキャスト施工による係留施設の築造

東京土木施工管理技士会
五洋建設株式会社
現場代理人
吉田 元気

1. はじめに

本工事は、神戸港第四防波堤とドルフィンの撤去および係留施設の築造を行うものである。(図-1)

神戸港では、大阪湾岸道路西伸事業が計画されており、阪神高速5号湾岸線を神戸市東灘区～神戸市灘区の区間において延伸する予定である。延伸に伴う橋脚を一部既存の航路へ構築するため、既存の航路を切り替える必要がある。そのため、支障となる防波堤を撤去し、航路・泊地の水深-12.0mを確保する浚渫工事を行う計画である。しかしながら、航路切り替えに伴い撤去する防波堤には大型起重機船が停泊しているため、撤去前に代替の係留施設を築造する必要があった。(図-2)

本稿では、係留施設の築造における施工方法の工夫について述べる。

工事概要

- (1) 工事名：神戸港第四防波堤撤去工事
- (2) 発注者：国土交通省 近畿地方整備局
神戸港湾事務所
- (3) 工事場所：兵庫県神戸市灘区摩耶埠頭地先
- (4) 工期：自 平成30年11月5日
至 令和元年11月29日

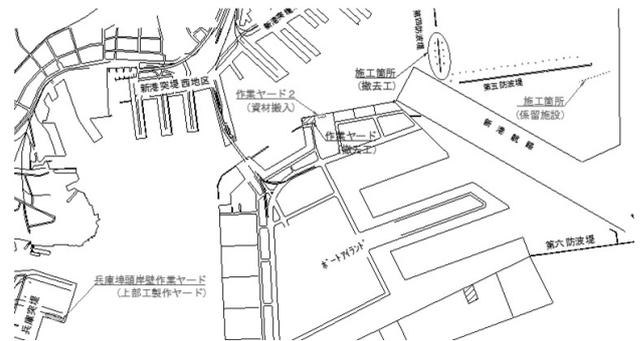


図-1 施工場所平面図

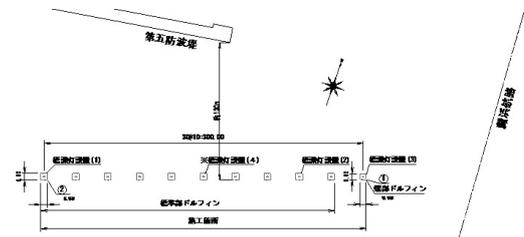


図-2 係留施設計画平面図

2. 現場における課題

係留施設の上部工には前垂れを設け、綱取りを行う作業船が上部工下端に潜り込まない高さ(D.L.+0.50m)になるよう設計されている。(図-3)

この条件下で係留施設上部工を現場打ちコンクリートにて施工するには、以下の施工上の課題が生じた。

- ①支保工組立、鉄筋型枠の組立、コンクリートの打設に至る一連の作業において潮間作業および潜水作業が必要となる。潮間作業においては、当該時期に潮位がD.L.+0.50mを下回

る時間帯が著しく短いことから作業時間の確保が困難であった。また、潜水作業においても工期内に完成させるほどの人員確保が困難であることから、工期内の完成に無理が生じる。

②各種溶接作業やコンクリート打設作業が水中施工となるため、品質確保が困難である。

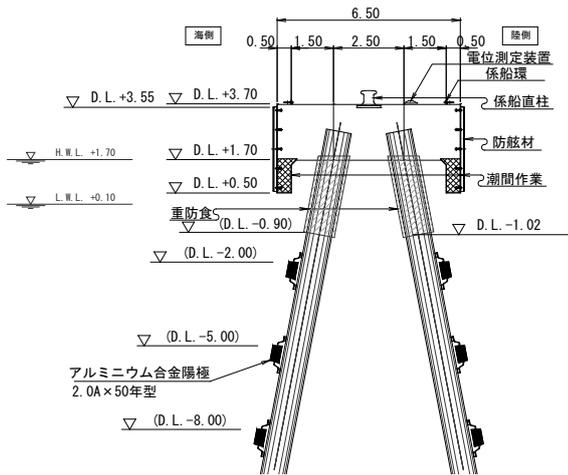


図-3 係留施設断面図 (当初)

3. 工夫・改善点と適用結果

3.1 概要

係留施設上部工をプレキャスト工法にて施工することで工程および品質を確保する計画とした。プレキャスト工法を選定するにあたり、当初計画であった斜杭 ($\phi 900$) による施工では、上部工の箱抜き部分が大きくなるため、海上での支保工設置や鉄筋の溶接が必要となる。その場合、前述の課題①、②を満足することができず、施工性の向上が見込めない。そのため、鋼管杭を直杭 ($\phi 1,200$) として支持力を確保することとした。上部工の杭頭接合方法は「鞘管方式」を採用した。「鞘管方式」とは、上部工の箱抜きを杭と同等の剛性を持たせた鞘管とし、鞘管と杭の間をグラウトの付着力とシアキーのせん断力で結合する方法である。(図-4)

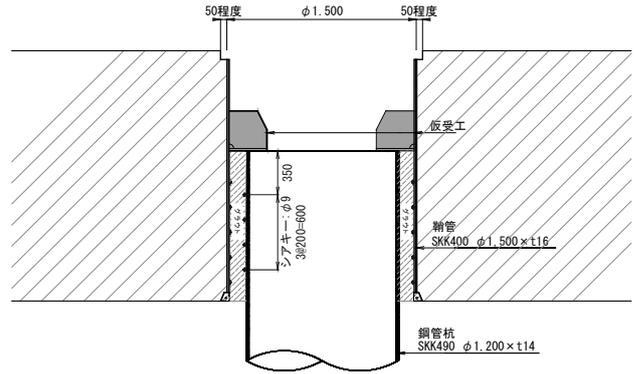


図-4 プレキャスト工法における鞘管構造形式

3.2 プレキャスト工法に対する施工上の工夫

係留施設築造における施工フローを図-5に示す。

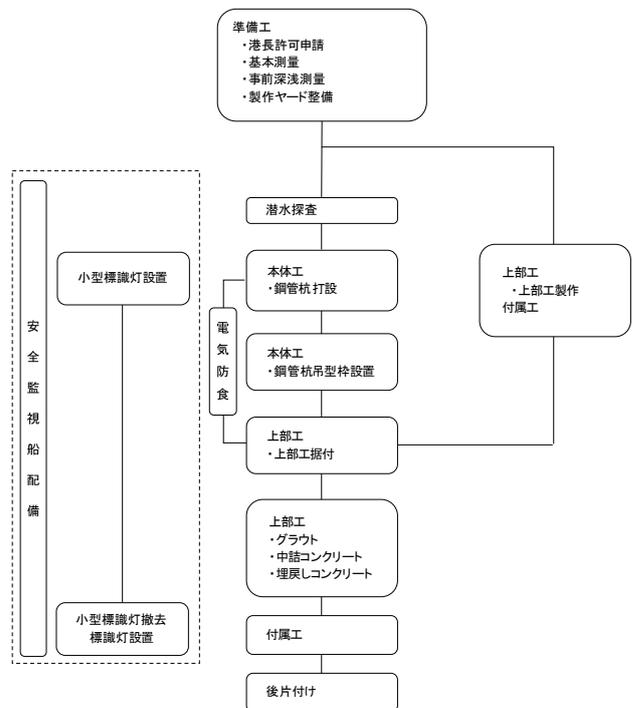


図-5 施工フロー図

(1) 本体工 鋼管杭打設

本工事で使用する鋼管杭は2種類 ($\phi 1,200$ 、 $t=12 \sim 14\text{mm}$ 、 $L=56.0\text{m}$ (標準部ドルフィン) と $\phi 1,000$ 、 $t=10\text{mm}$ 、 $L=55.5\text{m}$ (端部ドルフィン)) あり、計44本の打設を行った。

鋼管杭の打設は310t吊起重機船を使用し、フライングにて打設を行った。打設は油圧ハンマによる打設が計画されていたが、プレキャスト上部工

の鞘管と鋼管杭のクリアランスが116mm（（鞘管内径φ1,468mm－鋼管杭外径φ1,200）／2－シヤキー径φ9mm×2）であり鋼管杭の打設精度が求められるため、バイブロハンマによる一次打設を行った後、油圧ハンマによる二次打設を行った。（図-6）

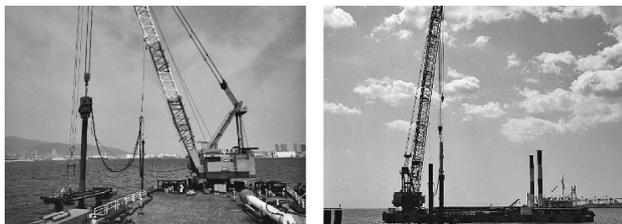


図-6 鋼管杭打設状況

また、鋼管杭の誘導はトータルステーションを2台使用して行った。測量足場として使用できるものは第五防波堤のみである。係留施設11基のうち5基は第五防波堤から張り出しているため、防波堤から直角2方向での誘導が困難であった。そこで、鋼管杭を西側から打設し、打設後の鋼管杭に測量架台を設置することで、正確な誘導を可能とした。（図-7）

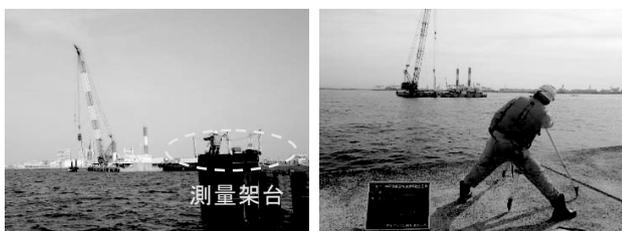


図-7 打設時誘導状況

(2) 上部工（製作）

プレキャスト上部工を製作するにあたり、製作ヤードの整備を行った。製作ヤードはアスファルト舗装であるが、不陸が大きいため、碎石を敷き均して不陸整正を行った。

本工事にて製作するプレキャストブロックは前垂れがあるため、支保工を組立て、底型枠組立後、鞘管の設置を行った。鞘管は鋼製であるため、製作完了後に躯体表面に露出した場合、塩害等の影響を受ける。そのため、鞘管設置時はかぶり厚を確保できるよう、底型枠に鞘管スペーサー

型枠（高さ70mm）を設置し、その上に鞘管を設置した。鞘管スペーサー型枠は、プレキャスト上部工吊上げ時に容易に外れるようテーパーをつけた。（図-8）

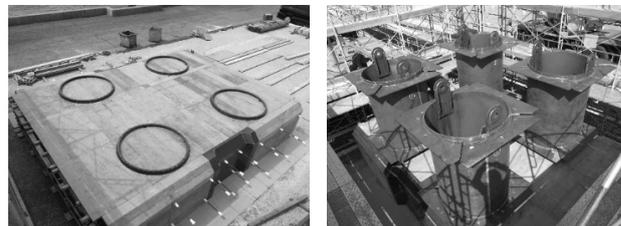


図-8 鞘管設置

鞘管設置後、鉄筋の組み立てを行った。せん断補強鉄筋は両側がフック加工されており、上筋と下筋にかける仕様であった。また、上筋と下筋は定着鉄筋であり、溶接により鉄筋定着鋼板と接合されてしまうため組立が困難であった。そこで本工事では、DBヘッド（機械式定着型）せん断補強鉄筋（図-9）を使用することで、組立作業の効率化を図った。

また、塩害に対する検討結果から、塩害に対して無対策の場合（純かぶり108mm）、30～40年程度で発錆限界値を超え、早期に鉄筋が腐食する可能性が高い。そのため、海中に侵入している状態が多く考えられる前垂れ部については、エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用した。



図-9 DBヘッドせん断補強鉄筋組立

コンクリート打設時においては、前垂れ部の構造が、壁厚50cmであり配筋が密である。また、上筋が鉄筋定着鋼板に溶接されているため、作業員が組立後の鉄筋内部へ入り、直接バイブレータによる締め固めを行うことが困難であった。通常のバイブレータではコンクリート打設足場から前垂れ部下端までの均一な締め固めが困難であること

と、鉄筋等に挟まり抜けなくなることが懸念されたため、本工事ではコンクリート打設足場からでも前垂れ部下端まで締め固め可能な一本槍フレキシブルバイブレータ（L=3.400m）を使用した。（図-10）



図-10 コンクリート打設状況、製作完了

コンクリート打設後の天端面および型枠脱型後の側面は、現場近隣に真水を供給できる施設が無かったため養生剤による養生を行った。コンクリート打設後の天端面は被膜型コンクリート表面養生剤「エム・キュアリング」を使用し、脱型後はコンクリート浸透型表面養生剤「コンクリックエース」を使用した。

(3) 上部工（据付）

プレキャスト上部工運搬・据付作業は1,800 t 吊全回転式起重機船にて行った。（図-11）

プレキャスト上部工運搬・据付について、固定式起重機船による据付も検討したが、運搬距離が長く1基毎に運搬～据付を行う必要があるため、据付作業に11日間（1基/日×11基）要する。大型の全回転式起重機船であれば自船に上部工11基を積込むことが可能であるため、運搬回数が大幅に減少し据付にかかる日数が3日間となった。

プレキャスト上部工据付は鋼管杭打設と同様に、直角2方向からの誘導が困難なため、トータルステーションによる3次元位置誘導システム「Zero Guide Navi」を使用した。（図-11）プレキャスト上部工の四隅に全方位RMTを3基設置し、第五防波堤上に設置した自動追尾式トータルステーション3基により測位データを起重機船のパソコンへ送信できるように設定した。測位データはタブレット等により起重機船クレーンオペレータと上部工上の合図者が視認できるようにし、据

付精度と作業効率の向上を図った。

係留施設を築造する場所は、航路の近傍であり一般航行船舶の往来が多い場所である。また、係留施設と第五防波堤が隣接しているため、一般航行船舶からの識別が困難である可能性があった。そのため、一般航行船舶からの視認性を向上させるために、係留施設製作完了後、四隅にアクリル樹脂系蛍光塗料「ワンコートロイヒ」を塗布した。（図-12）



図-11 上部工据付状況



図-12 係留施設 完了

4. おわりに

今回の係留施設を築造するにあたり、プレキャスト工法を採用したことで、前垂れ部が海水面付近である構造の上部工においても、潮位等に影響されることなく品質を確保して工期内に築造することができた。また、3次元位置誘導システム等のICT技術を使用したことにより設計どおりの出来形を確保することができた。