

運輸省第三港湾建設局神戸港事務所
運輸省第三港湾建設局神戸港事務所
東亜建設工業株式会社大阪支店

中村 豊
小杉 隆
正会員○沢井 真

1. はじめに

大阪湾湾奥部に位置する尼崎市は過去に台風に伴う気圧低下と風波の「吹き寄せ」により発生する高潮の被害を数多く経験してきた。昭和25年9月3日に阪神地方を襲ったフェーン台風の惨禍を契機に高潮に対する恒久的な対策を講ずる機運が高まり、昭和30年度末までに防潮ラインの整備をほぼ完了した。

これらの防潮設備も30年以上が経過し、地盤沈下（工業化に伴う地下水の過剰汲み上げが主原因）と施設の老朽化が進み、鋼矢板の腐食・構造物の不等沈下・耐久性の低下等が生じたため改良工事に着手した。

本資料では昭和61年から本年度にわたり施工された尼崎開門第1期改良工事の主要工種を報告する。

2. 開門の機能および改良前の状況

防潮堤内の水位は港内施設が使用可能な範囲（尼崎港の場合OP+1.35）で管理され、堤外水位は自然環境により変動する。平常時に両者の水域間の船舶航行を可能する施設が開門ある。航路内に設置した前扉・後扉の2つの水門により堤内外の水位差を調整する。また、前扉部は防潮ラインを形成する機能を備える。

尼崎開門は鉄筋コンクリート構造から成る前後の扉室を除くと門扉（セクター方式）および護岸等はすべて鋼構造である。第一開門は昭和29年度に、第二開門は昭和39年度に完成しており、30年以上を経過した状況では鋼構造部材の腐食が進行し、周辺地盤の沈下の影響により建設当初に比べ約1m程度の沈下が生じている。このため、地震力等の大きな外力を考慮した場合改良が必要と成った。

3. 改良計画の基本方針と工法選定

開門改良計画立案に当たっての基本方針は次のとおりである。

- ①改良工事期間中も現開門の機能に障害を発生させない。
- ②改良工事中も第一線防潮ラインを確保する。
- ③船舶の航行を確保するため、工事用水域を出来るだけ抑える。
- ④位置の変更は不可能であるため、ほぼ同位置に建設する。
- ⑤耐久性の向上を図るため、主要構造物は鉄筋コンクリート構造とする。

これらの条件を満足するため、第1期工事として現第二開門に隣接する蓬川水門を撤去し、新第二開門を築造する平面計画を選定した。また、新設構造物の高い施工精度を保つこと、施工性・安全性の確保が容易であること、工事占有面積を小さく抑えることが可能な点から二重矢板式仮締切り堤によるドレッジ工法を選定した。

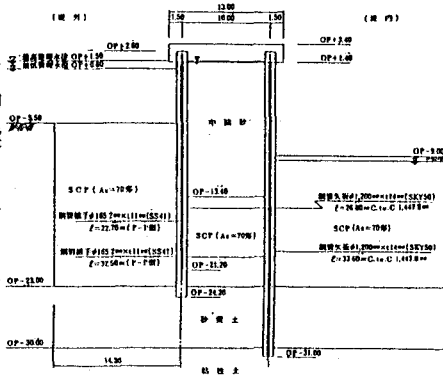
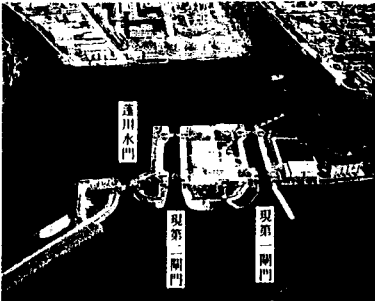
4. 二重矢板式仮締切り堤

仮締切り工法として土堰式・セル式・二重矢板式・ケーソン式等を検討対象としたが施工性、止水性、安全性、経済性、隣接構造物への影響、占有面積等から総合的に判断し、二重矢板式構造を選定した。従来式二重矢板式構造は矢板頭部をクレーン等で連結し、水平力に対しては中詰め砂のせん断と矢板の根入れにより抵抗する形式である。この場合一般的に堤体幅は堤体高さ以上となる。

基本方針を満足するため、堤体幅を抑えることが可能な頭部剛結型二重矢板式構造を適用した。この構造形式は実験室レベルでの実証が確認された段階であり、本施工に先駆けて水平載荷試験

yutaka nakamura, takasi kosugi, makoto sawai

図1. 改良前全景



を行い設計法を検証した。また、実施工では動態計測を行い堤体・地盤等の状況を確認し、これに基づき安全性を確保する工法を用いた。仮締切堤の構造および計測管理の詳細は他の報告を参照されたい。

工事区域の土質条件は海底面よりOP-23.5m付近までは軟弱な沖積粘性土層であり、それ以深はOP-30.0m程度まで砂礫層（伊丹礫層）である。仮締切り堤および閘門本体の安定上、この沖積粘土層の強度が不足すると判断されたため地盤改良を行った。地盤改良方法は海上施工で一般的に用いられている置換工法・サブコンパクションパイル（SCP）工法・深層混合処理工法から仮締切りと地盤の一体性に配慮して、SCP工法を選定した。

砂礫層（伊丹礫層）は透水係数が大きく、過剰間隙水圧の存在が確認された。パイピング現象等による仮締切堤周辺地盤の強度低下を防止するため、仮締切り内側鋼管矢板を砂礫層下部の粘性土に1.0m根入れし、矢板継手部（P-P継手）は全長にわたり砂注入を行い完全止水とした。

鋼管矢板の打設は20m程度に及ぶ粘性土とその下部の砂礫層への根入れとなるため、パイロハマーと高圧水併用工法を採用した。この工法は貫入能力が大きく、周辺地盤への振動の影響が比較的小さい特徴を持つ。

5. 扉室躯体コンクリート工

扉室躯体は上部構造物を支え反力を基礎杭に伝える底版とゲート両側に位置し防潮ラインを形成する前柱部、ゲートを支える支柱部、ゲートの移動空間を確保するレセス側壁部（立上り部）から成る。前扉室および後扉室躯体コンクリートの概要を右表に示す。

表. 1 扉室躯体概要

	前扉室	後扉室
長さ × 幅	35m × 48m	31m × 48m
底版面積	1,420 m ²	1,200 m ²
底版厚さ	3.5 m	3.0 m
底版コンクリート量	4,910 m ³	3,734 m ³
底版下面高さ	OP -9.1	OP -8.6
立上り部厚さ	最大 2.0m	最小 1.0 m
立上りコンクリート量	4,008 m ³	2,707 m ³

この躯体工事の計画に当たって次の点に配慮した。

- (1)主要部材厚さが1m以上であるため、マスコンクリートとしての取扱が必要であり、ひびわれ制御対策に配慮する。
- (2)周辺住民への配慮からコンクリートの供給はすべてコンクリートプラント船を使用して、海上から行う。
- (3)施工条件を考慮してコンクリートの特性を確認し、適切な施工性を得るための材料および配合を選定する。
- (4)密実で均一な品質な鉄筋コンクリートが得られるように、打設工事の施工性を考慮した配筋を行う。

コンクリートのひびわれ制御対策 特に部材厚さの大きい底版に注目して対策の検討を行いこれを他の部分にも適用した。試験練り・諸試験に基づき温度応力解析を行い、対策として①クーリングにより打込み温度を20℃以下とする②超低発熱型高炉セメントの使用③高性能減水剤によるセメント量の低減④湛水養生（底版部14日間）⑤木製型枠の使用および脱型期間の延長（立上り部2週間）を選定した。実施工に際してはコンクリート温度計・ひずみ計・コンクリート有効応力計を設置して計測を行い対策の有効性を確認した。底版に関しては構造物に有害となる様なひびわれの発生は見られなかった。立上り部に関しては複合的な原因により課題を残した。

コンクリートプラント船による供給 後扉室は180m³/h 級CP船2隻を、前扉室は180m³/h 級2隻+120m³/h 級1隻を使用した。コンクリートの運搬はCP船のポンプを使用し、これをフォームポンプ車で中継して打込んだ。ポンプ圧送距離が最大200mであり、セメント量を320kg/m³が必要でありひびわれ対策にやや不利となった。

今回の実績からこの設備の組合では、①1系統の配管（φ150）での最大打設可能量は50m³/h程度である②CP船のプラント効率は0.8程度である③圧送配管は設備計画のなかで最も余裕を取る必要があることが言えた。

材料および配合を選定 コンクリートプラント船を使用した大量施工であるため、設備容量から細骨材1種・粗骨材1種に制限された。クーリング量の制限と打継ぎ時間（凝結時間）の延長に配慮して事前検討を行い、特に前扉室の施工に際しては石灰石粉を30kg/m³をまた冬季施工においても遅延型混和剤を使用した。

6. おわりに

平成5年度に行われた上部工と取付け護岸の工事をもって第1期工事をほぼ完了し、引き続き第2期工事（新第一閘門改良）に着工した。第1期工事で得られた多くの経験とノウハウにより、数多くの難関を乗り越え、より安全で高品質な工事が進められることが期待される。