

(87) 松島浮棧橋の設計と施工

宮城県 塩釜港湾事務所

加藤 庄寿

ピー・エス・コンクリート(株)

小関 恵一

〃 〃

○ 鈴木 和雄

1. はじめに

日本三景の一つ“松島”の観光の発着場所である松島港の改修事業として、観光船の係留を目的とした浮棧橋が施工された。浮棧橋は潮位差があっても常に乾げん(浮体の水面から床版上端までの高さ)が一定なので船舶の係留、乗客の乗降及び荷役が容易である等の理由により、湾内や湖において、旅客、水産用からヨットハーバー等のレジャー施設までの中小規模船舶の係留施設として用いられている。

浮棧橋に用いられる浮体(ポンツーン)の構造タイプは鉄筋コンクリート製、プレストレストコンクリート製、鋼製、FRP製等が考えられるが、今回の構造タイプ決定に当たっては、施工性、経済性、耐久性等の比較検討結果、プレストレストコンクリート製となったものである。

プレストレストコンクリート構造(PC構造)とすることにより、ひび割れの発生を防ぎ耐久性をより確実なものにでき、また浮体の分割ブロック化、接合による完全な一体化等はPC構造の特色を大いに生かしたものであると思われる。

以下に設計・施工についての概要を述べる。

2. 設計の概要

浮体の設計は、全体系としての設計と各部材(床版、側壁、底版、受梁)の設計およびブロック接合部の設計を許容応力度法により行なった。

浮体の長手軸方向にPC鋼材を配置し、波浪による縦曲げモーメントにより生ずる引張力に対して、ブロック接合面も含めて、ひびわれの発生を許さないフルプレストレス状態とした。

2・1 設計条件

- 1) 形状寸法：長さ $L = 38.5 \text{ m}$
幅 $B = 9.0 \text{ m}$
高さ $H = 2.1 \text{ m}$
- 2) 潮位： $HWL = +1.77 \text{ m}$
 $LWL = +0.50 \text{ m}$
- 3) 設計波高： $H_{max} = 1.65 \text{ m}$
- 4) 設計水深： $H = -1.50 \text{ m}$
- 5) 設計乾げん： 0.8 m (無載荷時)
- 6) 上載荷重：常時 0.50 t/m^2
異常時 0.25 t/m^2

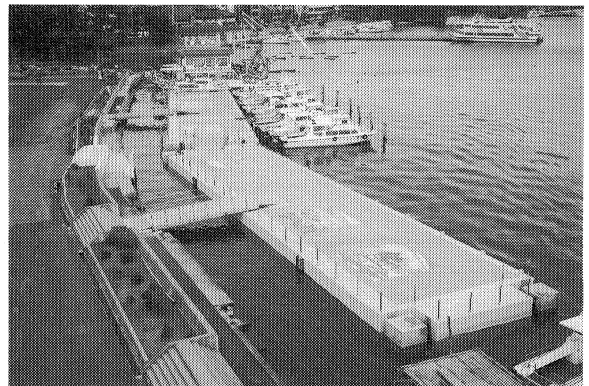


写真-1 完成

2. 2 安定計算

浮体の安定計算は、次に示す3ケースについて行なった。

1) 床版上無載荷の場合

2) 床版上に上載荷重を満載した状態で
浮体の一部に浸水（浸水高 = 0.21 m）がある場合

3) 床版上の短軸方向片側半分に上載荷重を満載した場合

表-1 安定計算結果

(単位: t, m)

	無載荷	満載	半載	
全体重量	447.6	635.6	531.1	ボンツーン底部より > 0
重心	1.052	1.301	1.217	
吃水	1.300	1.846	1.543	
乾げん	0.800	0.254	0.557	
GM	4.063	2.159	3.772	

注1) GMは重心より傾心までの高さ

注2) 半載時の吃水、乾げんは平均値であり、傾斜時の乾げんは $f = 0.134$ m (最小) である。

上記3ケースの結果を表-1に示す。

2. 3 全体系としての設計

波浪荷重による縦方向断面力は Muller の式により求めた。この断面力に対して、プレストレスで対抗するものとし、PC鋼材 1T19.3 (SWPR19) を $n = 26$ 本用い、プレストレスによる軸圧縮応力度は 22 kg/cm^2 前後となっている。

2. 4 各部材の設計

上床版、底版は側壁および受梁で支持された四辺固定の二方向版として有限要素法により、解析した。側壁は浮体上端が 0.5 m 海中に沈んだ状態の静水圧に対して、上床版、底版、受梁で支持された四辺固定の二方向版として、受梁は水深 2 m と浅いため浮体の動揺計算を行ない、浮体の着底を確認し、着底による荷重を考慮してボックスラーメンとして解析した。

なお、構造はRC構造としたが、浮体長手方向にはプレストレスを軸力として考慮した。

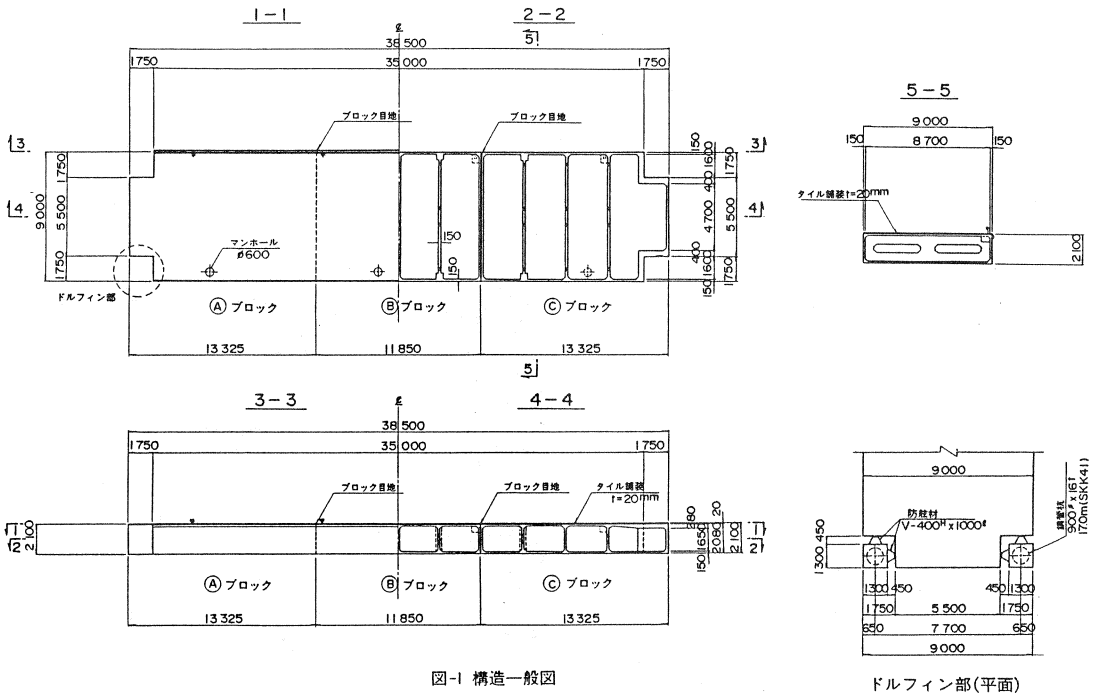


図-1 構造一般図

ドルフィン部(平面)

3. 施工の概要

松島浮棧橋の施工は、仙台港岸壁に製作ヤードをつくり、浮体全体を3ブロックに分割して製作し、海上より起重機船で1ブロックずつ海上へ吊り降し、海上にて接合後、松島港まで曳航し係留した。

施工フローチャートを図-2に示す。

3・1 浮体製作工

1) 底版工

底版は、製作台コンクリート上面に直接合板 ($t = 12\text{mm}$) を取り付けた。

2) 型枠工

型枠は、加工が多いことや冬期間施工を考慮して保温性の良い合板 ($t = 12\text{mm}$) を外枠、内枠ともに使用した。また二層目上床版の型枠、支保工材は、解体時にマンホール孔より搬出できる大きさのものを使用した。

3) 鉄筋・PCケーブル組立て工

鉄筋のかぶりの保持は、アスベストコンクリート製のスペーサーを使用した。

シースの配置は、鉄筋、型枠の組立後に行なった。シース中には、ブロック施工となるため、PC鋼線を挿入できないので、シース ($\phi 32$) の変形や変位を防ぐためにポリパイプ ($\phi 28$) をシース内に挿入した。

4) コンクリート工

コンクリートは、ブロック接合面の防水性を考慮して、マッチキャスト方式により施工した。また各ブロックの接合面での誤差をなくすため、接合キーを4箇所にした。

コンクリート打設は、打継目を極力少なくすることを考慮して、底版、側壁、隔壁部と上床版部の2回に分けて、各ブロックともブーム式コンクリートポンプ車を使用して行なった。コンクリートの打設は、部材厚が15cmと薄く、水密性を必要とするので、棒状バイブレーターで入念に締固めを行ない打設した。

コンクリートの打設順序を図-3に示す。

打継目は、打設直後コンクリート表面に遅延剤を散布し、翌日高速水圧で洗出し、新コンクリート打設直前に打継目にセメントペーストを流し込み打設した。

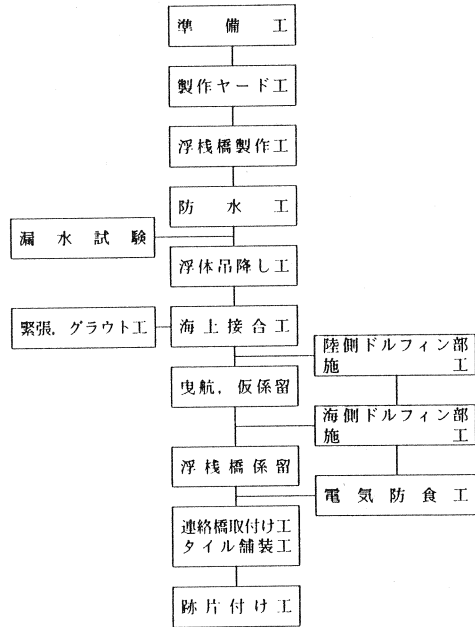


図-2 全体フローチャート

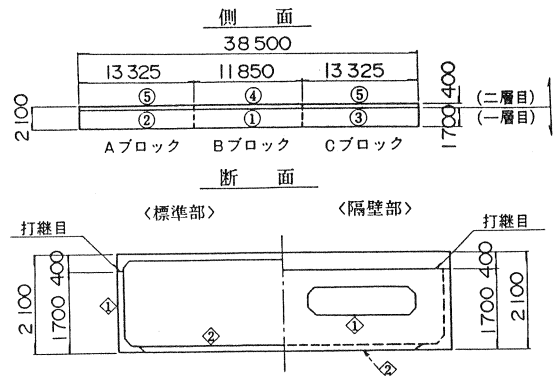


図-3 コンクリート打設順序

3・2 漏水試験

浮体を進水する前に、漏水箇所の有無を確認する目的で漏水試験を行なった。底版部の漏水試験は、各ブロック内に水道水を20cm程度入れ、水位を測定し、24時間後にまた水位を測定し水位差により漏水箇所の有無を確認した。

外壁部の漏水試験については、汚泥タンク等の実績より、浮体内部に空気を送り込み、外壁面にセッケン水を塗布して、発泡の有無により空気漏れを確認する気密試験を行ない漏水箇所の有無を確認した。

気密試験での内外の圧力の水頭差は50cm(0.05気圧)とし、内圧が働いている状態で、随時外壁面にセッケン水を塗布し検査した。

3・3 浮体吊降し海上接合工

浮体は、各ブロックごとに専用の吊り金具を取り付け、海上より起重機船(165t吊り)一隻で吊り上げ、約2mの間隔をあけて仮置きし、接合キー、止水ゴムの取付け、シース孔の確認をした後、海上へ吊り降した。(写真-2)



写真-2 浮体吊降し工

海上接合は、各ブロックごとに人力で接合位置まで移動し、乾げん、傾斜をコンクリート製のウェイトで調整しながら、レバブロックにより引寄せ仮接合した。

PCケーブルの緊張は、上床版ケーブルの中央と両端の3ケーブルを緊張した後、下床版ケーブルの中央と両端の3ケーブルを緊張し、次に上床版の残り全ケーブル、下床版の残り全ケーブルを緊張した。

グラウトは、下床版ケーブルダクト内に塩水が充満したので、真水でダクト内を洗った後グラウト注入を行なった。

3・4 曳航、据付け

浮体は、仙台港より松島港まで、17kmの航路を引船(500SP)を用いて、6時間で曳航し据え付けた。

3・5 ドルフィン部の施工

浮体の係留は、ドルフィン方式とした。ドルフィンは、浮体の構造上、陸側ドルフィン2基を製作し、浮体を仮係留した後に海側ドルフィン2基を製作し、防舷材を取り付けた。

ドルフィン基礎の鋼管杭の打込みは、ウォータージェットとバイプロハンマーによる、JV工法により行なった。また鋼管杭が単杭となるため導棒を布設し杭の偏心を防いだ。

4. あとがき

PC浮棧橋の概要を述べたが、浮体のプレキャストブロック化、海上接合、漏水、鋼材の腐食等の問題に対しても、今回の施工は十分対応出来た。最後に本工事の設計、施工に多大な御指導と御援助をいただいた関係各位に深く感謝いたします。