

(134) 神戸港震災復旧・PC栈橋の設計施工

(株)ピー・エス 大阪支店 土木技術部 正会員 ○越島 広次
 同 上 土木部 正会員 吉田 一男
 同 上 土木技術部 正会員 秦 隆司

1. はじめに

1995年1月17日早朝に発生した兵庫県南部地震(M7.2)は、国際貿易港神戸港の港湾施設に未曾有の被害を与えた。中でも、既設法線は数十センチから数メートル沖に移動していた。この震災により神戸港の復旧対象となった岸壁は、25バース総延長7.3kmにも及んだ。

復旧工事では、①早期供用、②耐震性向上を検討した結果、総重量約9万トンのPCホロー桁栈橋が採用された。

PCホロー桁栈橋には、下部構造形式により、栈橋前出し工法・デタッチドケーソン工法・背面土圧軽減工法・横栈橋工法などの工法がある。

本報告は、栈橋前出し工法・背面土圧軽減工法で施工した六甲アイランド(図-1)L-2バースと、デタッチドケーソン工法で施工した六甲アイランドC-3バースについて報告する。

2. 工事概要

L-2バースは、六甲アイランドの東南の角に位置する。東面は既設ケーソンの背面土を取り除くことにより、既設ケーソンの安定を図る背面土圧軽減工法、南面は既設ケーソン海側に鋼管杭のRCブロックを設置しケーソンとRCブロックの間に間詰め石を投入することにより、既設ケーソンの安定を図る栈橋前出し工法で施工された。C-3バースは、六甲アイランドの西南の角に位置し、既設ケーソン沖に新設ケーソンを設置し、栈橋前出し工法同様ケーソン間に間詰め石を投入し既設ケーソンの安定を図るデタッチドケーソン工法で施工された。

C-3バースの施工では、従来通りPC工場にて製作されたPCホロー桁を1本ずつ油圧式トラッククレーンにて架設し現場で横組工を施工する方法と、堺市浜寺の岸壁にて横組み工まで施工され一体化された橋体を台船で曳航し、フローティングクレーンにて一括架設する工法が行われた。各バースの概要を表-1に示す。

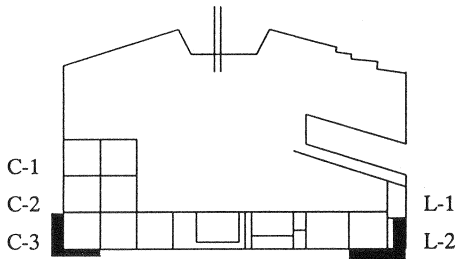


図-1 六甲アイランド

表-1

	L-2バース東面	L-2バース南面	C-3バース
施工延長	295.065	203.500	715.000
幅員構成	22*12.5+13.42+6.645	6*24.72+26.87+28.31	28*12.5+9.4+11.6+6.4+27*12.5
橋長	21.700	15.500	8.130 ~ 19.630
桁長	21.600	15.370	8.000 ~ 19.500
支間	20.900	14.770	7.300 ~ 18.600
桁高	1.000 ~ 1.200	0.700	0.500 ~ 0.900
主桁本数	377	270	915

3. 栈橋上部工の設計

表-2 設計条件

		L-2バース東面	L-2バース南面	C-3バース
上載荷重	常時	1.0 t/m ²		
	地震時	0.5 t/m ²		
活荷重	ストラドルキャリア (VSC 4033)	75.5 tf		
	ストラドルキャリア (VSC 4434)	99.0 tf		
	トレーラー	47.0 tf		
	シャーシ	58.0 tf		
	フォークリフト (空載時)	71.6 tf	70.0 tf	
	フォークリフト (満載時)	106.6 tf	1005.0 tf	
設計震度	0.20			

活荷重の載荷は法線方向・法線直角方向とも車両間隔0.5m間隔で満載し検討した。

栈橋上部工は、ストラドルキャリア・フォークリフト等の港湾荷役機械が載荷される通常の単純桁構造として設計した。設計条件を表-2に示す。

今回特別に考慮した点としては、以下の項目があげられる。

- ・鋼管杭基礎の栈橋前出し工法では、船舶の接岸により、法線直角方向（PC栈橋橋軸方向）に水平変位を生じるため、橋体と可動側支承を滑動させる構造とした。
- ・新設ケーソンを沖側に設置するデタッチドケーソン工法では、ケーソン設置後の長期的な沈下及び傾斜が考えられるため、栈橋前出し工法同様に水平変位に対する配慮のほか、沈下による橋体の傾斜にも対処できる構造とした。
- ・急速施工のため、下部工が安定しない間に上部工を施工するため相当量の沈下が予想され、将来エプロンのオーバーレイ、PC栈橋の据え直し等のメンテナンスができるよう配慮した。

3-1. 支承構造

水平方向の変位に対して

栈橋前出し工法・デタッチドケーソン工法では、上部工橋軸方向の水平変位を、±100mm程度移動可能な構造とした。

支承構造としては、可動側ゴム支承上面にテフロン板を張り付け加工を施し、主桁下面にはステンレスプレートをごム支承移動範囲に埋め込みスライド沓のような構造とした。

(図-2)

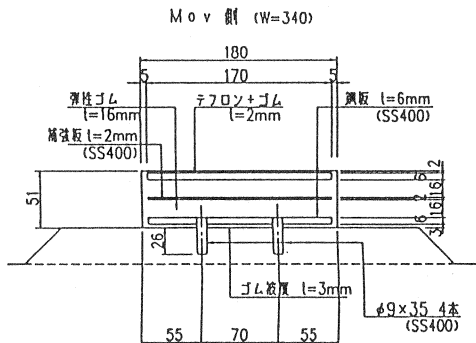


図-2 ゴム沓構造 (参考)

沈下に対して

新設ケーソンが200mm程度沈下しても対応できる構造とした。沈下に対しては支間が長い場合はゴム支承の回転角が小さく許容値以内で収まるが、支間が短い場合回転角が大きくなり許容値を超えるので、テーパ加工 (図-3) で対応した。

テーパ加工とは、主桁回転角を想定した上で、ゴム支承に予めテーパ加工を施した支承のことで、ゴム支承の許容回転角 $i\%$ に対し、架設時に $-i\%$ になるよう設置しケーソンの沈下に伴い $-i\% \sim i\%$ まで合計 $2i\%$ まで許容できる構造である。

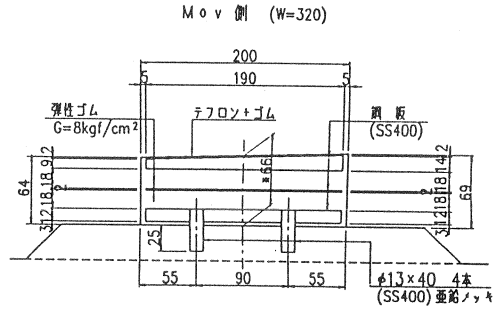
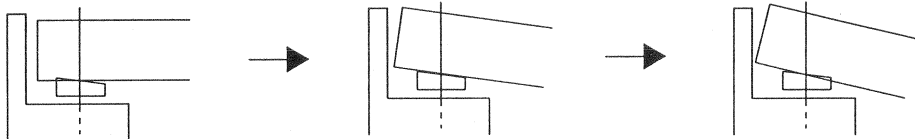


図-3 テーパー加工構造 (参考)



架設時 $-i\%$ の変形を加え桁を据え付ける。

沈下完了時 $i\%$ の変形が加わった状態

3-2. 目地構造

目地構造は、将来下部工が沈下した場合、PC栈橋の据え換えという事態に対しても容易に対応できるように、図-4のように鉄板に溶融亜鉛メッキを施しボルトで固定する方式とした。

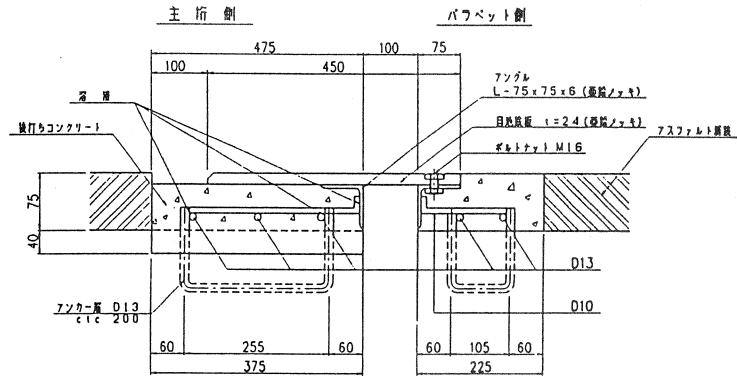


図-4 可動側目地断面図

3-3. 下部工沈下対策

下部工の沈下に対しても対応できるように、主桁端部に桁吊り金具 (図-5) を埋設することとした。

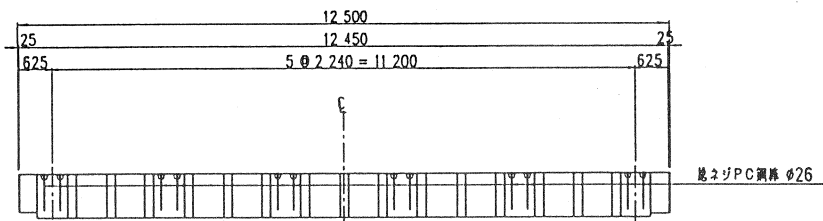


図-5 桁架設用吊り金具

4. 現場施工

震災後神戸市内は交通規制が行われ、工事車両といえども通行するのは非常に困難な状態であった。その中でPC桁をトレーラーで六甲アイランド内に搬入するのは1日平均10本程度が限度であり、従来のトラッククレーンでの架設工法でも1日の架設は2~3ブロック(主桁32~48本)程度の能力であるため、主桁の供給に問題があった。C-3パースの実施工程表を表-3に示す。

表-3 C-3パース実施工程

		'96/1	2	3	4	備考
主桁製作		—————				
主桁現場仮置き				———		
大組工				—————		
主桁架設	従来工法			———		
	一括架設				— —	
横組み工				———		
地覆工				—————		
目地工					—————	

4.1. 主桁製作

本工事は、主桁種類が多く本数も多いので、PC工場1工場で短期間に製作するのは困難なので、滋賀・水島・七尾の3工場で作成を行った。

4.2. 一括架設

従来架設のようにPC桁を1本ずつ架設する方法では、現場で横組みを施工を行う必要がある。本工事では、堺市浜寺のヤードで橋体の横組みまでの施工を完了させ現場作業を少しでも少なくする為に一括架設を併用して工期短縮し早期供用につとめた。一括架設状況を写真-1に示す。

大組された橋体は、台船に積み込み現場まで曳航し、図-4の吊り金具を利用してクレーン船にて吊り込み架設を行った。

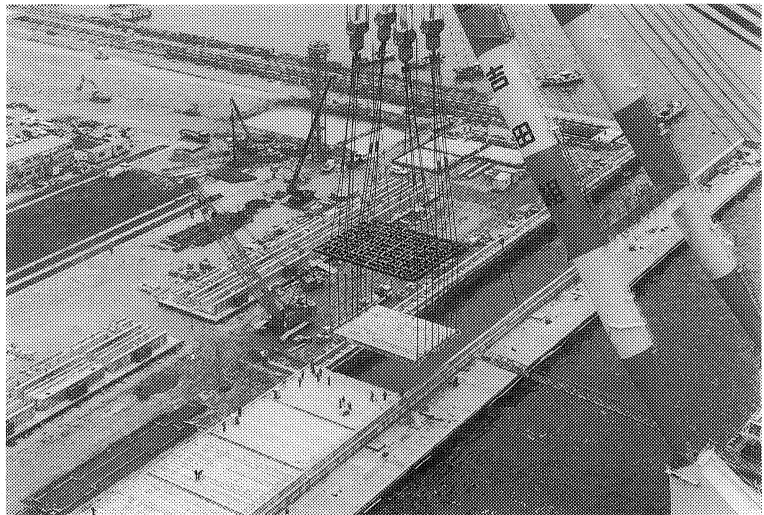


写真-1 一括架設状況

5. おわりに

本PC栈橋工事は平成8年5月に上部工工事を終了し供用が開始された。本橋の施工に関して多大なご指導・ご協力を頂きました関係者各位に深く感謝の意を表します。