

PC 箱桁橋の拡幅および大型支承の交換

—東二見橋拡幅工事—

濱田 富雄*1・山本 英哉*2・橋本 芳道*3・山中 康司*4

1. はじめに

東二見橋は、主に工業用地としての利用を目的に兵庫県明石市沿岸部に埋め立てられた二見人工島を本土と結ぶ橋梁である(図-1)。1980年に完成はしたものの、諸般の事情で取付け道路整備が遅れたことなどにより、これまでは歩行者、自転車用道路として供用されてきた。人工島へ渡るもう一つのルートである二見大橋の渋滞緩和と、防災拠点でもある当人工島への緊急時輸送ルートの確保を目的に、東二見橋の車道化リニューアル工事が1998年以降順次行われ、2005年3月現在も進行中である。

主なりリニューアル項目は、

- 1) 車道7mと歩道3mの有効幅員を確保するための道路拡幅
- 2) B活荷重対応としての補強
- 3) 現行耐震設計基準に準拠した耐震補強

の3点であり、リニューアル事業の概要を図-2で示す。

本稿はこの内、主橋(3径間連続PC箱桁)部における「主桁拡幅工事」および「中間支点部大型支承取替え工事」に関して報告するものである。

2. 橋梁概要

主橋部橋梁概要を以下に示す。

- 橋長：200.0m
 支間割：49.2m + 100.0m + 49.2m
 幅員：既設 7.3m (有効幅員 6.5m)
 拡幅後 11.0m
 (有効幅員 車道7.0m + 歩道3.0m)
 活荷重：既設 TL-20
 補強後 B活荷重 + 群集荷重

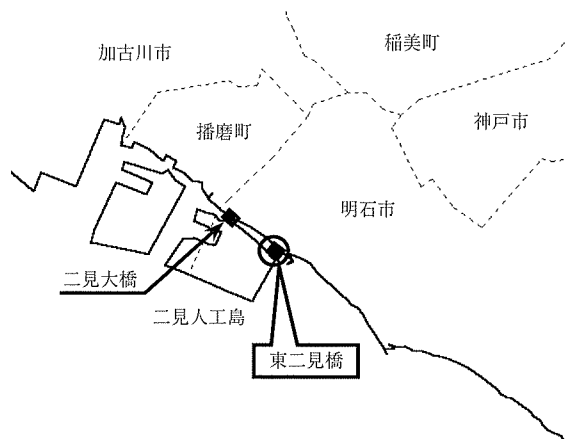


図-1 位置図

3. 大型支承取替え工事

3.1 設計概要

既設の支点条件は鋼製支承を用いた固定可動構造(固定支点：P2橋脚)であった。今回の事業では、水平反力分散構造に変えて耐震性を向上させることを基本思想として計画がスタートした。

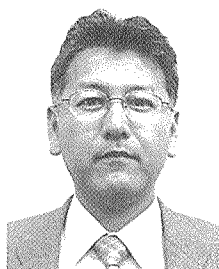
予備検討の結果、既設橋脚の規模が小さいP1、P4橋脚にまで水平反力を分散させることは、ケーソン基礎の補強工事量が大きくなり経済性に欠けると判断した。そこで、各支点部の鋼製支承はすべてゴム支承に取り替えるものの、P1、P4橋脚部は可動支点のままとし、P2、P3橋脚部で水平反力を負担する2点分散構造を採用した。

具体的な支承構造を設計するにあたり問題となったのは、橋座部の狭隘な空間において、新設ゴム支承に付随するアンカーボルトをいかに既設上下部構造物に埋め込むかということであった。既設鋼製支承のアンカーボルトを可能な



*1 Tomio HAMADA

兵庫県 東播磨県民局 加古川
土木事務所 港湾課 課長補佐



*2 Hideya YAMAMOTO

(株)ニュージェック道路グループ
橋梁チーム



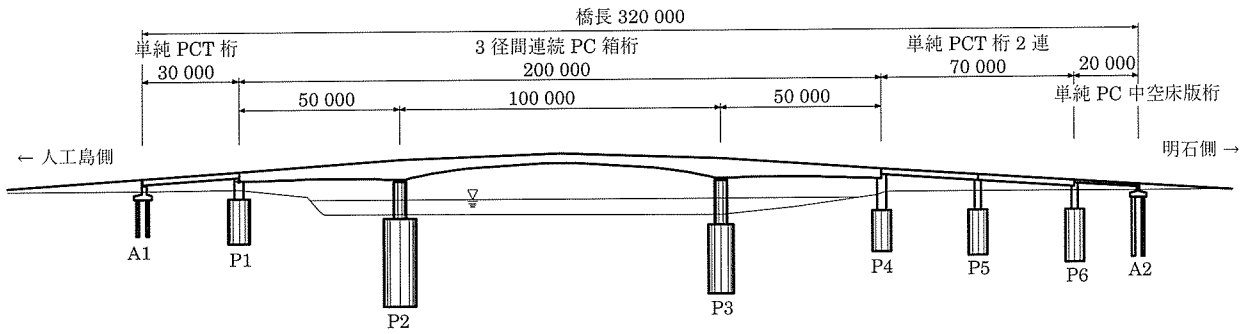
*3 Yoshimichi HASHIMOTO

三井住友建設(株)大阪支店
土木部 部長代理



*4 Yasushi YAMANAKA

三井住友建設(株)大阪支店
土木部 課長



		単純ポストテンション PCT 桁		3 径間連続 PC 箱桁				単純ポストテンション PCT 桁 2 連			単純プレテンション中空床版桁	
		A1	P1	P2	P3	P4	P5	P6			A2	
上部工	B 活荷重対応	既設桁外ケーブル補強		車道側張出し床版下面増し厚 中央径間中央部主桁下面 炭素繊維シート貼付補強							既設桁外ケーブル補強	
	拡幅	拡幅桁架設, 横組み		主桁(張出し床版)拡幅							拡幅桁架設, 横組み	
	耐震補強							単純鋼床版桁 2 連への架替え (上部工重量の軽減)				
支承部	耐震補強	沓座拡幅	沓座拡幅	ゴム支承への交換	ゴム支承への交換	ゴム支承への交換	ゴム支承への交換				沓座拡幅	沓座拡幅
		落橋防止構造設置	落橋防止構造設置	変位制限構造設置	変位制限構造設置	変位制限構造設置	変位制限構造設置					
下部工	耐震補強	RC 巻立て		鋼板巻立て	鋼板巻立て	鋼板巻立て	RC 巻立て	RC 巻立て	RC 巻立て			
		RC 巻立て		鋼板巻立て	鋼板巻立て	鋼板巻立て	RC 巻立て	RC 巻立て	RC 巻立て			
基礎工	耐震補強	鋼管杭基礎増設		ケーソン基礎の鋼管井筒補強	ケーソン基礎の鋼管井筒補強					鋼管杭基礎増設		

図 - 2 東二見橋リニューアル事業概要

かぎり流用したとしても現行耐震設計基準に対しては不十分であり、これを満足する規模のアンカーボルトをすべて桁下空間部に配置することは施工的に不可能であった。

そこで、図 - 3 に示すような場所打ちコンクリート構造物を主桁側面に立ち上げるかたちで橋脚頭部に築造し、主桁側部にもゴム支承を縦置き設置することで、水平反力を横置き支承と縦置き支承で共同して下部工に伝達する構造を採用した。こうすることにより、横置き支承で伝達すべき水平反力を軽減し、追加アンカーボルトの径、長さおよび本数を、施工可能な規模にまで抑えることができた。なお、このコンクリート構造物は橋軸直角方向に対する変位

制限構造としても機能するため、以下「変位制限ブロック」と呼ぶ。

3.2 変位制限ブロックの構造

変位制限ブロックの構造図を図 - 4 に示す。

橋脚柱を取り囲む部分には、円周方向に PC 鋼より線 (SWPR 19 L, φ 28.6, 5 段) を配置、プレストレスを導入することで橋脚との一体化を図る構造とした。プレストレスが有効に導入されるように橋脚柱との接合面は目地材で縁を切った。

壁部には、鉛直地震力に抵抗させるため鉛直方向に PC 鋼棒 (SBPR 930/1180, φ 32, 13 × 2 = 26 本) を配置、プレストレスを導入した。橋脚への鉛直荷重の伝達は、接合面に放射状に配置したサヤ管付きアンカーバー (S 35 CN, φ 70, 10 本) に負担させる構造とした。

3.3 横置き支承の構造

横置き支承には積層ゴム支承を用いた。

主桁側は既設支承の上沓を埋め殺し、新設支承のソールプレートにこれを突き当て連結プレートで固定するかたちとした。追加アンカーボルトはコアボリングにより埋め込んだ。

橋脚側は、既設支承のアンカーボルトをそのまま流用し、これに新設支承のベースプレートを固定した。

P2 橋脚部の既設鋼製支承の写真を写真 - 1 に、新旧横置き支承の詳細図を図 - 5 に示す。

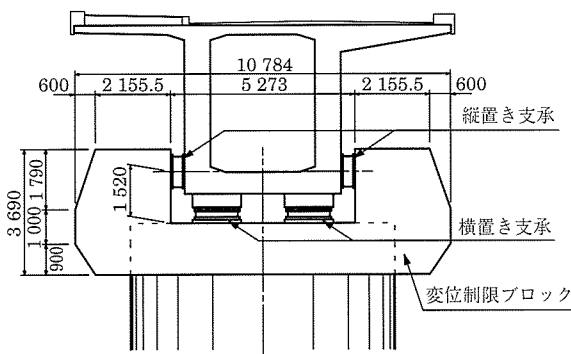


図 - 3 変位制限ブロック一般図

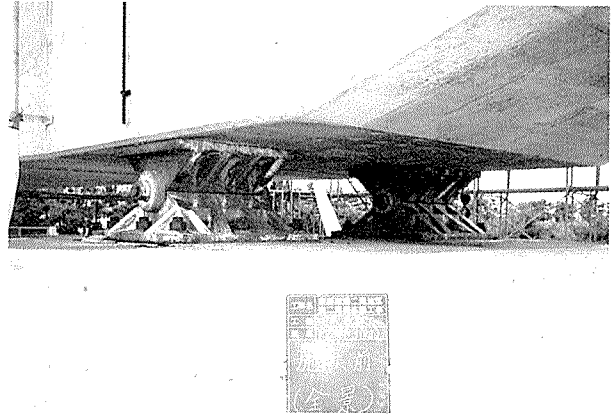
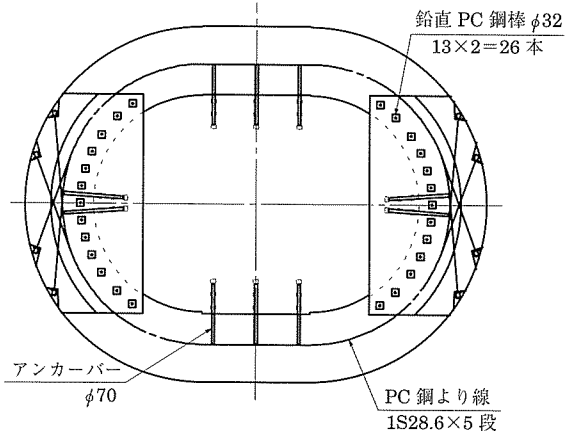


写真 - 1 既設鋼製支承

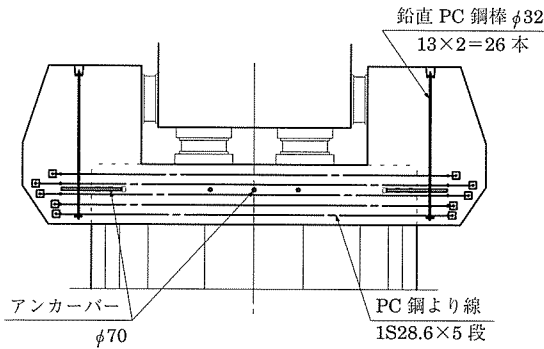


図 - 4 変位制限ブロック構造図

3.4 縦置き支承の構造

縦置き支承には鉛プラグ入り積層ゴム支承を用いた。この理由は、

- 1) ゴム厚が小さい横置き支承に剛性を近づけ、横置き支承の水平反力負担率を軽減するため
- 2) 端支点部遊間に対して過度の地震時変位を発生させないだけの剛性を確保するため

である。P2 橋脚部の縦置き支承配置図を図 - 6 に示す。

3.5 施工手順

支承取替えを施工するための足場としては、後述する主桁拡幅用の改造移動作業車を利用した。横置き支承取替え工事の手順を P2 橋脚部を例にとり図 - 7 に示す。また、

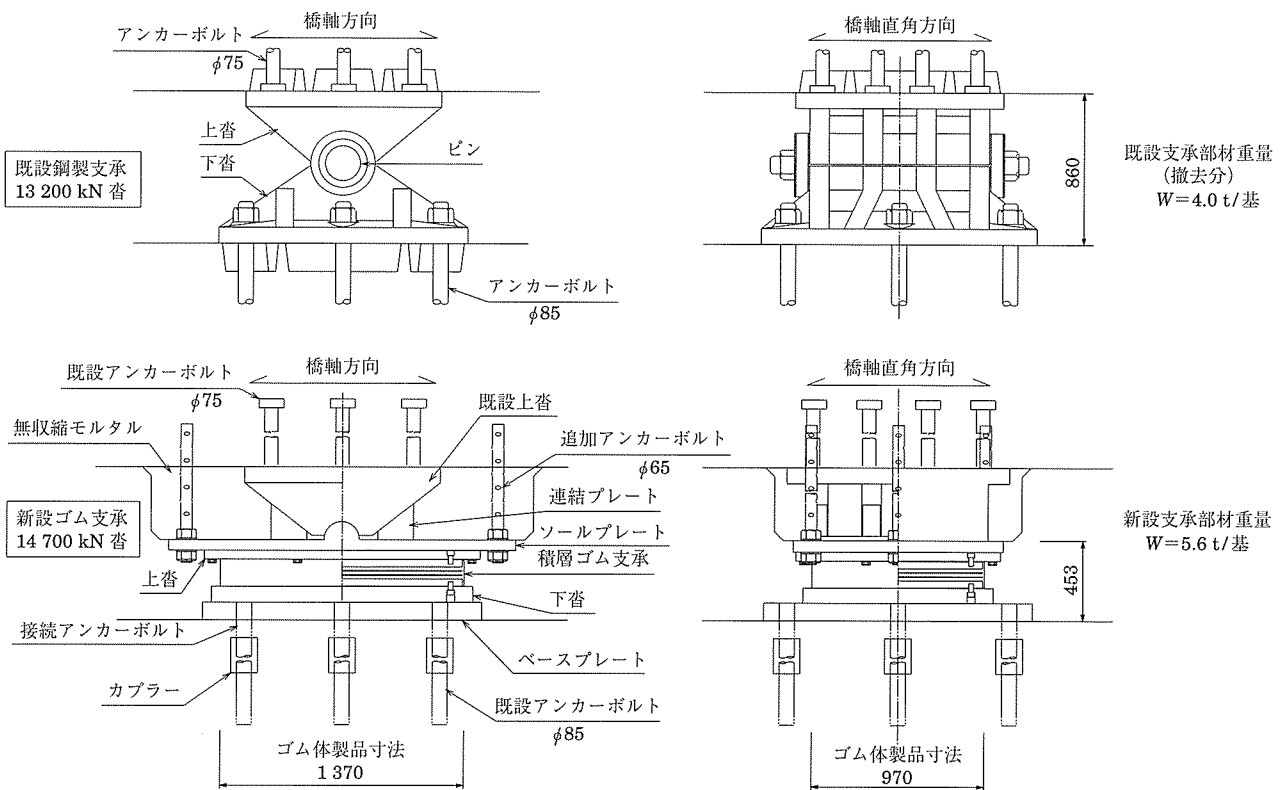


図 - 5 新旧横置き支承詳細図

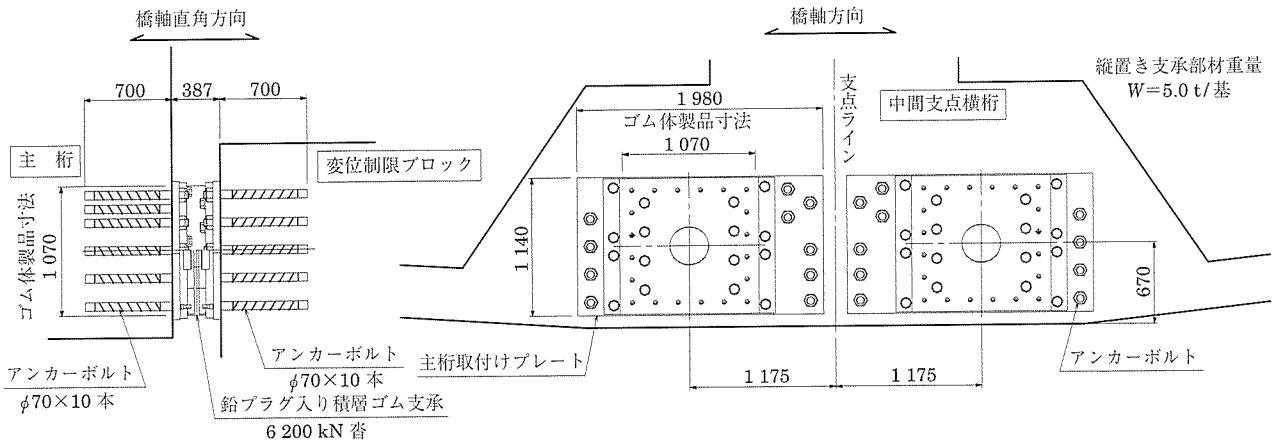


図 - 6 縦置き支承詳細図

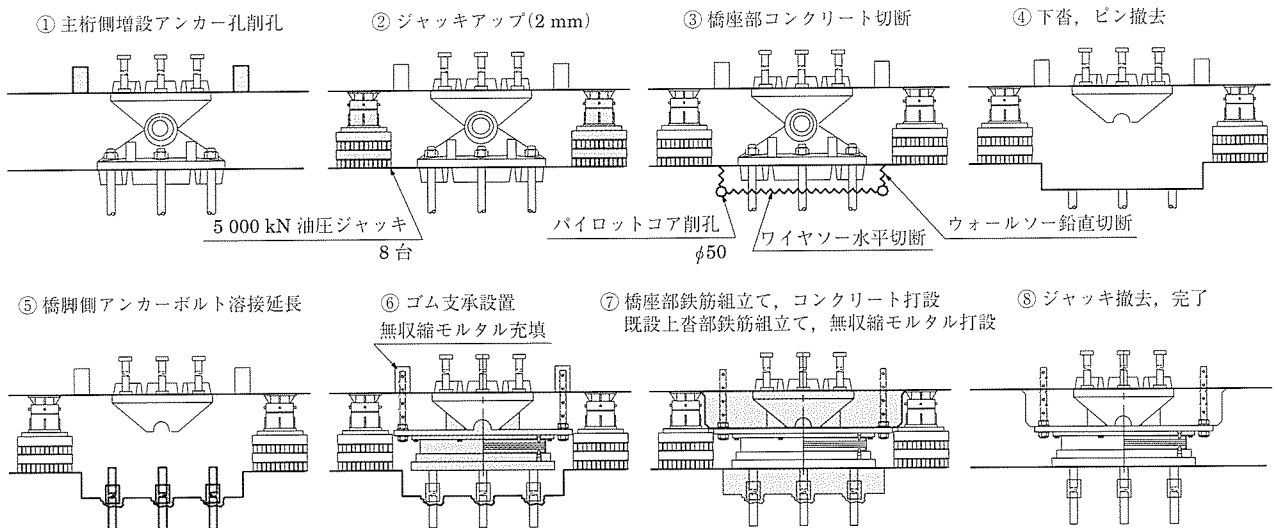


図 - 7 横置き支承取替え手順図

縦置き支承も含めた支承取替え工事全体の流れを写真 - 2 ~ 10 で示す。

P2 橋脚では、既設鋼製支承の下沓が橋脚躯体内に埋まり込んでいたため、主桁ジャッキアップの後、コアボーリング、ウォールソーおよびワイヤソーにより橋座部コンクリートもろとも既設下沓を撤去した。既設下沓撤去時に、

ワイヤソー切断面でアンカーボルトも切断されてしまうため、新設ベースプレート設置高までアンカーボルトをカプラーと溶接にて継ぎ足して新設支承に流用した。

縦置き支承設置にあたっては、横置き支承同様、主桁にアンカー孔を削孔する必要があったが、せん断鋼棒、横桁横締め鋼棒および既設上沓アンカーボルトに接近しての削

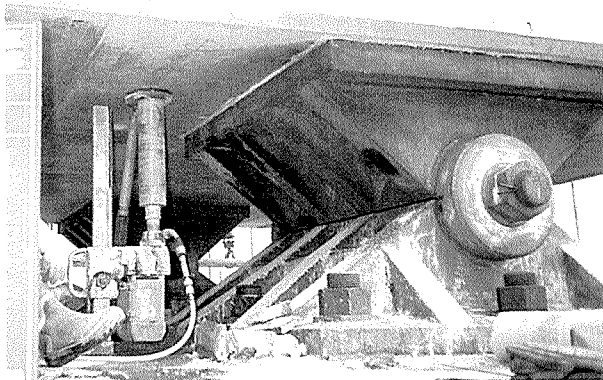


写真 - 2 主桁側増設アンカー孔削孔

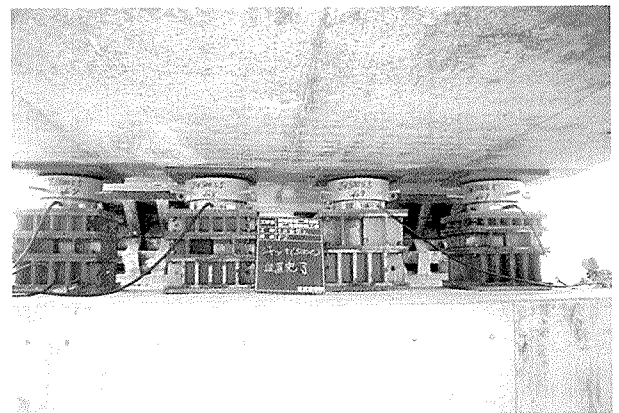


写真 - 3 ジャッキアップ

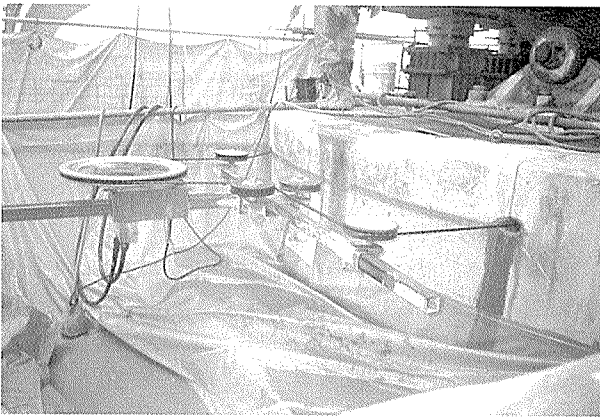


写真 - 4 橋座部ワイヤソー水平切断

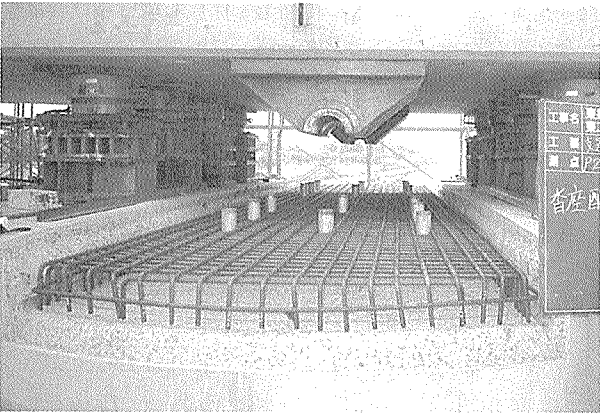


写真 - 5 下沓撤去～橋座復旧配筋 完了

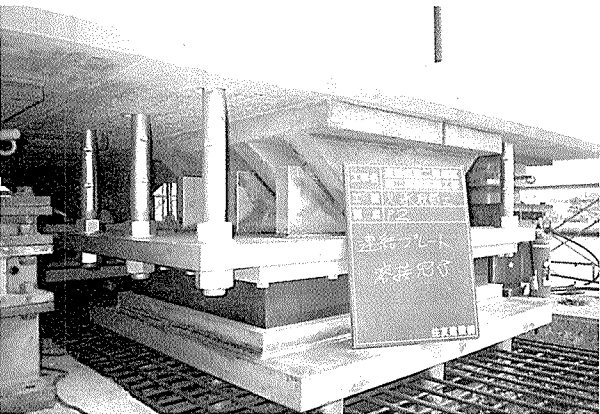


写真 - 6 横置き支承 据付け完了

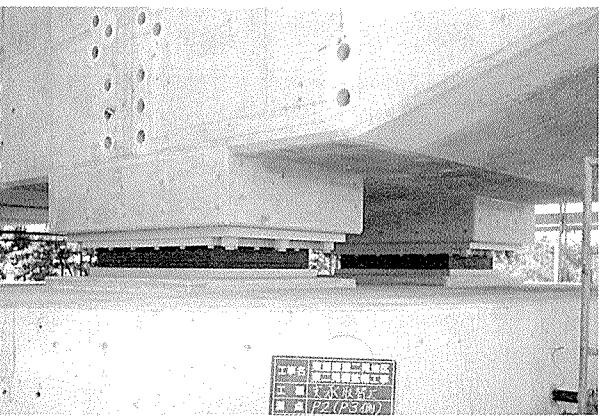


写真 - 7 横置き支承 完了

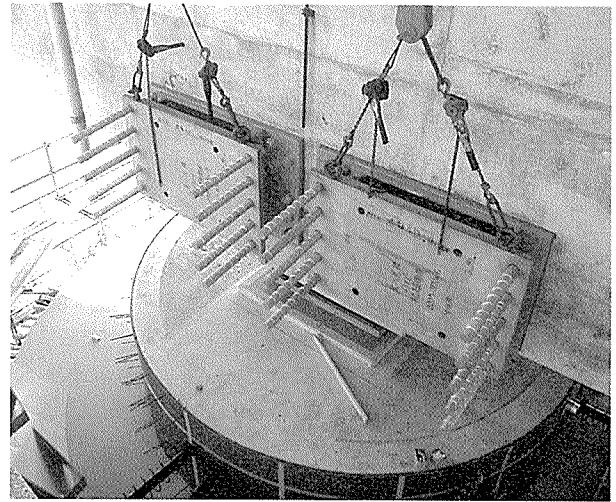


写真 - 8 縦置き支承据付け

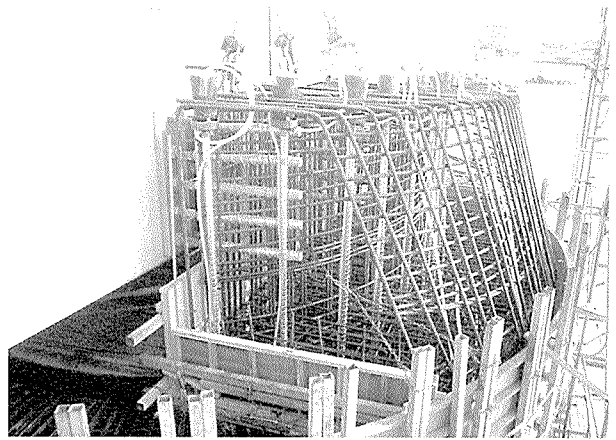


写真 - 9 変位制限ブロック 鉄筋, PC, 型枠組立て

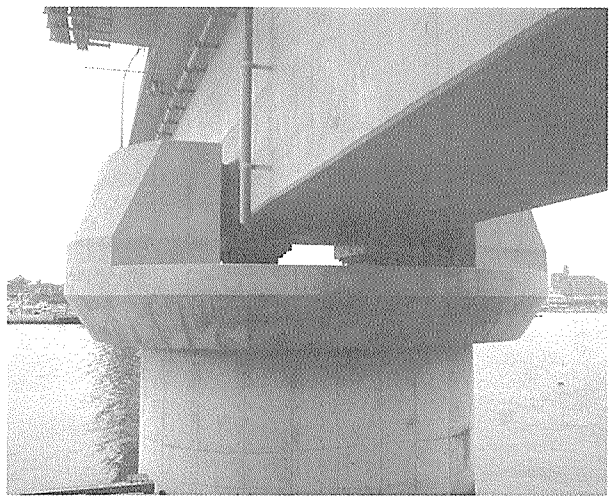


写真 - 10 支承取替え完了

孔となるため、それらの位置を慎重に探査したうえで縦置き支承のアンカーボルト配置を決定した。

変位制限ブロックは、橋脚側面にブラケット支保工を設置して築造した。

4. 主桁拡幅工事

4.1 設計概要

拡幅量は片側 1.85 m ずつの計 3.7 m であり、車道 7 m、歩道 3 m の幅員を確保しようとするものである (図 - 8)。

新設時の設計から将来の拡幅が想定されていたため、床版横締め PC 鋼棒 (SBPR 930/1180, ϕ 26) の定着端部は、カップジョイントによる PC 鋼棒の接続が可能な構造になっていた。また、橋軸直角方向の鉄筋も、既設地覆に埋まっていた部分を曲げ延ばせば必要な重ね継手長が確保できるようになっていた。

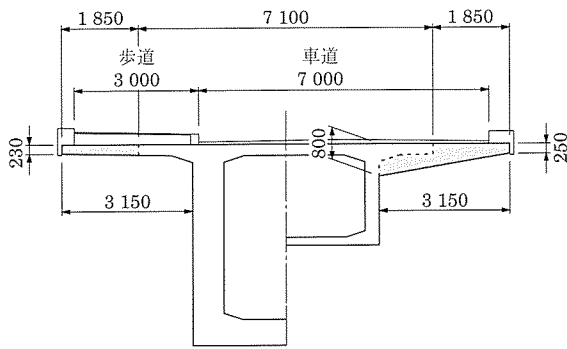


図 - 8 主桁拡幅断面図

しかし、道路構造令の改訂で当時想定していたより拡幅量が大きくなったことと、B 活荷重が導入されたことにより、単純に既設床版厚との連続で拡幅するだけでは、車道側張出し床版の固定端部で耐力不足となることが確認された。これに対応するため、今回の設計では、車道側で下面増厚構造を採用するとともに、地覆には軽量骨材コンクリートを使用することとした。

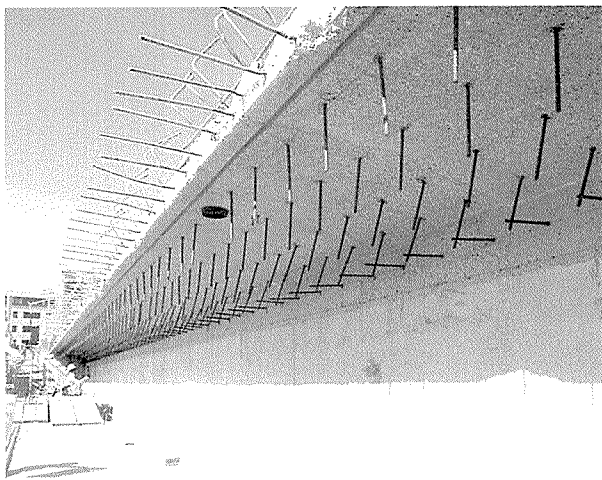


写真 - 11 打継面ジベル筋配置状況

新旧コンクリートの一体化にむけた対策としては、下面増厚部で打継面処理に加えて樹脂アンカーによるジベル筋 (D 13, 8.5 本/m²) も配置した (写真 - 11)。また、既設部との材齢差による収縮クラック発生を防止するために、使用するコンクリートは膨張材を混入した収縮補償用コンクリートとした。

4.2 移動作業車

足場設備は、地盤面から足場、支保工が組み上げられる側径間の一部を除いて改造移動作業車を使用した。これは、通常、片持ち架設に使用する移動作業車を当工事に改造したものである (図 - 9, 写真 - 12, 13)。当作業車は橋軸方向 10 m の施工範囲をカバーできる大きさを有しており、10 m ブロックを標準としたサイクル施工で拡幅工事を進めた。工事中も一般利用者に橋面上を開放し続けなければならないため、道路センター部分に通路幅を確保し、移動作業車横梁をくぐって歩行者、自転車が通行するかたちとした。橋梁下を航行する船舶への明示のために標識灯、すずらん灯なども配置した。

4.3 施工方法

まず、既設地覆を撤去し既設床版横締め PC 鋼棒の端部を研り出した。拡幅用横締め鋼棒を接続するにあたっては、

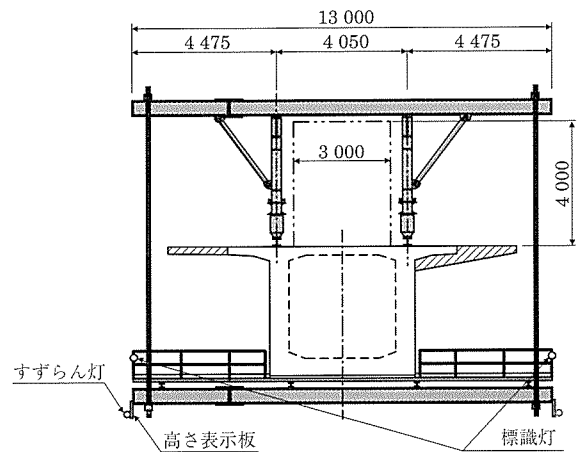


図 - 9 改造移動作業車



写真 - 12 改造移動作業車 (その 1)

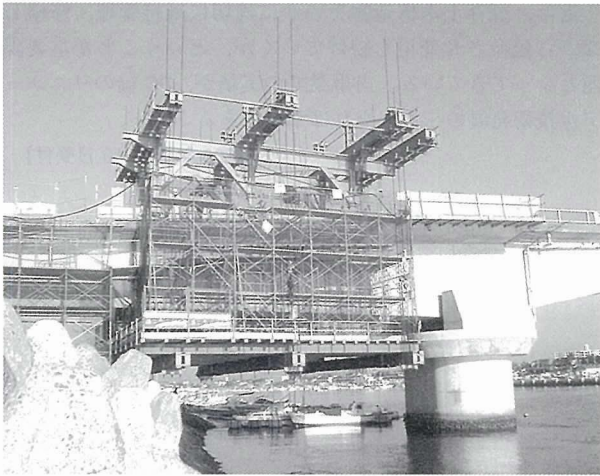


写真 - 13 改造移動作業車 (その2)



写真 - 14 拡幅コンクリート打設前



写真 - 15 下面増厚打継面 セメントミルク注入

既設鋼棒の配置誤差による角度折れに対応できるユニバーサルカップラージョイントを使用した。架橋位置が塩害環境下であることを考慮して、拡幅部に用いる鉄筋はすべてエポキシ被覆鉄筋とした。PC 鋼棒および鉄筋組立てが完了した打設前の状況を写真 - 14 に示す。

下面増厚工法では、新旧コンクリート境界面での肌離れが懸念される。当工事では、既設張出し床版に対し 1 m ピッチで $\phi 30$ mm の鉛直コアボーリングを行って打設時の空気抜き孔とした。加えて、打込み完了部の空気抜き孔からは随時セメントミルクを注入して新旧コンクリートの一体化を図った (写真 - 15)。

4.4 施工サイクル

当工事での実績による標準的な施工サイクルタイムを図 - 10 に示す。標準 10 m ブロックについての平均サイクルタイムは実稼働日数で 9 日であった。

実稼働日	1	2	3	4	5	6	7	8	9
作業車移動	■								
地覆撤去, 打継面処理 ジベル筋打設	■	■							
型枠・鉄筋・PC 組立て			■	■	■	■			
コンクリート打設						■			
養生							■	■	
PC 緊張									■
型枠解体, 作業車移動段取									■

図 - 10 主桁拡幅サイクルタイム (標準 10m ブロック)

5. おわりに

本稿では、主橋部の「主桁拡幅工事」および「中間支点部大型支取替え工事」についてのみ報告したが、東二見橋全体としては、これ以外にも「ケーソン基礎の鋼管井筒による補強」「橋脚柱の巻立て補強」「PC 桁外ケーブル補強」など、基礎工から上部工に至るまでの多岐にわたる工種を含んだ大リニューアル事業である。2005 年 3 月現在では、単純プレテンション中空床版橋部の外ケーブル補強と拡幅、アプローチ部土工事あるいは最終橋面舗装といった事業の最終局面となる工事を進めている。

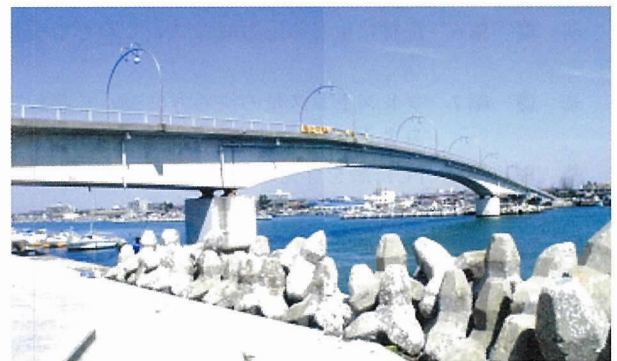


写真 - 16 着手前

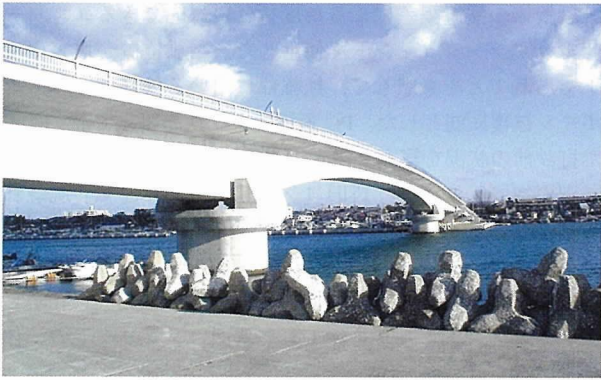


写真 - 17 完成

近年、既存土木構造物をいかに適切に維持管理、修繕しながら延命させ使用し続けていくか、ということが重要課題となってきた。当事業での実績が、PC橋のリニューアル技術発展の一助となれば幸いである。

【2005年2月10日受付】



刊行物案内

フレッシュマンのためのPC講座 プレストレストコンクリートの世界

頒布価格：会員特価 3 000 円（税込み・送料別途 400 円） ○申込み先：

：非会員価格 3 600 円（税込み・送料別途 400 円） (社)プレストレストコンクリート技術協会 事務局

体 裁：A4判，140頁

〒162-0821 東京都新宿区津久戸町4番6号 第3都ビル5F

内容紹介

TEL：03-3260-2521 FAX：03-3235-3370

＝基礎編＝

＝PC橋編＝

- 基礎 編1 PCとは何か
- 基礎 編2 PCはどんなものに利用できるか
- 基礎 編3 プレストレスの与え方について考えてみよう
- 基礎 編4 プレストレスは変化する
- 基礎 編5 荷重と断面力について考えてみよう
- 基礎 編6 部材に生じる応力度について考えてみよう
- 基礎 編7 プレストレス量の決め方について考えてみよう
- 基礎 編8 PCに命を与えるには(プレストレッシングとその管理)
- 基礎 編9 PCを長生きさせよう

- PC橋 編1 PC橋にはどんなものがあるか
 - PC橋 編2 PC橋を計画してみよう
 - PC橋 編3 PC橋を設計してみよう
 - PC橋 編4 現場を見てみよう
- ＝PC建築編＝
- PC建築 編1 PC建築とは
 - PC建築 編2 PC建築にはどんなものがあるか
 - PC建築 編3 プレキャストPC建築の設計について考えてみよう
 - PC建築 編4 PC建築でオフィスを設計してみよう
- 資 料 PCを勉強するときの参考図書
- 索 引