

(73) 日本道路公団 姫路バイパス曾根高架橋橋梁補強工事 施工報告

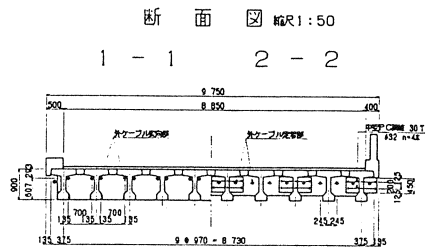
日本道路公団大阪管理局 山田 金喜  
 日本道路公団姫路管理事務所 山口 慶三  
 オリエンタル建設(株) 正会員 ○ 北川 琢也

1. はじめに

姫路バイパスは、一般国道2号の慢性的交通渋滞に対して市街地の通過交通を回避する幹線道として昭和50年に供用を開始した。供用後20年経過した橋梁では、老朽化と重交通によりジョイントに著しい損傷がみられ、発生する騒音及び走行性の改善が必要とされている。加えて近年の規制緩和措置に伴い設計荷重が見直されている。曾根高架橋橋梁補強工事は、桁連結により既設橋梁のノージョイント化を行い走行性の改善および環境改善を図り、さらに荷重増に対しての主桁補強(車両大型化への対応)を目的とした工事である。ここでは平成7年5月に完工した姫路バイパス曾根高架橋補強工事について報告する。

主桁形式	プレテンション方式単純T桁		
連結規模	4径間連結	4 @ 15.600	(上り線)
	3径間連結	3 @ 15.600	(上り線)
	6径間連結	6 @ 15.600	(下り線)
使用材料	外ケーブル	SEE F100Tタイプ	
	定着体横締	中空鋼棒 φ32 30T	
	コンクリート	定着体	$\sigma_{ck}=500\text{kgf/cm}^2$
		遊間部	$\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$

表-1 工事概要



側面図 (Side View Diagram) showing the side profile of the bridge with dimensions and labels for components like '外ケーブルの定着体' and '遊間部'. Scale is 1:50.

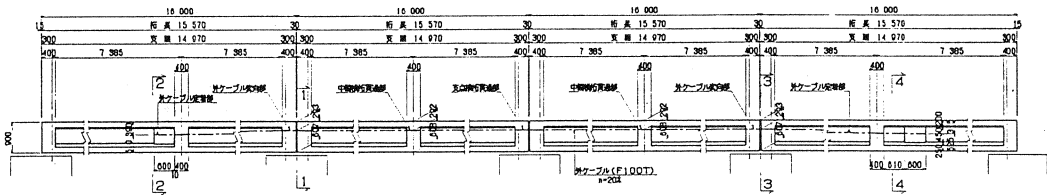


図-1 4径間連結一般図

2. 施工概要

表-1に工事概要、図-1に橋梁一般図を示す。既設橋梁のノージョイント工法としては、主桁連結工法、床版連結工法、横桁連結工法、埋設ジョイント工法等があるが、本工事では主桁の補強も含めて行うものとし単純桁の連続化をめざす主桁連結工法を採用した。主桁連結工法は、単純桁の遊間部にコンクリートを充填し、連続した外ケーブルのプレストレス導入により隣接する桁相互を結合する工法である。図-2に施工順序を示す。既設橋が、プレテンション桁であり、桁間が狭い為(桁高0.9m、桁間隔0.93m)外ケーブル定着体の形状・配置に制約を受けることとなる。また定着体緊張材が短い(約1m程度)ため、定着時のセットロスが緊張力の損失に大きく影響する。施工では緊張作業等の作業スペースの確保が難しい。以上の厳しい条件に対応して新しく開発された「アバットを必要としないプ

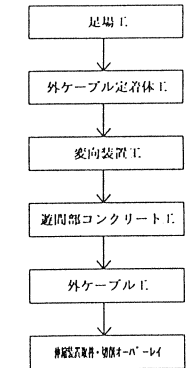


図-2 施工順序

「プレテンションシステム」である中空PC鋼棒（NAPP工法）を採用することとした。また小さい目地遊間（30mm）への充填材として高流動化超速硬コンクリートを使用した施工について述べる。

### 3. 外ケーブル定着体の施工

3.1 NAPP工法 外ケーブル定着体は場所打ちのコンクリートとして、PC鋼棒を用いて主桁に圧着する構造である。このPC鋼棒にNAPP工法（中空PC鋼棒）を使用した。現地で反力鋼棒、固定治具を組立て専用ジャッキを用いて緊張力を与えユニットとした（図-3）。緊張作業では、

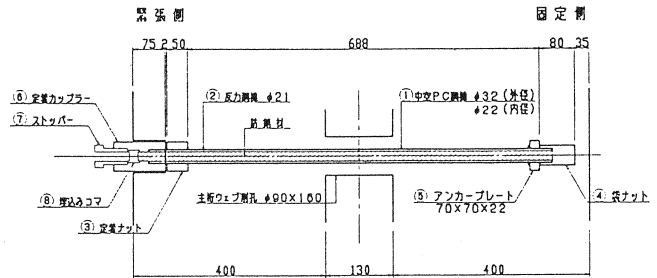


図-3 中空PC鋼棒詳細図

ロードセル・ひずみ計を使用して張力を管理した。既設桁に予め探査行い削孔した貫通孔にこのユニットを配置し、鉄筋・型枠を組み立てた。コンクリートの硬化後、固定治具を解放することで定着体にプレストレスを導入した。このNAPP工法を使用したことによる改善点を従来のPC鋼棒と比較して以下に示す。

- 1)プレテンション方式であるためセッ  
トロスがなく、ロードセル・高感度  
ひずみ計を使用して精度の高い緊張  
管理が行える。またグラウト作業、  
定着具の防錆処理が省ける。
- 2)NAPPユニットの組立緊張が、任  
意の場所で行える。緊張機器を定め  
た場所に固定でき、緊張作業を集中  
して行える。（写真-1）また反力  
鋼棒、固定治具の転用は可能である。
- 3)NAPP工法は大きい定着具を必要  
とせず小さい部材への配置が、容易  
に行える。またプレストレスの導入  
は、簡単な手動レンチによる解放作  
業のみであり、現場での管理作業を  
必要としないため、足場上での煩雑  
な作業が省略できる。（写真-2）  
NAPP工法の採用については初めて  
であるため、実物大の供試体によ  
る定着体の耐力確認試験を行い、そ  
の安全性については確認している。

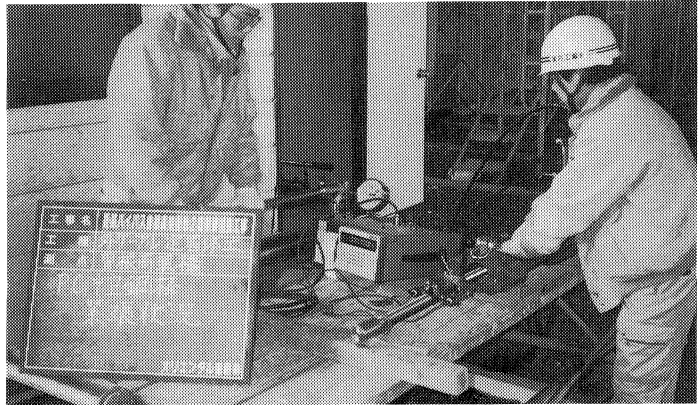


写真-1 中空PC鋼棒緊張

3.2 コンクリート 定着体のコン  
クリートは、プレテンション桁と同じ  
強度 $\sigma_{ck}=500\text{kgf/cm}^2$ （早強セメント  
）とした。通常ではこの強度のコン  
クリートの取り扱いが難しい為、高性能  
減水材を使用して流動性の高いコンクリートとした。表-2に配合を示す。

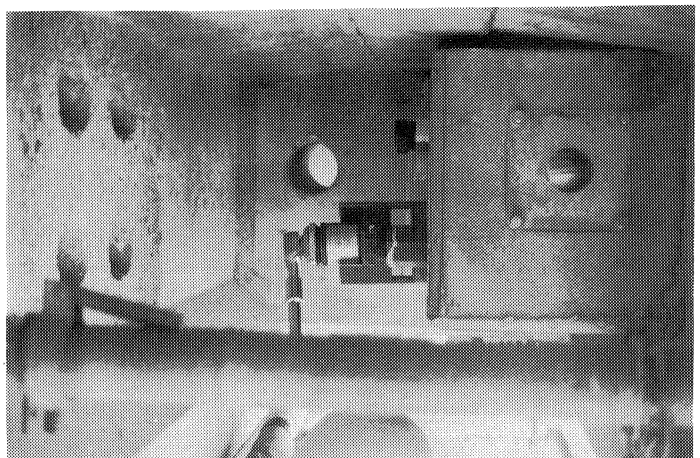


写真-2 レンチによる解放

セメント 種類	粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランブ フロー (cm)	空気量 (%)	水セメ ント比 (%)	細骨 材率 (%)	単 位 量 (Kg/m <sup>3</sup> )				
						セメント	水	細骨材	粗骨材	減水剤
早強	20	50±5	4±1	35.0	42.0	471	165	694	984	8.01

表-2 定着体のコンクリート配合表

3.3 施工 定着体と既設桁の床版の空気が小さく上面からの打設が困難である。この為、底面からコンクリートをポンプ圧送して打設し、底版に設置したコンクリートストッパーによりコンクリートの落下を保持した(写真-3)締固めは型枠バイブレーターを使用した。プレストレス導入時に中空PC鋼棒のひずみ変化を測定した結果、コンクリートの弾性変形に等しいひずみであった。このことからコンクリートと中空PC鋼棒の付着は充分確保されたと判断する。

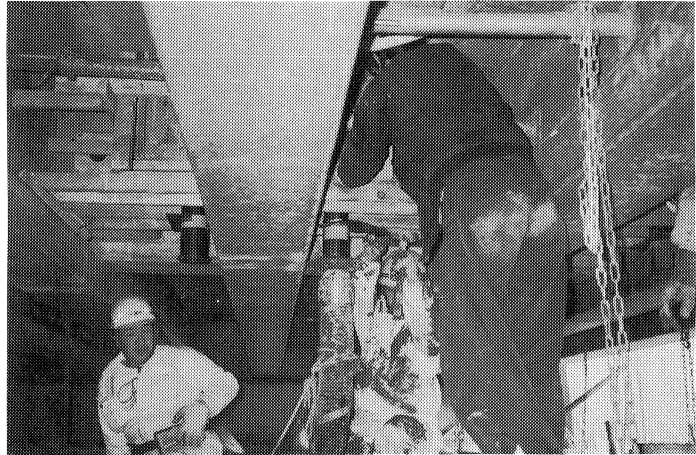


写真-3 コンクリート打設状況

4. 遊間部コンクリートの施工

4.1 埋設型枠の除去 連結部となる中間支点の遊間部にコンクリートを施工する。遊間の大きさは高さ1m幅3cm延長9mあり、建設時に型枠として使用した発泡スチロールが埋設している。この発泡スチロールは、高圧洗浄機(ジェットクリーナー)を使用しての高圧水(水圧200kgf/cm<sup>2</sup>)により取り除いた。高圧洗浄機の噴出口(ランスノズル)及び高圧管(ランス)は外径が12mmと遊間に容易に挿入できる大きさであり、高圧管は接続できる構造となっている。このことは側面から中央付近の施工を可能とし、本線の通行規制に関係なく作業ができた。除去後、広角の噴出口に取り替え、接合面の不純物の除去及び目荒らしを行った。変向部の採取したコアでは、発泡スチロールの除去ほか打継面の清掃も確認できた。高圧水により発泡スチロールは砕かれ水を含んでおり、飛散することなく回収できた。後処理にも良好といえる。

4.2 コンクリート 使用するコンクリートは、幅3cmの打設スペースから締固めが不要であることが要求される。また車両による振動の影響を受けない速硬性が必要である。試験練りの結果を基に遊間幅を考慮して最大骨材寸法を10mmとして配合した(表-3)。( )内は0/mi

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランブ フロー (cm)	水セメ ント比 (%)	細骨 材率 (%)	単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> )							
				セメント	フライッシュ	水	細骨材	粗骨材	減水剤	助剤	遅延剤
10	55±5	33.5	48.5	(149) 450	(64) 150	(201) 201	(272) 696	(289) 757	15.0	0.30	1.80

表-3 高流動化超速硬コンクリート配合表

4.3 施工 コンクリート打設は、本線の車線規制して片車線ずつ本線上から行った。ジョイントの撤去清掃を行った後、型枠を組み立てた。側面の型枠はステンレス板を使用し、車線間の仕切型枠には硬化後の脱型考慮してエアフェンス(ゴムチューブ)を用いた。底枠は作業スペースがないため、桁下から砂を詰め込み型枠として使用し、施工後洗浄機にて砂を洗い流して脱型した。コンクリートは、ジェットモビル車を配置して遊間上部より打設した。本工事の施工では、高い充填性が得られた。また打継面でのひびわれがみられず、振動の影響もなく付着が確保できたと思われる。

## 5. 外ケーブルの施工

外ケーブルは後挿入とし、変向部には予め鞘管（メッキ鋼管）を配置しておく。このためマンション部が通過できる鞘管とした。ケーブルはウィンチを使用して片側より挿入し、センターホールジャッキを用いてマンション部を定着体にセットした。外ケーブルの緊張は、片引緊張として行い、主桁1本ずつとした。外ケーブルの緊張は、主桁腹部に偏荷重を作用させない方法を取り、ジャッキを2セット準備して主桁両サイドに配置したケーブルを同時に緊張した（写真-4）。角度の大きい変向装置は、摩擦の低減を図り緊張力の垂直分力を支持できるMCナイロンを使用した。MCナイロン、スライドプレートは、ケーブル配置後緊張前に取り付けた。

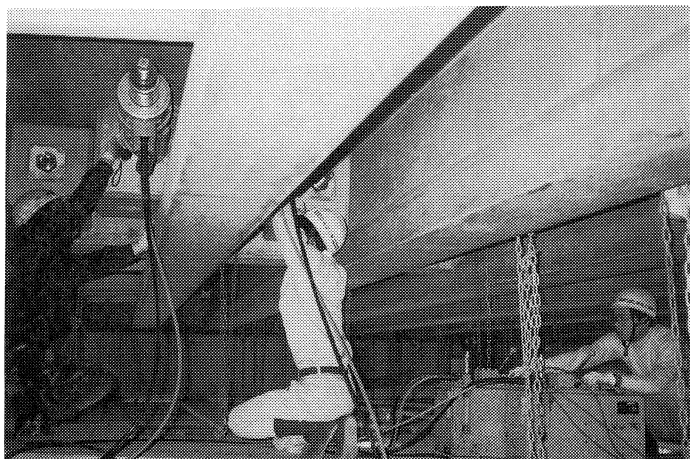


写真-4 外ケーブル緊張

## 6. あとがき

今後、主桁連結によるノージョイント化など既存の橋梁の補修・補強に外ケーブルの使用例が増加すると思われる。今回の施工では、定着体、遊間部の施工に新工法・新材料を採用して完成した（写真-5）。施工についてのまとめを以下に示す。



写真-5 完成

1) 外ケーブル定着体においてNAPP工法は短い緊張材の緊張管理を容易にし、煩雑な作業を省くことができ、現場の省力化と精度向上を可能にした。

2) 遊間部の間詰について、今回使用した高流動性超速硬コンクリートは、小さい打設スペースにも高い充填性を示した。また遊間清掃に高圧水を使用することにより良好な結果を得ることができ、さらに通行規制を最小限に留めることができた。

最後にNAPP工法については、実橋のほか供試体を製作して長期測定を継続しており、測定結果が得られれば今後の機会に報告を考えている。

### 〈参考文献〉

- 1) 日本道路公団 大阪管理局：「曽根高架橋他2橋橋梁補強工事 中空PC鋼棒による、外ケーブル定着体 オリエンタル建設株式会社： 耐力確認試験 試験報告書」1995年5月
- 2) 鈴木素彦・横田勉・手塚正道：「中空PC鋼棒を利用した新しいプレストレス導入工法」  
FIPシンポジウム 1993年
- 3) 今井昌文・横田勉・新谷教治：「アバット装置を必要としない新しいプレテンション方式についての概要」  
プレストレストコンクリートシンポジウム 1994年