

(52) 土山橋(外ケーブル併用連続ラーメン箱桁橋)の施工

日本道路公団 大阪建設局 大津工事事務所 宮澤 敏孝
 同 上 松井 欣嗣
 オリエンタル建設・日本ピーエス共同企業体 正会員 宮本 克
 同 上 正会員 ○中安 義顕

1. はじめに

土山橋は、現在建設が進められている第二名神高速道路のうち、滋賀県と三重県との県境にある滋賀県土山町に位置し、国道1号、河川、町道を跨ぐ橋長510mのPC7径間連続ラーメン箱桁橋である。

架設工法は、A1～P2の2径間においては、支柱式固定支保工による場所打ち工法を採用し、国道、河川、町道を跨ぐP2～A2の5径間においては、地形や環境条件に左右されない移動作業車(以下、ワーゲンという)を用いた片持ち張出し架設工法で行った。

本橋では、主方向は内・外ケーブルの併用、すなわち架設時ケーブルに内ケーブル、完成時の連続ケーブルに外ケーブルを使用することにより、部材断面の縮小を図り軽量化・コスト節減、コンクリート打設・PC鋼材配置等の作業性・施工性の向上を図っている。また横方向の床版横締め鋼材は、現場でのグラウト作業が不要で省力化および品質の向上が図れるプレグラウトPC鋼材を採用している。

本稿はこのような条件のもとで、施工された土山橋の施工概要を報告するものである。

2. 橋梁概要

土山橋の橋梁概要を以下に示す。また主要数量を表-1に、完成状況を写真-1に、全体一般図を図-1に、施工順序図を図-2に示す。

工事名：第二名神高速道路土山橋(PC上部工)工事

橋種：プレストレストコンクリート道路橋

構造形式：PC7径間連続ラーメン箱桁橋

橋長：510m(下り線)

支間：34.6m+36.0m+59.0m+105.0m
 +110.0m+105.0m+57.6m

幅員：全幅17.41m,有効16.50m

平面線形：R=14991～R=8000

勾配：縦断2.0%,横断2.5%

表-1 主要数量

種別	仕様	単位	数量	摘要
コンクリート	$\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$	m ³	7483	橋体
	$\sigma_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$	m ³	465	地覆・壁高欄
鉄筋	SD345	t	1024	
PC鋼材	SWPR19 1S28.6	kg	56548	横締
	SWPR7B 12S12.7	kg	256140	縦締内ケーブル
	SWPR7B 12S15.2	kg	35114	縦締外ケーブル

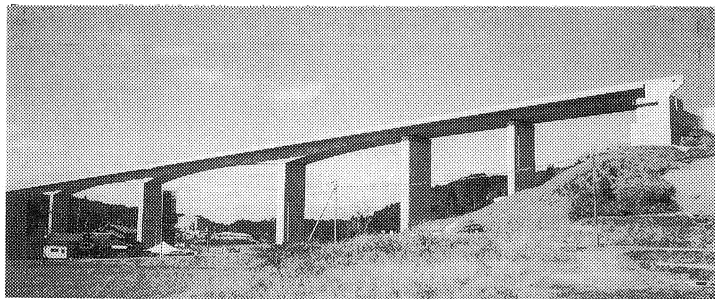


写真-1 全 景

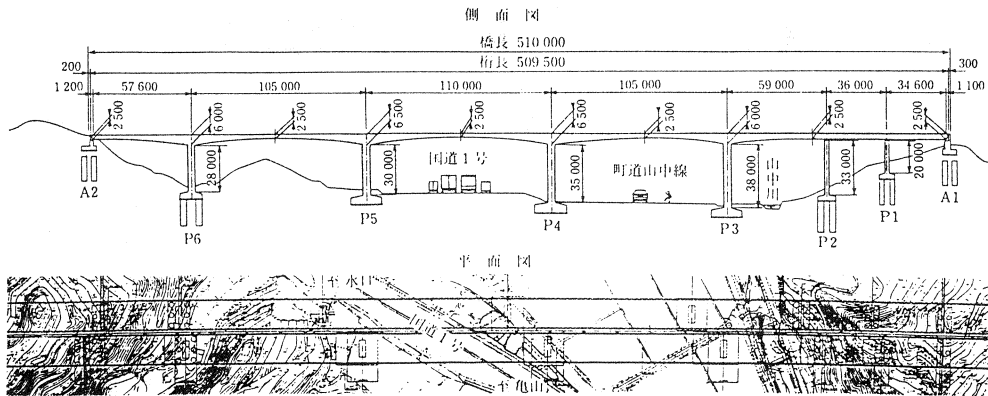


図-1 全体一般図

3. 構造概要

3.1 上床版寸法および床版横締め鋼材の選定

本橋の主桁断面は2室箱桁であり、床版支間は約5mである。上床版寸法および床版横締めPC鋼材は、橋軸方向鉄筋、コンクリート体積を考慮した上で、最も経済的で断面性能に優れた寸法構成およびPC鋼材(プレグラウトタイプ 1S28.6, 配置間隔 667mm)を選定した。(図-3, 写真-2)。ただし、プレグラウトタイプPC鋼材採用に際して、充填樹脂が温度履歴硬化特性を有しているため、施工において厳密な温度管理が必要であると思われる箇所(柱頭部, 支点横桁等)は、従来どおりグラウトタイプの 1S28.6 を採用した。

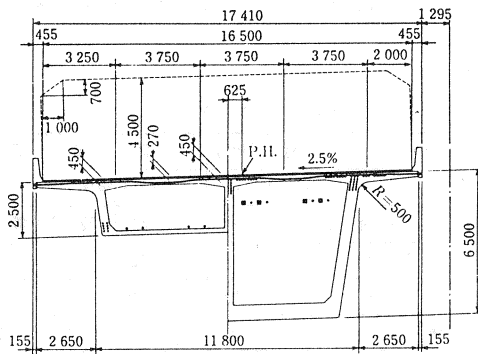


図-3 標準断面図

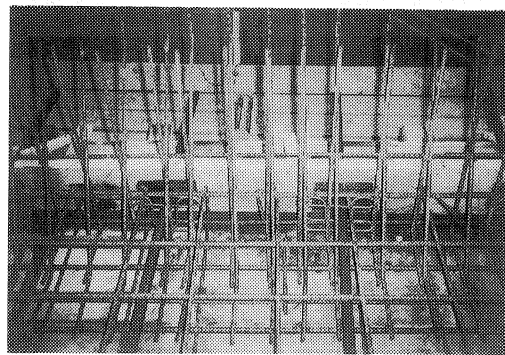


写真-2 プレグラウトPC鋼材

3.2 内・外ケーブルの比率および配置区間

本橋は、ワーゲンをういた片持ち張出し架設工法で施工されるため、架設ケーブルについては内ケーブルのみでの施工とした。橋体完成以降の荷重については、当初設計では、すべて外ケーブルで負担させる計画であった。しかし、クリープ・乾燥収縮や温度・地震の影響による曲げモーメントの分布形状は、死荷重・活荷重の分布形状と大きく異なるため、配置形状に制約を受ける外ケーブルで負担させるより内ケーブルの方が経済的であると判断した(表-2)。

表-2 内・外ケーブルの分担

荷重種別	当初設計	変更設計
主桁自重	内	内
橋面荷重	外	内
クリープ・乾燥収縮	外	内
温度・地震の影響	外	内
活荷重	外	外

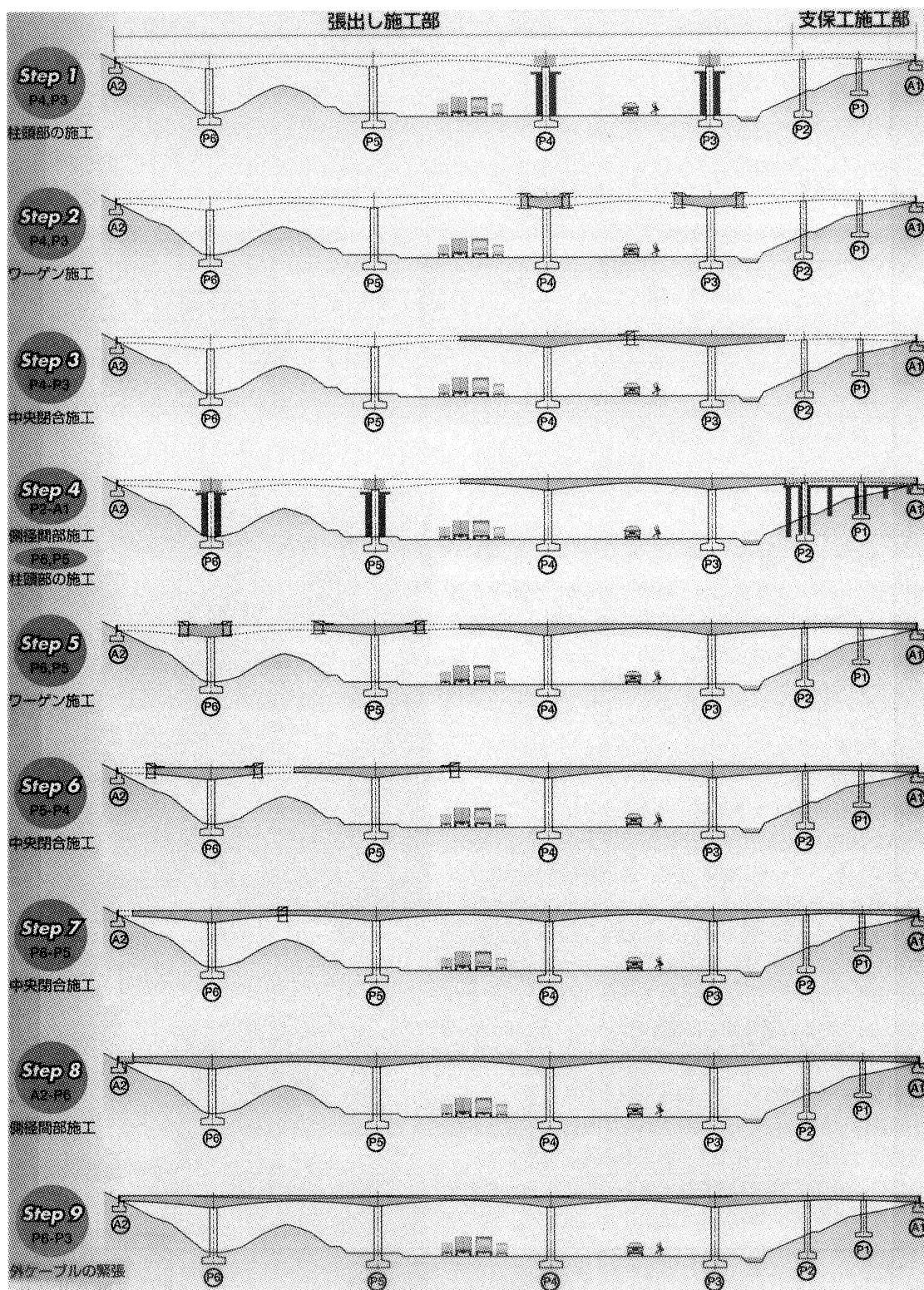


図-2 施工順序図

また、外ケーブルの配置区間については、当初設計では、全径間にわたり外ケーブルを配置する計画であった。しかし、外ケーブルは主桁との付着がないため、破壊抵抗曲げモーメントが低減する。このため側径間にあたる A1 ～ P3 径間と P6 ～ A2 径間は、すべて内ケーブルで負担させた方が経済的であると判断した（図-4）。

以上の変更により、当初設計と比較して、内ケーブルは6%増加したが、外ケーブルは60%減少させることができ、総額として約7%のコスト縮減につながった（表-3）。

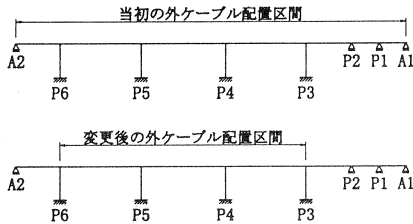


図-4 外ケーブル配置区間

表-3 縦締めPC鋼材の数量増減

(単位: kg)

種別	仕様	当初設計	変更設計	摘要
内ケーブル	12S12.7B	241 641	256 140	
外ケーブル	12S15.2A	88 854	---	グラウトタイプ
	12S15.2B	---	35 114	アンボンドタイプ

4. 施工概要

4.1 柱頭部の施工

柱頭部の施工は、通常、橋脚高さが30～40mの場合、H鋼ブラケットによる施工が一般的であるが、熟練技能者の不足、工期短縮、省力化および第三者への安全性を考慮し、安全で簡単な定地式支保工によって行った。支保工はユニット化されたマルチベントと呼ばれる、あらかじめ昇降タラップ、作業床、手すりを組み込まれているものを使用した（写真-3）。

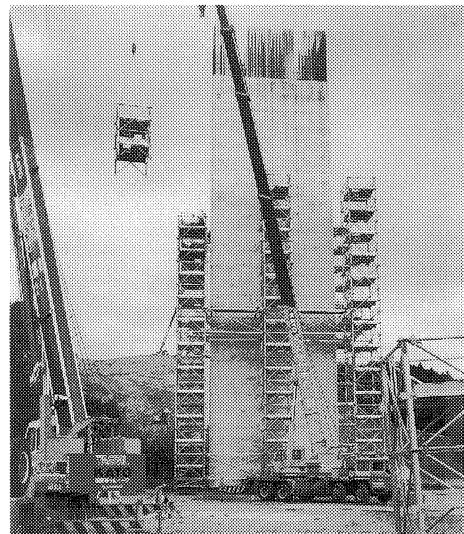


写真-3 マルチベントの組立

4.2 片持ち張出し施工

本橋は主桁断面が2室箱桁であるため3フレームの中型ワーゲンをを用いて、施工ブロック長さを2.5～4m程度として施工した。ワーゲンの組立は、高所作業を極力さけるため、地上で下部作業台を組み立て、外周足場、底型枠、側型枠などをできるだけ組み込んだ状態にして、上部横梁に吊した4台の20t電動チェーンブロックで一括吊り上げ方式によりリフトアップを行った（写真-4）。吊上げ全重量は約60tである。解体時も同様に電動チェーンブロック4台にて一括吊り下げ方式によりリフトダウンし、地上で下部作業台等の撤去を行った。国道上空を通過するワーゲンの作業床は、鋼梁部材上に敷設された足場板上にシート防水を施した。施工中に発生する施工水および雨水等のワーゲン内の水処理については、作業床の一箇所に集水ますを設置し既設主桁ボックス内にポンプアップして、仮排水装置により橋脚下の排水溝へ流出させた。

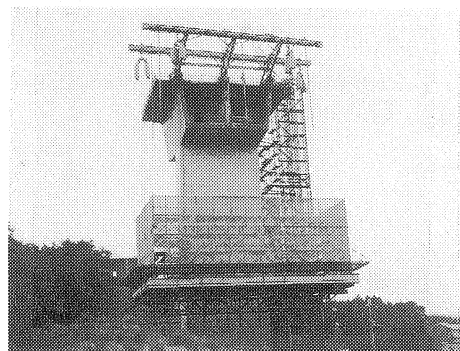


写真-4 作業床リフティング

4.3 外ケーブルの施工

本橋では、現在までの外ケーブル構造の施工実績を踏まえ、かつ現場での省力化・品質向上およびコスト削減を目指して、以下に示す構造を採用し施工を行った。

(1) PC鋼材

ロングラウトタイプのプレファブケーブルとして開発されたアンボンドマルチケーブル 12S15.2B を採用した。設計に用いた摩擦係数は PE/SETRA の基準¹⁾を参考にし、 $\mu = 0.05$ 、 $\lambda = 0.001$ を見込んだ。ケーブルの配置は、工場アンボンド加工されたケーブルをコイル上に巻き取ったものを現場に搬入し、橋面上にセットしたターンテーブルからインバーター付きの 1t ウィンチでボックス内に引き込み、所定のケーブル形状を保持するため 2～3 m ピッチに設置しておいた支持足場上に仮配置を行った(写真-6、7)。

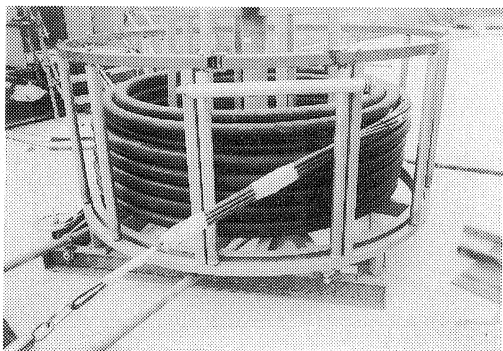


写真-6 外ケーブルの挿入

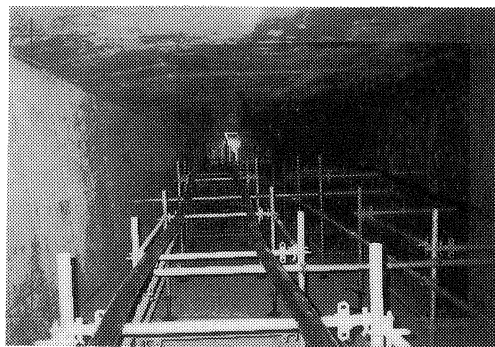


写真-7 外ケーブル仮配置

(2) 定着具

柱頭部横桁を定着体とし、適切な補強鉄筋を配置することにより従来どおりの 12S15.2B 用アンダーソンチャック式定着工法(AL320T)を採用した。

(3) 偏向部および定着部保護管

偏向部は、1 径間あたり 2 カ所とし、厚さ 65cm の中間隔壁をもってこれを兼用した。堅固に緊張材を保持し、また緊張材の引張力が主桁に十分に伝達されるように補強鉄筋を配置したため、保護管には曲げ加工したディアポロ型防錆鋼管(SGP 100A $t = 4.5$)を直接隔壁に埋め込む方式を採用した(写真-8)。定着部保護管も同様に、厚さ 4 m の柱頭部横桁内の所定の位置に防錆鋼管を配置し堅固に固定した(写真-9)。定着具保護管内の防錆材については、ケーブル交換を考慮しないためノンブリーディング・粘性型のグラウトを充填した。



写真-8 外ケーブル偏向部

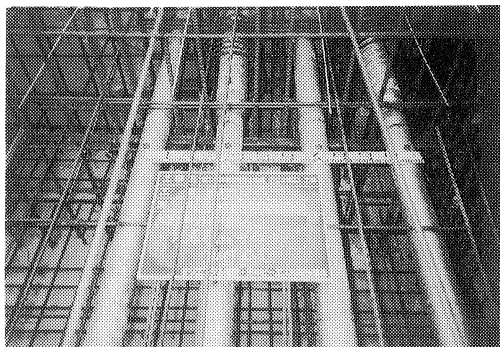


写真-9 外ケーブル定着部

(4) 緊張管理

外ケーブルの緊張管理は、PC技術協会発行の「外ケーブル構造・プレキャストセグメント工法 設計施工基準(案)」³⁾に基づき、緊張力と伸び量(±5%)の管理とした。本橋の場合、外ケーブル長が100m以上と長く設計伸び量は700mm以上となる。また最終緊張力カノメータ示度は470kgf/cm²である。通常、試験緊張における最終緊張力カノメータ示度は350kgf/cm²であり、この時のケーブル伸び量は500mm程度と推定される。本橋で使用する緊張ジャッキのストロークは200mmであり、試験緊張を行う有意性がないと判断し、1スパンに配置される外ケーブルは8本(全本数=3スパンで24本)であり、その半分の4本を μ 管理により本緊張することで μ 値を測定し、4本の平均 μ 値($\bar{\mu}=0.12$)を使用して再度緊張計算を行い、上記の±5%の伸び管理を行った。

4.4 国道交差点部への対応

P4, P5 橋脚の張出し施工に伴う国道1号への対応は、①隣接する作業(柱頭部の施工に伴う支保工組立・解体およびワーゲンの組立・解体)時には、路肩側1車線を一時的に規制することにより安全を確保した。②上空を占有する作業(ワーゲン施工および壁高欄施工)時には、通常の本体作業時は落下物影響線の範囲をアサガオにて全周防護するため交通規制は行わず、ワーゲンおよび壁高欄施工用ゴンドラの移動は、より一層の安全を確保するため13時~15時の間に約1分間の通行止めを数回行うことにより、車両あるいは人の通行がないことを確認のうえ実施した(写真-10)。

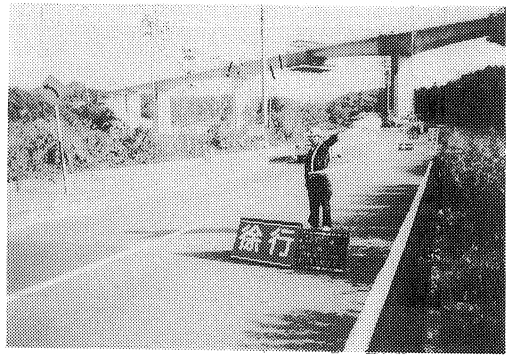


写真-10 国道上のワーゲン移動

5. おわりに

本橋は、主方向には内・外ケーブル併用方式を採用し、横方向にはプレグラウト鋼材を採用するなど、コスト節減、高品質、省力化、工期短縮、維持管理の軽減等に多少なりとも貢献できたものと考えている。また、施工を極力単純化することで、熟練技能者の不足を補い工事の安全性も確保できた。

最後に、本報告が同種橋梁の参考の一助になれば幸いであり、また本橋の施工にあたって多大なるご協力とご助言を賜りました関係各位に、平成11年2月に無事竣工を迎えられましたことをご報告申し上げますとともに、紙上をお借りして厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) (社)プレストレストコンクリート建設業協会：PC橋の新しい構造事例に関する研究報告書(外ケーブルの有用性と適用に関する調査検討)，1993.3
- 2) (社)プレストレストコンクリート技術協会：外ケーブル・プレキャストセグメント工法設計施工基準(案)，1996.3
- 3) 宮澤，松井，宮本，中安：土山橋の施工(外ケーブル併用PC7径間連続ラーメン箱桁橋)，プレストレストコンクリート，Vol.41，No.2，pp.77～82，1999.3