

西平尾高架橋の施工

(株)富士ピー・エス 名古屋支店 正会員 ○ 吉田 賢史
 日本道路公団 中部支社 酒井 修平
 日本道路公団 中部支社 森 航
 (株)富士ピー・エス 名古屋支店 正会員 八木 洋介

1. はじめに

西平尾高架橋は、第二名神高速道路の亀山東ジャンクションから鈴鹿トンネルの間に位置し、ゴルフ場内の丘陵を横断する橋長 426m の PC10 径間連続箱桁橋である。隣接するゴルフ場や付近に生息する希少生物に配慮し、工事騒音の低減、現場工期の短縮、桁下の自然環境の保全などから、PCプレキャストセグメント橋を採用した。本文では、本橋の工事から施工上の創意工夫した点について報告し、さらに本工事を通じて今後のPCプレキャストセグメント橋の適用性について考察する。

2. 工事概要

構造形式：PC10 径間連続箱桁橋

施工工法：プレキャストセグメント工法

架設工法：スパンバイスパン工法

橋 長：426.000m

全 幅 員：単一断面 22.800m

：分離断面 11.300m

有効幅員：10.850m

平面線形：上り線 A=1000~R=5000~3495~3500

下り線 R=∞~3505~3500

縦断勾配：上り線 $i=2.000\sim 3.000\%$

下り線 $i=3.000\%$

横断勾配： $i=2.500\%$

支 間：上り線 42.800+43.500+2@43.000+3@45.000+2@40.000+37.300 (m)

：下り線 37.300+40.000+6@45.000+40.000+37.300 (m)

主要材料：表 - 1 参照

表 - 1 主要材料

コンクリート	$\sigma_{ck}=50N/mm^2$	m^3	5,997	
鉄 筋	D13	t	181	SD345
	D16~D25	t	1,043	SD345
P C 鋼 材	PC網より線 (IS21.8)	t	87,360	セグメント部 (インデント加工)
	PC網より線 (IS28.6)	t	14,535	場所打ち部 (プレグラウト)
	PC網より線 (IS15.2)	t	202,383	外ケーブル (エポキシ被覆)
架設セグメント数	L=1.4m~1.9m	個	437	

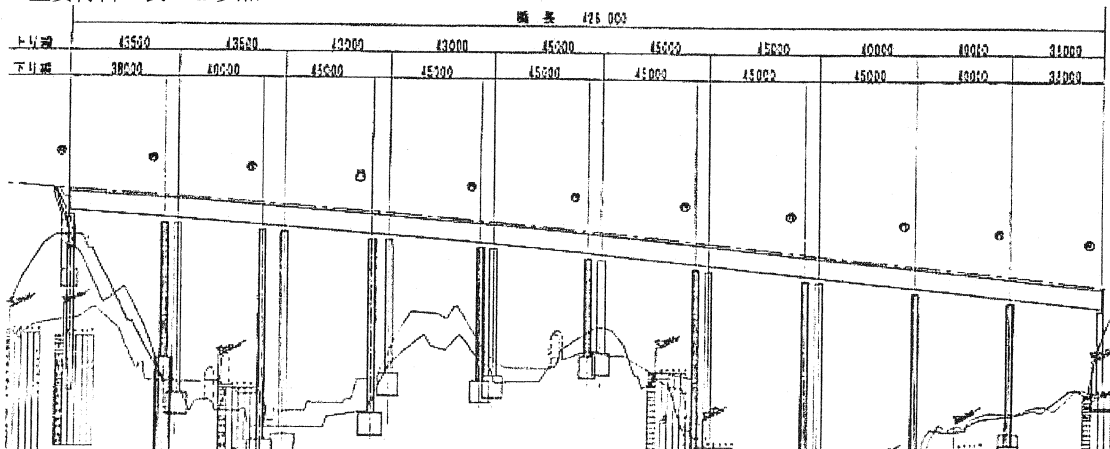


図 - 1 側面図

3. 施工概要

3.1 施工フロー

本橋のセグメントは、全数で437個(最大23個/径間)である。一連の施工フローを図-2に示す。

3.2 工場製プレキャストセグメントの製作

本橋のセグメントの製作は、用地的な制約などにより、架橋地点付近に製作ヤードを確保すること困難であったことから、工場製作を採用した。工場でのセグメントの製作は、製作設備が小規模なショートラインマッチキャスト方式を採用し、さらに床版横組みにインデント(凹凸)加工したPC鋼材を使用したプレテンション方式を採用し、製作工期の短縮、省力化を図った。製作設備は、工場敷地内に型枠装置2基が配置できる製作ヤードを設け、さらに架設工程から算出し約150個のセグメントが仮置き可能なストックヤードを設けた。型枠装置はプレテンション方式に対応するため、従来のショートラインマッチキャストの設備にプレテンション装置を備えたものとした(図-3)。これらの諸設備でのセグメント製作能力は、1セグメント/型枠/日となった。

全断面のセグメントをショートラインマッチキャスト方式で製作する場合、製作したセグメントの端面を次のセグメントの型枠として用いるため、各セグメントの製作誤差が累積し、橋全体の出来形に大きく影響するため、セグメントの製作精度を可能な限り向上させる必要がある。誤差の要因には、①型枠の固定不備や計測などの人為的なミス、②コンクリートの水和熱や乾燥収縮によるセグメントの変形(図-4:以下バナナ変形という)などが考えられる。そこで本工事では、以下の対策を行った。

- (1) セグメントの出来形計測頻度の増加(型枠セット時、コンクリート打設後、セグメント切離し前)
- (2) バナナ変形の影響について解析・実測による確認
- (3) バーコードスタッフによる測量ミスの防止
- (4) ジャーナルジャッキによる型枠の固定、ゲビンデスターブや支柱によるOLDセグメントの傾き防止

また、横締めPC鋼材の緊張管理については、伸びと緊張力の測定をパソコンにより自動化し、グラフ管理との併用により緊張力不足がないことを確認した。

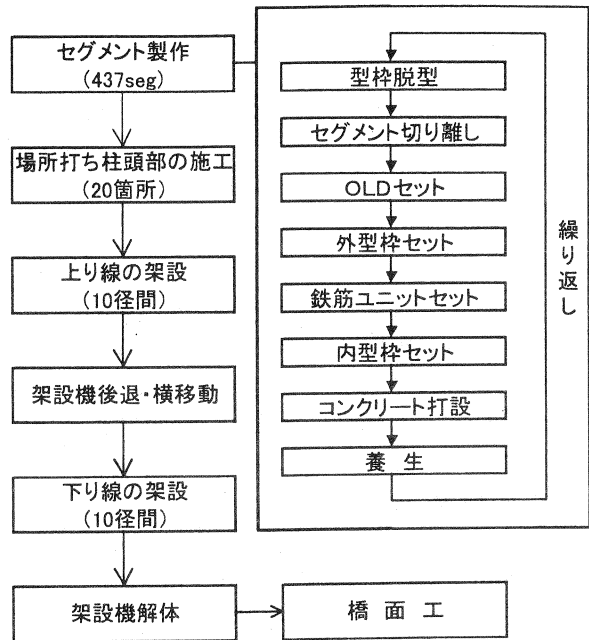


図-2 施工フロー

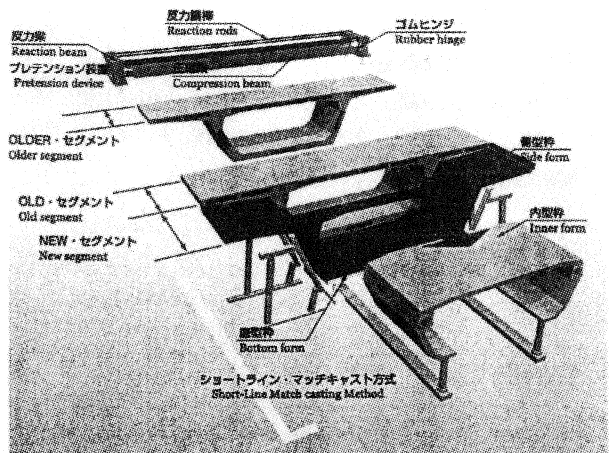


図-3 セグメントの製作設備

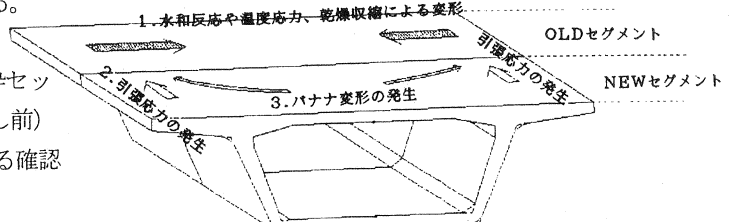


図-4 バナナ変形概念図

3. 3 柱頭部の施工

本橋の柱頭部は、PC鋼材が定着する横桁等のためセグメント重量が大きくなることから、場所打ち工法を採用した。柱頭部の施工は、工場製作されたセグメントの寸法データを基に据付高を決定し、施工を行った。

3. 4 セグメントの輸送

工場で製作されたセグメントは低床トレーラーにより約 50 km 離れた架設地点へ一般道を通行し輸送する。一日の搬入台数は、周辺住民への配慮と施工能力を考慮して最大 12 台とした。

3. 5 山間部におけるセグメントの架設

本橋のセグメント架設は、架橋地点が山間部という地形条件から、従来工法のように桁下からセグメントを吊込むことができない。そこで本工事では、橋面上からセグメントの取込み、所定の位置にセットできる架設機(架設機重量 470 t)を用いたスパンバイスパン架設工法を採用した。本橋におけるスパンバイスパン架設のサイクル工程を表-2に示す。

表-2 スパンバイスパン架設サイクル工程

	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日
仮吊り工	■	■					
接合工			■	■			
ケーブル挿入工				■	■		
無筋コンクリート打設					■	■	
ケーブル緊張						■	■
架設機移動工							■

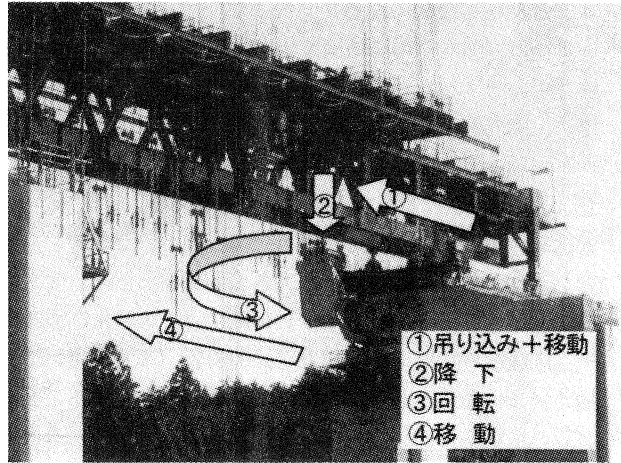


写真-1 セグメントの架設状況

(1) セグメントの取込みと移動

セグメントの取込み、移動は、架設機に付属した2種類の吊上げ装置(回転と軸方向移動用)により、橋面上からのセグメント搬入を可能とした。写真-1に示す①~③の作業工程を回転用の吊上げ装置で行い、軸方向移動用の装置に吊替え、所定位置まで移動させた。

(2) セグメントの接合

セグメント接合は桁下を施工空間として使用できないため架設機に付属した作業台車から接着剤を塗布した。また、塗布は接着剤の飛散防止のため、手塗りによる作業とし、周辺の環境保全に配慮した。

(3) プレストレッシング

外ケーブルは、エポキシ被覆タイプの 19S15.2 を採用した。1 径間あたりのケーブル本数は標準スパンで 12 本(最大 14 本)、その内訳として、2 径間連続ケーブルが 4 本、1 径間スパンケーブルが 8 本の構成となっている。ケーブルの挿入は、架設機後方の橋面上よりインバーター付きウィンチを利用して行った。

調整目地部(図-5)の施工は、コンクリートの収縮を防止するために膨張材入りのコンクリートを使用した配合表を表-3に示す。冬期では断熱材と電熱線入り養生マットの使用など、強度発現期間の短縮を図り工程を円滑に進めた。

表-3 目地部コンクリートの配合

W/C(%)		35.0
S/a(%)		38.5
単位量 (Kg/m ³)	水	160
	セメント	422
	細骨材	648
	粗骨材	1060
	混和材(膨張材)	35
混和剤(g/m ³)		3428
スランプ(cm)		18.0
粗骨材の最大寸法(mm)		25

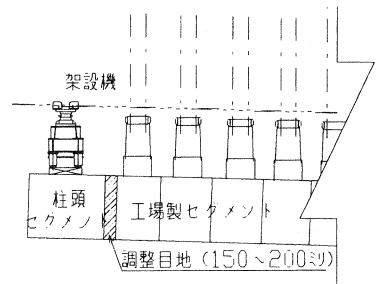


図-5 調整目地部

PC鋼材緊張は、偏向部(デビエーター)の負担を軽減するため、ウェブ近くに配置されたケーブルからとし、緊張ジャッキの盛換えが円滑に行える順序でプレストレスングを行った。

本橋では、セグメントの軽量化や施工性の向上から全外ケーブル方式を採用しており、局部的な緊張力の過不足はセグメントの接合等の問題となるため、所定の断面に設計どおりプレストレスが導入されているか確認する必要がある。本工事では、①PC鋼材緊張時と②架設機からの荷重解放時(死荷重時)に、主桁が応力変動することに着目し、設計どおり所定の断面にプレストレスが導入されていることを、実橋の主桁にひずみ計と変位計を設置し、計測することにより確認した。また、工事完成後に走行載荷試験を行い、主桁とケーブルの固有振動および主桁のたわみを測定し、解析値との比較を行い、構造物全体の安全性を検証した。

4. 西平尾高架橋にみるプレキャストセグメント橋の将来展望

本橋は、国内初の全断面工場製プレキャストセグメント工法と橋面上からセグメントの搬入が可能な架設機を用いたスパンバイスパン架設工法を採用した工事である。本橋の施工により、プレキャストセグメント橋が山間部等の桁下条件に制約されず施工できることが実証された。しかし、本工事では、結果として同条件下で施工できる従来の他の工法と比較して、期待していたほど大きくコスト縮減は図ることができなかった。今後の課題としては、計画から施工を通じた更なるコスト縮減策が挙げられる。セグメント長や重量は、輸送条件から制限されており、1径間当りのセグメント数・製作日数、製作精度や品質管理のための検査頻度、セグメント運搬費などに大きく影響するため、セグメント長を大きくすることでさらにコスト縮減が図ることができると思われる。具体的には、軽量化を図る構造(ケーブル定着具や偏向具の軽量化や現場施工化、床版後打ち構造の採用など)や材料(高強度コンクリートや軽量コンクリートなど)の採用や、輸送機械の軽量化などがある。今後、これらを具体化することにより、中小規模の橋梁でも経済性が図れ、更なるプレキャストセグメント橋の適用範囲の拡大ができると思われる。

5. おわりに

プレキャストセグメント工法は、品質・耐久性の向上や環境保全、現場工期の短縮、省力化が図れる工法として近年広く普及してきている。本工法は、労働人口・熟練技術者の減少により、建設時だけでなくライフサイクルコストの削減が要求される社会情勢下において、今後さらに期待される工法である。本工事は、山間部という地形条件において本工法を採用した橋梁であり、様々な新たな取組みを行い工事を完成させ、今後のプレキャストセグメント橋、スパンバイスパン架設工法の適用範囲の拡大と言う意味で大いに貢献したと思われる。本報告が、今後のさらにより良い橋梁建設事業の参考となれば幸いである。

最後に、本橋の工事に際し、適切な助言ならびにご協力頂いた関係各位の皆様に、この場を借りて深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 八木・池田・五藤・潮田：西平尾高架橋の設計、プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集、2001.11
- 2) 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) 平成8年3月
社団法人 プレストレストコンクリート技術協会
- 3) PC橋の耐久性向上に関する設計・施工マニュアル(案) 平成13年2月
財団法人 高速道路技術センター
- 4) Carin Roberts・John Breen・Michael Kreger, Temperature Induced Deformations in Match Cast Segments, PCI JOURNAL July-August 1995 P62-71
- 5) Segmental Box Girder Standards AMERICAN SEGMENTAL BRIDGE INSTITUTE