

弥富高架橋の設計・施工 —プレキャストセグメント箱桁橋—

森山 陽一*1・松田 耕一*2・太田 博史*3・加藤 正和*4

1. はじめに

弥富高架橋は、第二名神高速道路鍋田IC付近(図-1)に建設されている、プレキャストセグメント工法による全長1.5kmのPC連続箱桁橋である。本工事は本線橋上下6連、ランプ橋2連で、セグメント製作をショートラインマッチキャスト方式で平成9年4月より開始し、平成10年12月末現在、総数1288個のうち1214個の製作を完了している。また平成10年5月よりスパンバイスパン架設を鋭意施工中であり、12径間の架設が完了している。本稿は、本橋の施工について述べるとともに、プレキャストセグメントによる拡幅部の設計・施工について報告するものである。

2. 工事概要

本橋の工事概要を以下に示す。標準セグメント概要図を図-2、全体平面図を図-3に示す。

工事名：第二名神高速道路 弥富高架橋(PC上部工)工事
 構造形式：PC12径間+PC11径間+PC7径間連続箱桁橋(上下線)、PC3径間連続箱桁橋(A・Dランプ)
 橋長：1519m(本線橋)、147m(ランプ橋)
 橋面積：44471m²(本線橋)、2058m²(ランプ橋)
 線形：平面線形 R1500~R4000
 縦断線形 0.3%~1.5%
 横断線形 0.08%~4.00%
 工期：平成8年7月26日~平成11年12月7日
 施工方法：製作工法 ショートラインマッチキャスト方式
 架設工法 スパンバイスパン架設、張出し架設
 主要材料：表-1参照

3. セグメントの製作

製作・ストックヤードは架橋位置の西端に近接した場所であり、ヤード面積は約8万m²であり、大別して製作ヤードが

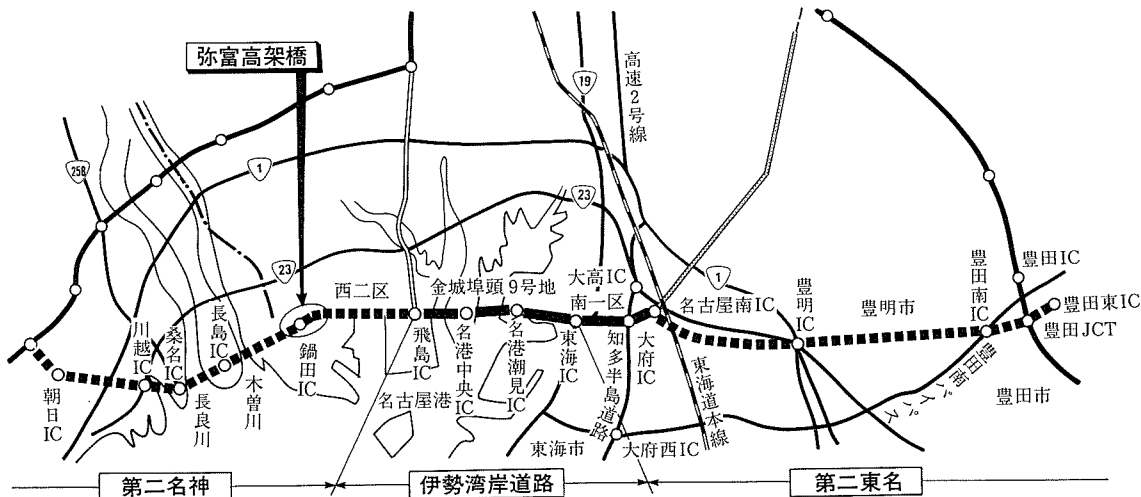
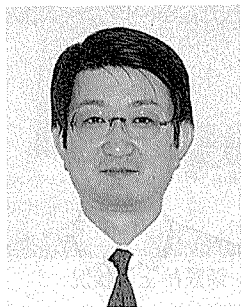
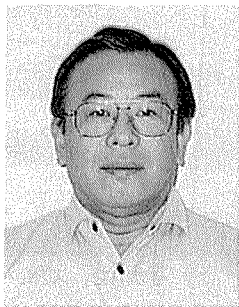


図-1 位置図



*1 Yoichi MORIYAMA

日本道路公団名古屋建設局
名古屋工事事務所 工事長



*2 Koichi MATSUDA

オリエンタル・ピーエス・安部JV
所長



*3 Hiroshi OTA

オリエンタル・ピーエス・安部JV
副所長



*4 Masakazu KATO

オリエンタル・ピーエス・安部JV
副所長

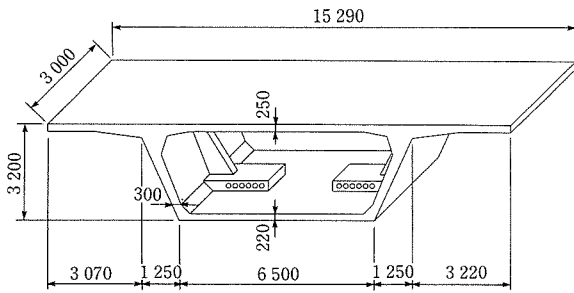
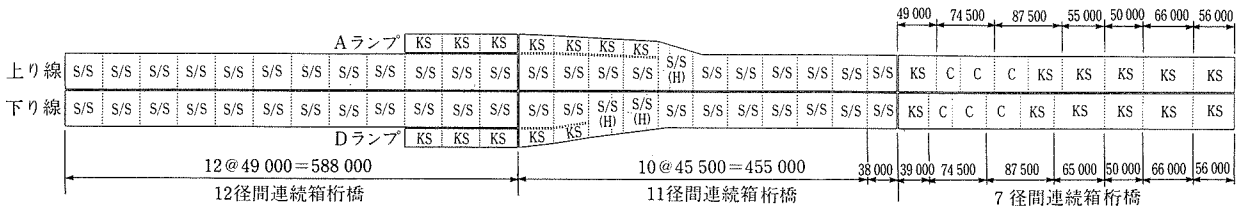


図-2 標準セグメント概要図

表-1 主要材料表

項目	仕様	単位	数量	摘要
コンクリート	$\sigma_{ck} = 50\text{N/mm}^2$	m ³	33 126	早強コンクリート
	〃	m ³	225	ファイバーコンクリート
鉄筋	SD345	t	4 803	
P C 鋼材	12S15.2	kg	387 931	内ケーブル
	19S15.2	〃	731 849	外ケーブル
	1S28.6	〃	459 711	床版横締め
	φ 32	〃	23 010	ピアセグメント鉛直鋼棒
セグメント数		個	1 288	

P4 P5 P6 P7 P8 P9 P10 P11 P12 P13 P14 P15 P16 P17 P18 P19 P20 P21 P22 P23 P24 P25 P26 P27 P28 P29 P30 P31 P32 P33 P34



施工方法

- S/S : エレクションガーダー(ハンガー形式)による、スパンバイスパン工法
- S/S(H) : エレクションガーダーによる、変則(2分割)スパンバイスパン工法
- C : 張出し架設機による、バランスドカンチレバー工法
- KS : 固定支保工による、スパンバイスパン工法

図-3 全体平面図

約1.5万m²、ストックヤードが約6.5万m²である。

セグメントの製作工法は、ショートラインマッチキャスト方式であり、径間部セグメントを3基の設備、ピアセグメントを1基の設備で製作している。また、デビエーターを分散配置することにより型枠形状の統一化を図ったこと、また鉄筋には工場でスポット溶接によりユニット化されたメッシュ鉄筋を採用したこと等により、径間部セグメントは製作設備1基あたり1日1個のセグメント製作を可能にした。

デビエーターについては、実物のセグメントを3個製作して破壊耐力試験、メッシュ鉄筋については、疲労試験を実施し、破壊耐力、疲労強度の確認をした。

床版横締めPC鋼材はポストテンション方式を採用した。使用鋼材は1S28.6mmとし、拡幅部等を除きグラウト作業が不要となるプレグラウトタイプを採用している。

セグメントの形状管理は、移動台車に組み込まれた鉛直、水平ジャッキでOLDセグメントを3次的に変化させて、NEWセグメントの製作を行うことにより、架設後のセグメントの橋面線形は道路線形に合致する形状となるようにセグメントを製作している。

4. セグメントの架設

4.1 架設概要

セグメントの割付けは一般道を特殊トレーラーで運搬する制約から最大重量80t、最大長さ3.0mとした。ピアセグメントは重量の制限より2分割とし、架設時に橋脚上で一体化する。このためセグメント内に埋め込まれるゴム支承のソールプレートを2分割する構造とした(写真-1)。

本工事では、架設条件、工期、および経済性から、架設桁によるスパンバイスパン架設を基本として、張出し架設

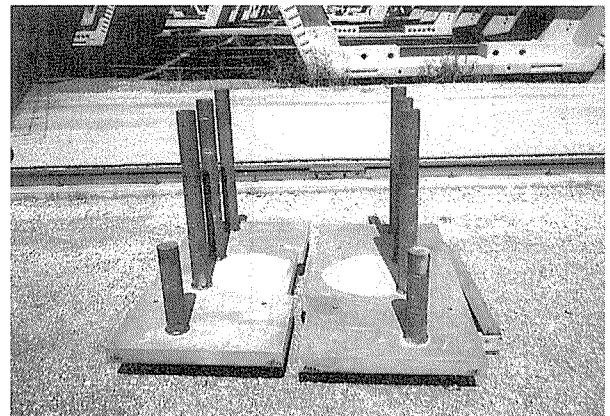


写真-1 2分割構造の支承ソールプレート

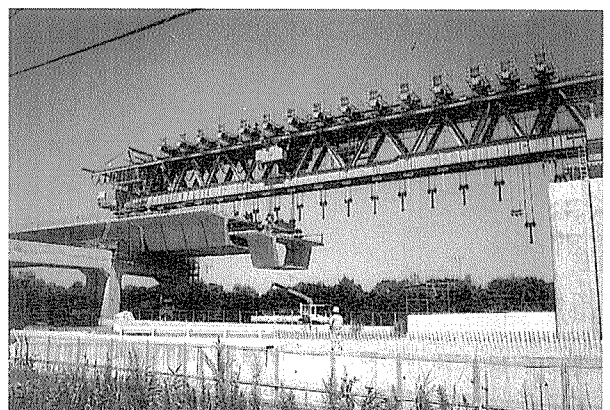


写真-2 スパンバイスパン架設吊上げ状況

および固定支保工によるスパンバイスパン架設の工法も併用している。架設工法区分は以下に示すとおりである。

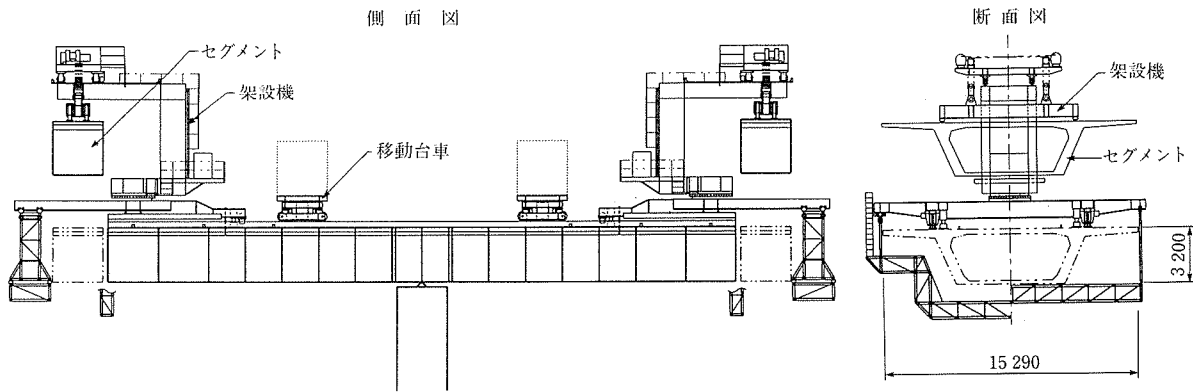


図-4 張出し架設要領図

- ① ほぼ等スパンとなる12・11径間連続桁部はハンガータイプの架設桁を用いたスパンバイスパン架設(写真-2)
- ② 交差条件により橋梁直下に進入不可能な長大支間部は架設機を用いた張出し架設(図-4)
- ③ ランプ部および7径間連続桁部の一部等は、固定支保工を用いたスパンバイスパン架設

4.2 スパンバイスパン架設

架設桁は、H形鋼と鋼板の溶接トラス構造のシングルガーダーで、桁長91.5m、総重量602tf、セグメント吊下げ時の架設桁の設計たわみは支間49.0mで92mmである。

スパンバイスパン架設要領図を図-5に示す。

(1) 積み込み、運搬

セグメントストックヤードから、自走式の専用クレーンにて積み込み、架橋地点への運搬は公道の走行も可能な軸重の小さい特殊トレーラーを使用している。

(2) ピアセグメントの架設

ピアセグメントは、スパンバイスパン架設に先立ち、360tfトラッククレーンにて2分割されたセグメントの架設を行う。ピアセグメントは所定の位置に仮置き、支承をジャッキアップしてセットする。

支承は反力分散型ゴム支承「タイプB」とした。

(3) 接着剤塗布

セグメントの接合にはエポキシ樹脂系2液型接着剤を使用し、専用機械で塗布を行うことを標準とした。またピアセグメント等の接合には、コンクリート中や大気中の水分と反応して硬化する常温湿気硬化型のエポキシ樹脂系1液タイプの接着剤も使用している。

専用機械は、主剤、硬化剤の2液をそれぞれ圧送タンクに投入し、それぞれを機械圧送して先端部に取り付けられた自動混合機で2液を混合するものである。塗布の機械化により、練混ぜ作業が不要となり、材料ロスが減少するなど塗布作業の効率化が図られた。

(4) 無筋目地

径間部セグメントとピアセグメントとの間には、製作・架設の合理化・省力化・工期短縮を図るため150mm～200mmの無筋目地を1径間に2ヵ所設けることとした(図-6)。わが国で初めて無筋目地構造を採用したため、この部分の安全性が課題とされた。そこで実物大供試体による上床版の疲労試験と、縮小モデルによるウェブのせん断力伝達試

験を実施し、無筋目地の安全性・破壊耐力を確認した。

無筋目地のコンクリートには、ひび割れ抵抗性、耐久性向上の観点から設計基準強度 $\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$ のファイバーコンクリートを採用し、また排水性舗装を用いることもあり、漏水防止の橋面防水工を施工する予定である。

ファイバーコンクリートの施工は、ホッチキス状のスチールファイバーを現場にてアジテータ車に投入、ドラムの高速回転により練混ぜポンプ車にて打ち込むこととしている。スチールファイバーは1m³あたり60kg投入している。

(5) PC鋼材の挿入・緊張

主方向のPC鋼材は内外ケーブル併用方式であり、その比率は12径間連続桁橋で25:75、11径間連続桁橋で16:84となり、外ケーブル比率はわが国の実績において最大となっている。デビエーター(外ケーブル偏向部)は分散配置とし、形状は突起形式とした。また外ケーブルには、従来の「保護管+セメントグラウト」タイプと同等以上の防錆性能を有するノングラウトタイプの防錆PC鋼材を採用した。防錆処理は、多重膜による被膜を標準とし、防錆性能は、日本道路公団規格JHS 403-1992「塗料の耐複合サイクル防食試験方法」に準じた環境条件における試験で90日間(360サイクル)以上耐える性能のものとした。

これにより将来の維持管理段階での点検・取替えが容易となり、かつ架設時における傷の補修も容易にしている。

内・外ケーブルは、ウインチにて一括挿入を行い、無筋目地のコンクリートの圧縮強度確認後、直ちに主ケーブルを緊張する。外ケーブルは、挿入時にケーブル形状保持のため支持ラックを1.5mピッチに配置して、所定のケーブル形状を保持するとともに、緊張作業を容易にするためケーブルのたわみを極力少なくしている。外ケーブル配置状況を写真-3に示す。

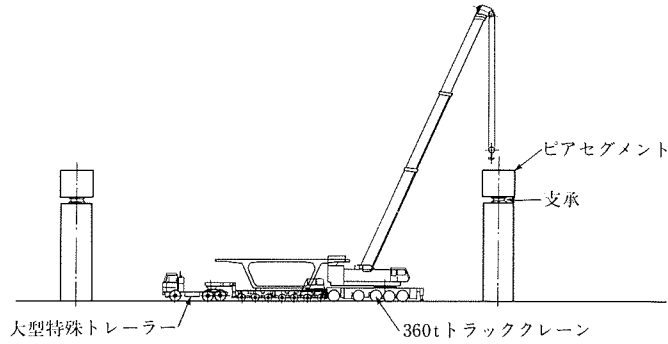
5. 拡幅部の設計・施工

5.1 計画概要

本橋はICのランプ流入流出部に位置しているため、11径間連続桁部において一部幅員拡幅部が存在している。幅員は、上り線側で橋軸長さ240m区間で全幅員が15.650m～23.850mに、下り線側で橋軸長さ200m区間で全幅員が15.330m～24.132mに変化する。拡幅部は通常場所打ちが考えられるが、工期の短縮、省力化、経済性を図るため、す

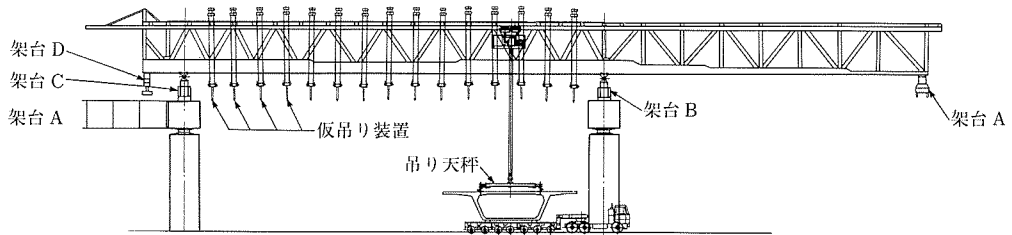
STEP1：ピアセグメントの架設

スパンバイスパンの架設に先立ちピアセグメントを360tトラッククレーンにて架設し支承をセットする。



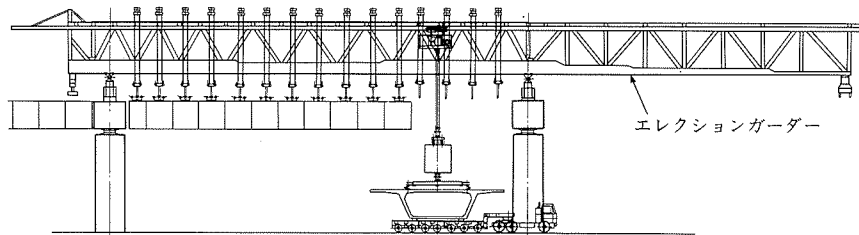
STEP2：エレクションガーダーの移動・据付け

エレクションガーダーを当該径間の架設ができるよう所定の位置へと移動させ、設置する。



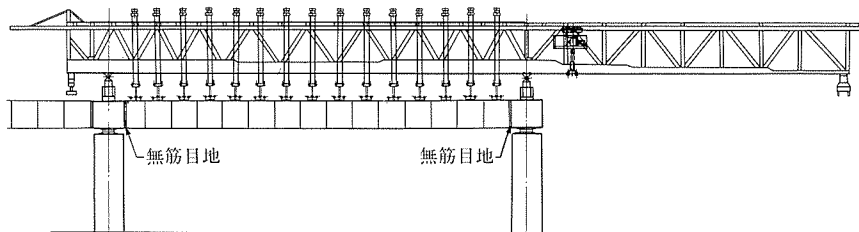
STEP3：セグメントの吊上げ・接着剤塗布

径間部セグメントをすべて吊り上げ、それぞれ接着剤を塗布し引寄せ鋼棒により仮接合を行う。



STEP4：セグメントの位置調整・無筋目地の施工

径間部セグメントを前後、左右および高さ方向の位置調整を行い、無筋目地の型枠組立て、コンクリート打込みを行う。



STEP5：内・外ケーブルの緊張

内・外ケーブルを挿入し、無筋目地のコンクリート強度確認後、緊張を行う。緊張完了後、ガーダーを次径間へと移動する。

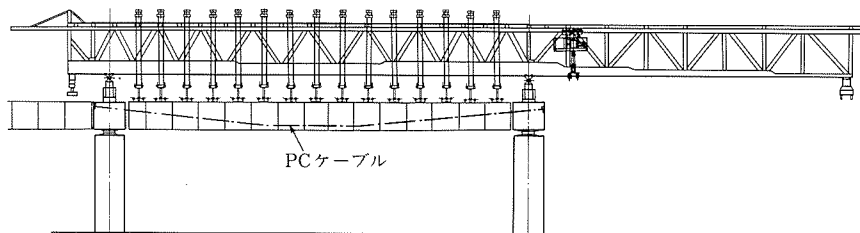


図-5 スパンバイスパン架設要領図

べてプレキャストセグメントで対応することとした。
 拡幅部は、図-7に示すとおり、幅員変化に従って2室2

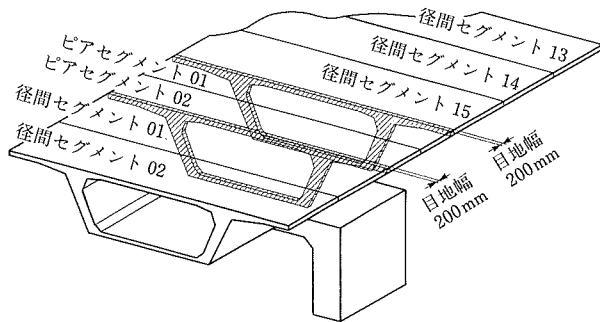


図-6 無筋目地



写真-3 外ケーブル配置状況

箱桁構造 (A-A), 2室1箱桁構造 (B-B, C-C), 1室箱桁構造 (D-D) としている。

拡幅部の構造を、本線セグメントおよびランプセグメント製作用の型枠設備を可能な限り転用できる断面形状としたことにより、新規型枠製作を少なくするとともに、製作効率を上げることができた。

5.2 2室2箱桁部

(1) 施工方法

2室2箱桁部の施工は、ランプセグメントおよび本線セグメントをそれぞれ架設し、縦目地にコンクリートを打ち込んだ後、横締めにより一体化させることとしている。架設方法は、ランプセグメントを固定支保工を用いたスパンバイスパン架設、本線セグメントを架設桁を用いたスパンバイスパン架設とした(図-7)。現在、ランプセグメントの架設が終了し、本線セグメントの架設が始まったところである。

幅員変化に対しては、ランプおよび本線セグメントの張出し床版長さを変化することにより対応している。

(2) 縦目地部の設計

縦目地部は、一体化前の構造系における自重およびプレストレス2次力による変形を一体化後に拘束するため、クリープ不静定力が発生する。この不静定力を考慮して、目地部がフルプレストレスとなるように横締め鋼材配置を決定した。不静定力の算出は、横ボックスラーメンモデル(図-8)に支点強制変位を与えることにより算出した。

また、活荷重の偏載荷により目地部に曲げモーメントおよびせん断力が発生するが、これらに対しても照査して安

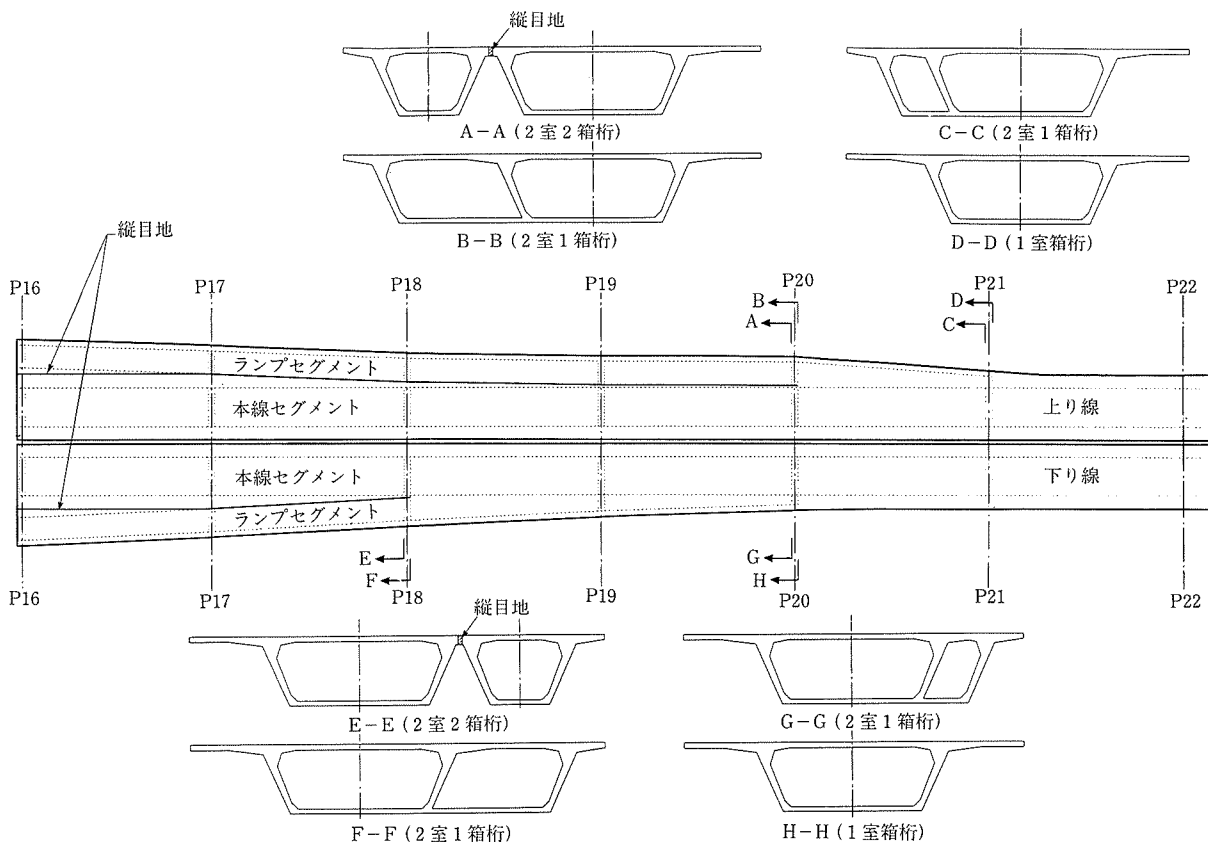


図-7 拡幅部のセグメント形状

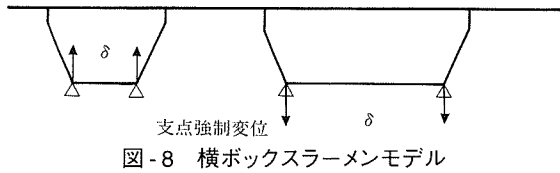


図-8 横ボックスラーメンモデル

全であることを確認している。照査断面力は格子解析により算出した。

標準的な横締め配置を図-9に示す。

5.3 2室1箱桁部

(1) セグメントの製作

幅員によって2室2箱桁構造および1室箱桁構造のどちらでも対応できない区間は、2室1箱桁構造とした(写真-4)。

2室1箱桁部の製作方法は、まずショートライン設備で標準断面部の製作を行い、ヤード内の別の専用架台上で標準断面部を引き寄せPC鋼棒にてマッチキャストして、拡幅部を4個製作可能なセミロングラインにて製作することとした(図-10)。その後上床版の横締め・グラウトを行い一体化した。

幅員変化に対しては、後打ちする拡幅部のボックス幅を変化させることにより対応している。

また、幅員が標準セグメントに比べ広いため、重量の制限よりセグメント長さを2.0m程度としている。

(2) セグメントの架設

2室1箱桁部の架設は、架設桁によるスパンバイスパン架設とした。しかし1径間分のセグメント重量が標準幅員部より重いため、架設桁が耐力不足となった。そこで、2分割のスパンバイスパン架設とした。まず、架設桁で径間部セグメントの一部を吊り上げ、上床版内ケーブルを緊張することによりカンチレバー状態とし、その後残りのセグメントを架設することとした。これにより、工期の短縮、経済性の向上を図っている。

6. おわりに

セグメントの製作は平成11年2月の完了を予定している。架設は現在最盛期を迎えており、平成11年12月の完成に向けて鋭意施工中である。

本橋では、新技術、新工法、新材料を導入して、経済性、高品質、省力化、工期短縮を図っている。今後、本橋での施工実績あるいは本橋で実施した各種試験結果を踏まえ、より合理的な構造を計画する参考になれば幸いである。

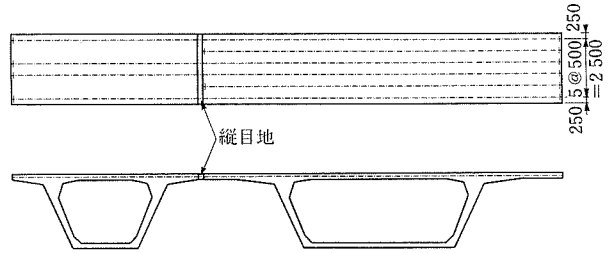


図-9 2室2箱桁部横締めPC鋼材配置例

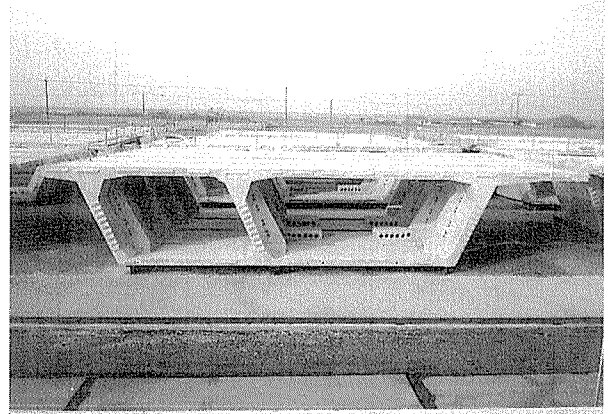


写真-4 2室1箱桁構造のセグメント

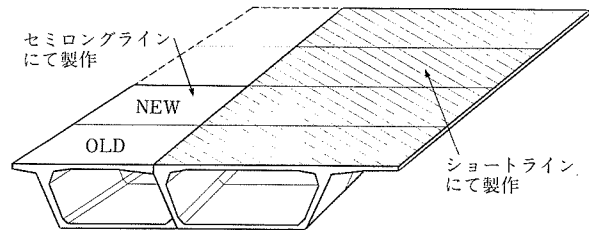


図-10 2室1箱桁部の製作

参考文献

- 1) 角, 森山, 河村, 中島: 第二名神高速道路 弥富高架橋の設計, プレストレストコンクリート, Vol.39, No.5, pp.39~45, 1997
- 2) 森山, 藤田, 河村, 中島: 弥富高架橋の計画・設計, 第7回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, pp.761~766, 1997.10
- 3) 森山, 藤田, 金子, 松尾: 弥富高架橋のプレキャストセグメントの製作, 第7回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, pp.767~772, 1997.10
- 4) 森山, 米沢, 千葉, 堀: 弥富高架橋のスパンバイスパン架設, 第8回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, pp.783~788, 1998.10
- 5) 森山, 中島: 第二名神高速道路 弥富高架橋の設計・施工, コンクリート工学, Vol.36, No.8, pp.20~24, 1998.8

【1998年11月12日受付】