

古川高架橋 (工場製プレキャストセグメント) の施工

日本道路公団中部支社四日市工事事務所 正会員 水口 和之
 住友、富士ビー・エス、清水共同企業体 正会員 山中 覚
 同 上 玉井 裕明
 同 上 正会員 ○中積 健一

1. はじめに

古川高架橋は、第二名神高速道路の川越IC~朝日IC間に位置する橋長1,475mのPC9~13径間連続箱桁橋である。本橋は、製作ヤードが架橋地点近くに建設できないという条件から日本で初めて本格的な工場製プレキャストセグメント工法を採用している。工場製プレキャストセグメントは、約60km離れたPC工場内で製作し、その重量を30t以下に抑えてトレーラーで架橋現場に運搬する。その大きな特徴は、片側3車線の第二名神の幅員 (16m) でセグメントの軽量化を図るために、主桁の断面形状を工夫したことにある¹⁾。つまり、U形の主桁に床版のリップを有した開断面のセグメントを最初に架設し、その後で上床版を現場打ちするのである。そうすることで架設重量を低減することができ、架設ガーダーの軽量化も図れる。

本稿は、工場におけるセグメントの製作と運搬、架橋現場におけるセグメントの架設および床版工について施工の全般を述べる。

2. 橋梁概要

本橋の橋梁諸元を表-1に、主桁断面図および全体一般図をそれぞれ図-1、図-2に示す。

表-1 橋梁諸元

工事名	古川高架橋 (PC上部工) 工事
工事場所	三重県三重郡朝日町~川越町
工期	平成11年7月23日~平成14年12月3日
構造形式	9,10,13径間連続PC箱桁橋
橋長	1475.0m
径間数	82径間 (上下線)
標準支間長	35.0~38.0m
有効幅員	14.525~15.945m(上り3車線, 下り3車線)
平面線形	R=700m~∞
横断勾配	i=7.5~-7.5%

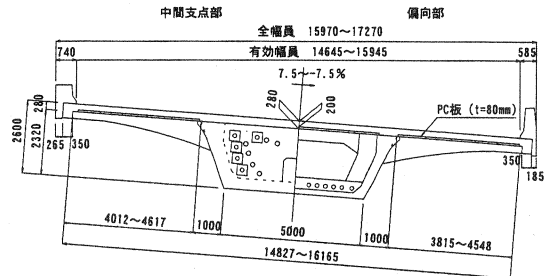
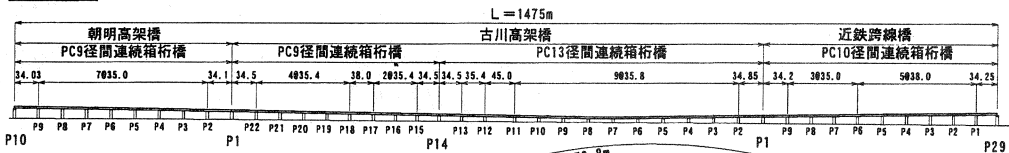


図-1 主桁断面図

側面図



平面図

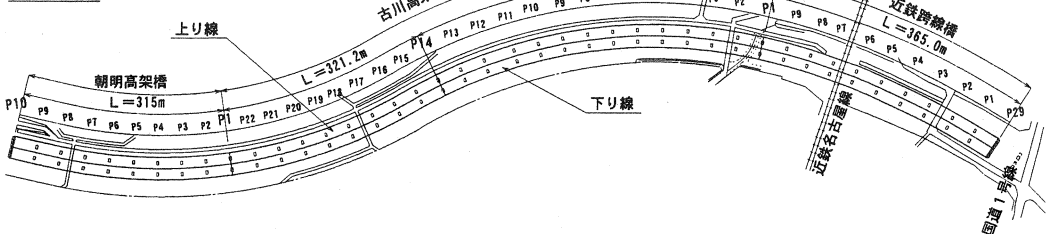


図-2 全体一般図

3. 主桁の施工ステップ

主桁の施工ステップを図-3 に示す。セグメントの製作、運搬、架設はU形コア断面+リブ構造で行う。リブには、床版の荷重に対しプレグラウトPC鋼材を配置している。セグメントの架設後、リブ間に型枠を兼ねたPC板を敷設する。最後に鉄筋、横締めPC鋼材を配置後、現場打ち床版コンクリートを打設して主桁を完成する。

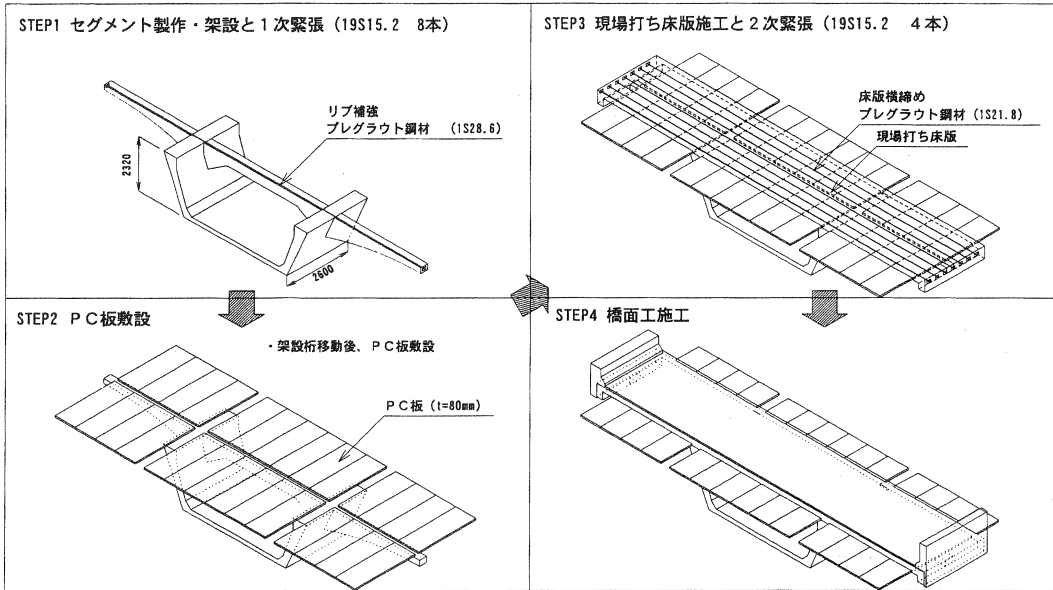


図-3 主桁施工ステップ図

4. セグメントの製作

(1) 製作ヤード

セグメントは、架橋地点から約60km離れた2箇所のPC工場敷地内に整備した製作ヤードで製作する。標準部セグメントは能登川工場（滋賀県）で、柱頭部セグメントは三重工場（三重県）でそれぞれ製作している。製作ヤードは、セグメント製作設備、鉄筋組立ヤード、ストックヤードが配置されている（写真-1）。標準部セグメントはショートラインマッチキャスト方式で1018個、柱頭部セグメントは柱頭部1箇所あたり3セグメントからなり計258個、総計1276個を製作する。

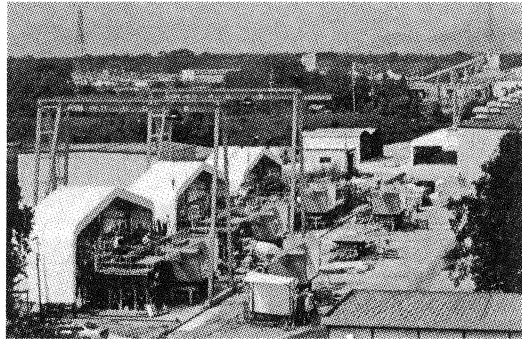


写真-1 製作ヤード全景

表-2 標準部セグメントの製作サイクル工程

(2) 型枠設備

能登川工場の型枠設備は3基、三重工場は柱頭部用と端支点部用の2基、計5基とした。

能登川工場で製作する標準部セグメント1個当たりのサイクル工程を

工 種	時 間														
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
外型枠、内型枠設置															
測量															
OLDセグメント切離し															
OLDセグメント場内運搬・仮置き															
NEWセグメント移動															
底型枠設置															
外型枠設置															
プレハブ鉄筋吊り込み															
内型枠セット															
コンクリート打設工															
養生															

表-2 に示す。標準部セグメントは、2 個/1 日のサイクルで製作している。

三重工場で製作する柱頭部セグメントは、重量を 30t 以下とするため、3 個のセグメントに分割して製作する。中央セグメントを先行して製作し、これを型枠にして両端セグメントを製作する。両端セグメントは、外ケーブルの定着体および通過管を設置する隔壁を有するため、合板型枠としている。

(3) コンクリート打設

コンクリートは、設計基準強度 $\sigma_{ck}=60\text{N/mm}^2$ の高強度コンクリートを使用した。

コンクリートは、工場内のプラントから製作ヤードまでアジテータ車(4t)にて供給される。1 セグメントのコンクリート体積は、約 12m^3 程度と少ないため、4.8t 吊り門型クレーンを使用してバケット打設し、ウェブ、下床版、水平リブの順に行っている。

(4) セグメントの吊上げ、仮置き

製作された標準部セグメントは、35t 吊りトランスファークレーンにより吊上げ、工場内のストックヤードに運搬され、仮置きする(写真-2)。

本橋のセグメントは剛性が小さいため、大きな変形、応力度が生じることが懸念された。吊上げ、仮置きに先立ち、FEM 解析と実物大確認試験を実施し、吊上げ位置、仮置き支持点に問題ないことを確認した。FEM 解析は、吊上げ時、仮置き時とも下床版の支間中央付近で 0.8N/mm^2 の引張応力度が生じる結果となった(図-4)。吊上げ方法は、中間の水平リブに孔を設け、そこにピンを挿入し、吊り金具を介して 2 点で吊り上げる。仮置き方法は、ウェブ直下の下床版の 3 点で支持し、1 段積みとした(写真-3)。

5. セグメントの運搬

工場から架橋地点へのセグメントの運搬は、積載荷重 30t の低床トレーラ(幅 3.2m, 高さ 3.8m, 長さ 18.2m)にて一般公道を使用して行う。幅 2.5m, 長さ 12.0m, 総重量 25.0t の一般的制限値を超える特殊車両であるため、通行時間は、21 時から 6 時までまでに制限される。1 回に運搬するセグメント個数は 1 径間分の 12~14 個である。工場より架橋地点へのセグメントの運搬経路を、図-5 に示す。

現場搬入時間は、一般公道からの搬入路が狭いため交通混雑時間帯を避けた早朝 4 時から 6 時までに行っている。搬入されたトレーラは、工事用道路を閉塞しないように各橋脚間に配置している。

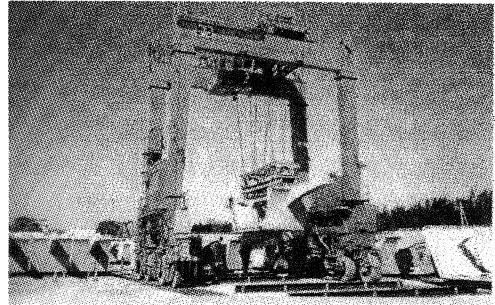


写真-2 トランスファークレーンによる場内運搬

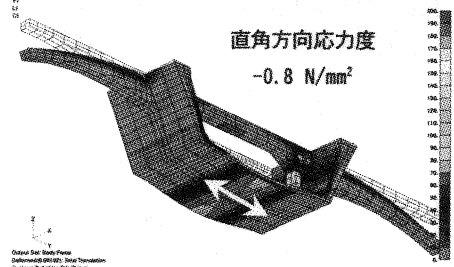


図-4 吊上げ時の応力度

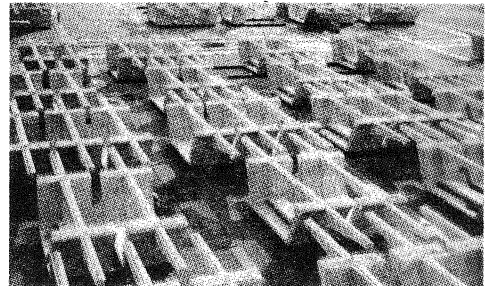


写真-3 仮置き状況

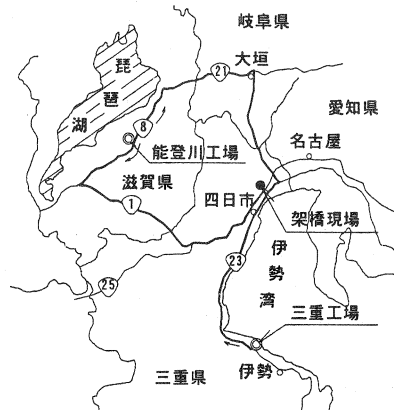


図-5 運搬経路

6. セグメントの架設

6.1 柱頭部の施工要領

(1) 柱頭部セグメントの架設

柱頭部セグメントは、重量を 30t 以下とするため、橋軸方向に3分割して架設する。

柱頭部セグメントの施工要領を図-6 に示す。

ゴム支承を据付後、支承上に中央セグメントを 160t 吊りクレーンにて架設する。中央セグメントの下床版には、支承のアンカーバーの箱抜きを設け、支承セット後にレア一部と同時に無収縮モルタルを打設する。次に、両端セグメント 2 個にエポキシ樹脂系接着剤を塗布し架設・接合する。接合には、引寄せ鋼棒 (φ26mm) を使用している。両端のセグメント 2 個は、隔壁で定着する。

(2) 横桁および床版部の施工

柱頭部セグメント架設後、両端セグメントの隔壁内の横桁部と張出し床版部を施工する。横桁部は、両端セグメントの隔壁に埋設した外ケーブルの定着体および鋼管を、ソケット付きの鋼管で接続し、鉄筋を組み立てる (写真-4)。張出し床版部は、水平リブ間に P C 板を敷設し、鉄筋・横締め P C 鋼材を配置する。

コンクリートは、横桁部と床版部を同時にポンプにより打設を行う。横桁部は、隔壁内を充填するため、1m³あたり 30kg の膨張剤を添加する。コンクリートは、設計基準強度 $\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$ で、普通ポルトランドセメントを使用して発熱量を抑えている。

6.2 標準部セグメントの架設

(1) 架設

標準部セグメントの架設は、架設桁を用いて、セグメントを一径間ごとに架設するスパンバイスパン工法で行う。架設桁は、全長 90.4m、総重量 約 330t のダブルトラスガーダー (ハンガータイプ) であり、先行架設した柱頭部横桁上に設置する (図-7,写真-5)。移動支柱は、架設桁の移動時に平面線形 R=700m に対応するため、架設桁軸方向に対して直角方向にスライドする構造としている。

架設手順は、搬入されたセグメントに桁吊り装置を取り付け、電動チェーンブロックで連結金具位置まで吊り上げ、仮吊り装置にセグメントの荷重を盛り替える。この作業を繰り返し、1 径間分のセグメントを仮吊り装置で支持する。

スパンバイスパン架設サイクル工程を表-3 に、全体の架設要領を図-8 に示す。

(2) 引寄せ、接合および調整目地

一径間分のセグメントを仮吊り装置に吊り下げた後、セグメント 1 個おきにいったん地上へ降ろし接合面

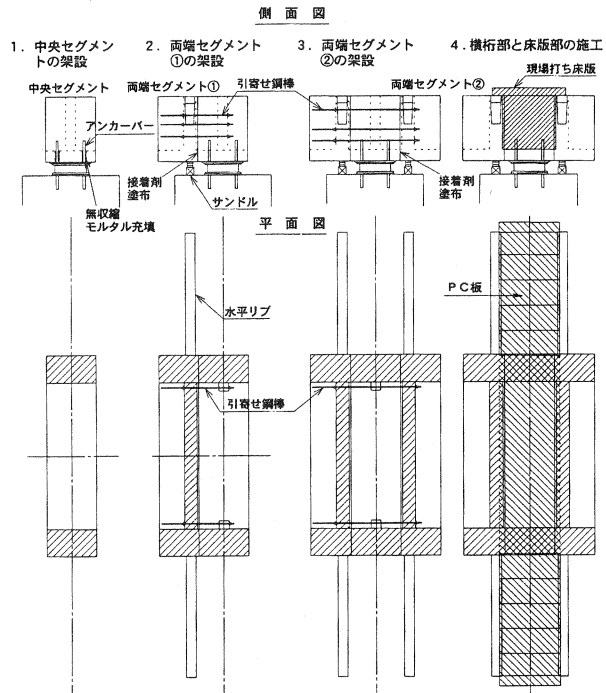


図-6 柱頭部の施工要領

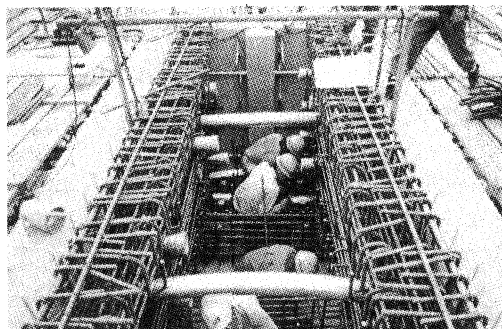


写真-4 横桁内の鉄筋組立

両側に接着剤を塗布する。接着剤塗布完了後、再度所定の位置まで吊り上げ、引寄せ鋼棒 (φ26) 6本を配置し、30t ジャッキで緊張・接合する。引寄せ鋼棒は、鉛直リブを利用して1セグメント毎に順次定着し、カップラーにて接続する。1径間分のセグメントを接合後、架設桁の横行用油圧シリンダーおよび高さ調整用油圧ジャッキで、全体調整を行う。全体調整完了後、長さ約150mmの調整目地に $\sigma_{ck}=60\text{N/mm}^2$ のコンクリート (30kg/m³の膨張剤入り) を打設する。

(3) 外ケーブルの挿入および緊張

本橋は、維持管理が容易な全外ケーブル構造を採用している。セグメントの接合後、外ケーブル SWPR 19S15.2mm を8本挿入する。外ケーブルの配置本数は、1径間ケーブル8本と2径間連続ケーブル4本で構成され、1断面あたり12本配置されている。外ケーブルはエポキシ被覆PC鋼より線であるため、ケーブルの被覆が損傷しないように各部に防護を施した。

外ケーブルは、より線19本を一括して桁下よりウインチにて挿入する。挿入時に、外ケーブル形状を保持するために、支持ラックを2.6mピッチに配置し、サグを極力小さくしている。

緊張は、緊張ジャッキ2台を用いて、左右同時の片引き緊張としている。緊張方向は、架設方向側とし、ガーダーに取り付けた緊張足場で作業を行った。緊張管理は、ケーブルの伸び量とジャッキの圧力の両方を管理項目とする方法を採用している。

表-3 スパンバイスパン架設サイクル工程

工種	日数					
	1	2	3	4	5	6
架設段取り	■					
セグメント架設		■				
接合			■			
調整目地				■		
外ケーブル挿入・定着具取付				■	■	
緊張						■
架設桁移動						■

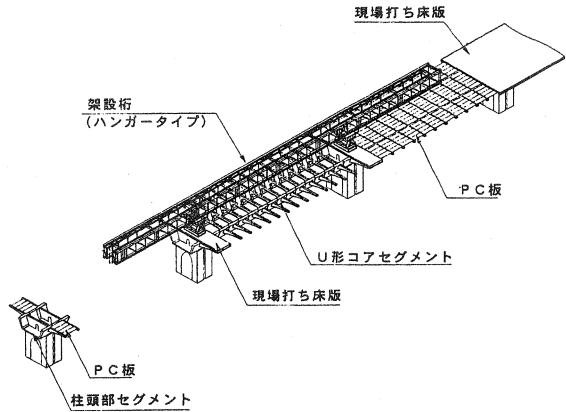


図-8 架設要領 (概念)

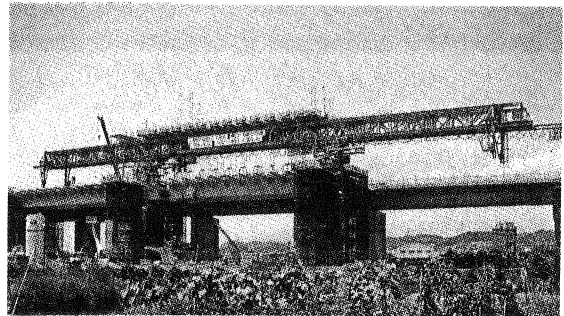


写真-5 架設桁

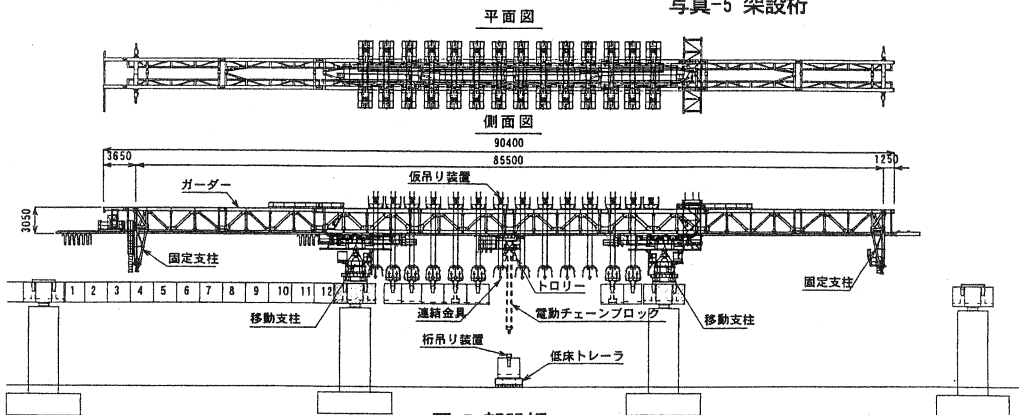


図-7 架設桁

7. 床版部の施工

(1) PC板の架設

床版部は、水平リブ間に型枠兼作業足場となるPC板を敷設し、現場打ちPC床版を構築する。外ケーブルの1次緊張後、リブ間にPC板を設置する。PC板は、三重工場で製作しトレーラで搬入後、桁下に仮置きする。1径間分のPC板の枚数は、約200枚である。架設に先立ち、高所作業車を使用し、リブ上の掛かり部に無収縮モルタルを充填し、PC板を1枚ずつ25t吊りクレーンで架設する(写真-6)。

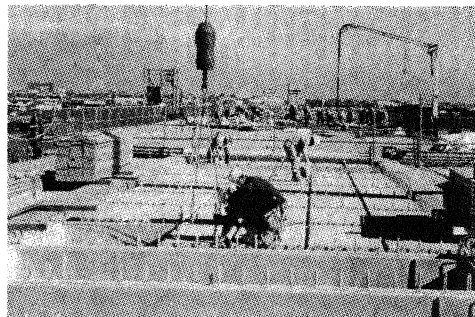


写真-6 PC板の架設

(2) 床版の施工

PC板の架設後、床版の鉄筋、横締めPC鋼材を配置し、床版コンクリートを打設する。床版コンクリートは、設計基準強度 $\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$ で早強ポルトランドセメントを使用している。

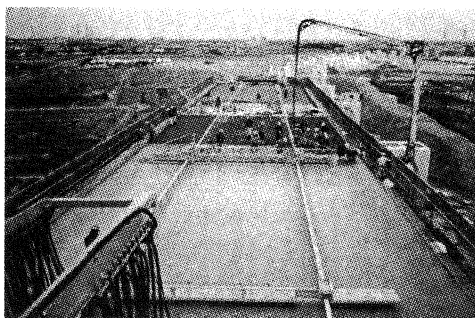


写真-7 床版コンクリートの打設

1径間分のコンクリート体積は、約 110m^3 であるため、ポンプ車で打設する。打設は、セグメントのねじりを極力抑えるため、左右のバランスを保ちながら行う(写真-7)。打設後の養生は、暑中および常時は表面養生剤を散布し、養生マットを敷く湿潤養生とし、寒中は保温給熱養生としている。コンクリートの強度確認後、横締めプレグラウト鋼材1S21.8mm、および外ケーブルの2次緊張(12本中残りの4本)を行う(写真-8)。

8. おわりに

古川高架橋PC上部工事は平成13年7月現在、82径間中30径間の架設が終了したところである。今後は得られた経験を踏まえて絶えず施工法の改善を加えていこうと考えている。平成14年末の完成に向けて、品質管理、安全管理に細心の注意を払い努力していく所存である。

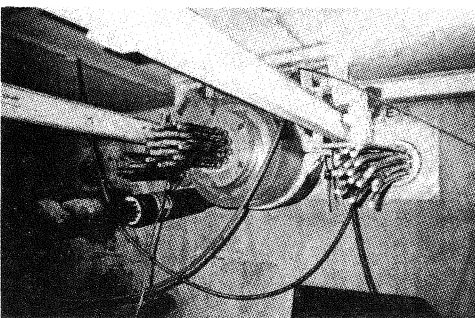


写真-8 外ケーブルの2次緊張

工場製プレキャストセグメント工法は、都市内での架設、熟練技能者の不足、コストの縮減などの観点から意義のある取り組みと考えている。本工事の成果が今後の橋梁計画に少しでも参考になれば幸いである。

最後に、本橋の詳細設計、施工計画にあたり、多大なるご指導を賜った「第二東名高速道路 都市内PC高架橋のプレキャスト化に関する技術検討委員会(委員長:池田尚治 横浜国立大学教授)」の委員の皆様ならびに関係各位に、この場を借りて厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1)池田博之, 水口和之, 春日昭夫, 室田敬:古川高架橋の設計と施工(上);橋梁と基礎, Vol.35, No.2, 2001.2