

# 鋼・コンクリート複合ラーメン橋のキャンチレバー架設 —東九州自動車道今別府川橋—

西川 孝一・佐々木 保隆・小川 尊直

従来、山岳部における鋼橋の架設においては、送出し架設工法やケーブルエレクション工法が用いられていた。これらの工法は、橋梁取付け部に仮設備ヤードを設けるため、隣接工区の工程の影響を受けるものであった。そこで、中間橋脚を始点として左右に張出し架設を行うことが可能な工法の開発ニーズに基づき、中間橋脚と鋼主桁との剛結構造の採用と部材の供給、架設を行うための新架設機材トラベリングエレクションガントリークレーンの採用により、新しい架設工法の開発を行い、東九州自動車道今別府川橋において、国内初の鋼コンクリート複合ラーメン橋のキャンチレバー架設を行った。本報文では、トラベリングエレクションガントリークレーンを用いた鋼桁の張出し架設およびヤード製作PC床版の敷設についてその概要を報告する。

キーワード：鋼・コンクリート複合ラーメン橋、トラベリングエレクションガントリークレーン、張出し架設、ヤード製作PC床版

## 1. はじめに

東九州自動車道今別府川橋は、図-1に示す末吉財部ICと国分IC間の山岳部に位置する橋長188.5m、最大支間81.5mの鋼2主桁複合ラーメン橋である。今別府川橋（以下、本橋と記す）は、写真-1に示す国内で最初のトラベリングエレクションガントリー（以下、TEGクレーンと記す）を用いた鋼2主桁橋の張出し架設工法を採用した橋梁である。

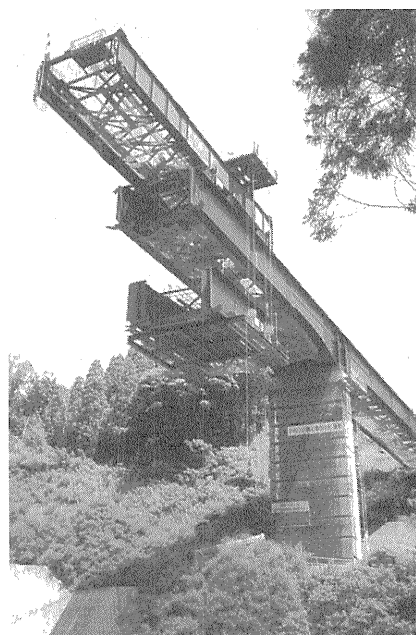


写真-1 今別府川橋の張出し架設状況

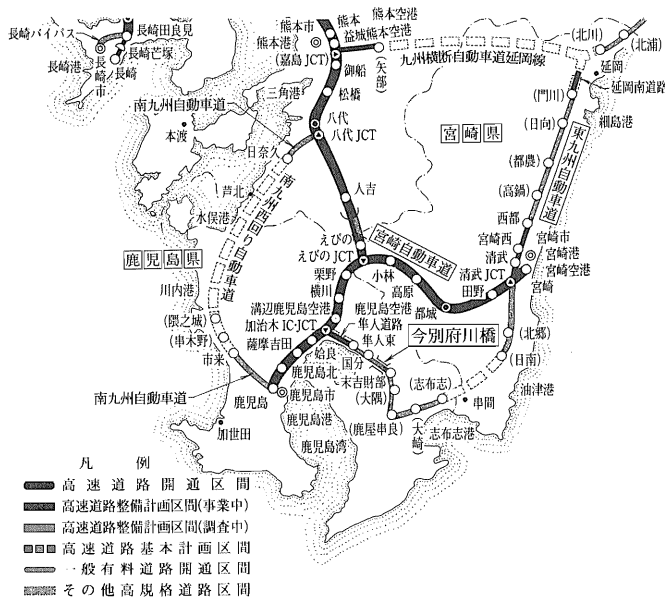


図-1 東九州自動車道今別府川橋の位置

これまで急峻な山岳地帯に建設される橋梁は、架設地点への進入路の確保が難しく、橋脚周辺部にしか資機材の搬入ができない例が多いことから、張出し架設工法によるPCラーメン橋が一般的に採用されてきた。この場合、橋脚位置を比較的平坦な場所に計画せざるを得ないため、下部工が地盤の悪い場所になり、さらに、上部工も不等径間になるなど、建設費増加の一因になっている。

そこで、筆者らは近年、その経済性に着目し研究・

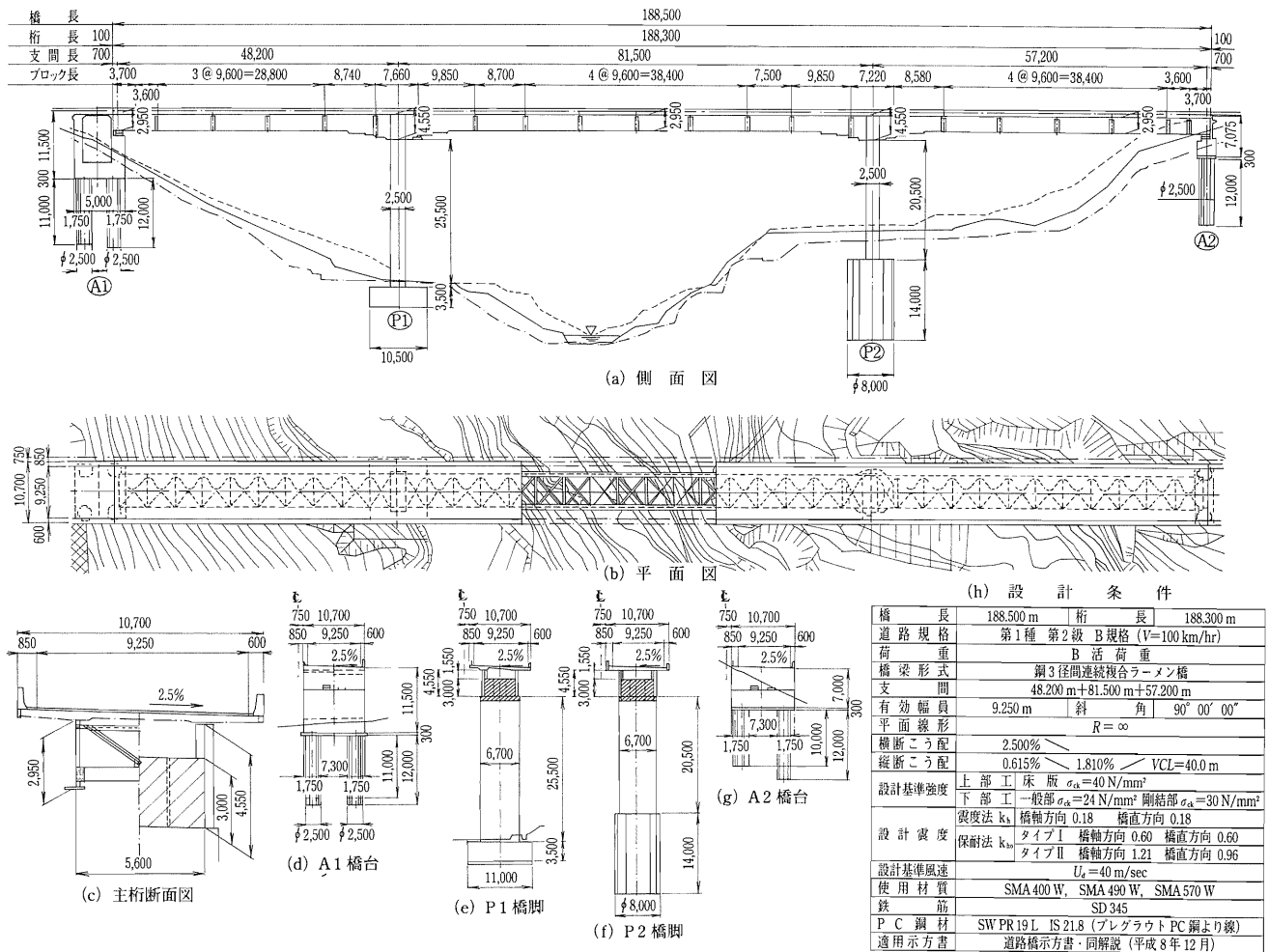


図-2 東九州自動車道今別府川橋一般図

施工実績も多くなっている鋼2主桁と鉄筋コンクリート橋脚とを剛結した複合ラーメン橋<sup>1)~3)</sup>を提案した。

本橋は、鋼2主桁の採用により、従来のPCラーメン橋に比べ上部工死荷重を大幅に軽減して、基礎・下部工への負担を軽くしている。さらに、橋脚周辺部の施工ヤードのみを用いた張出し架設工法の開発により、ケーブルクレーン工法や送出し工法を用いず山岳部での架設を可能としている(図-2)。

本報文では、東九州自動車道今別府川橋の張出し架設工法による上部工施工およびヤード製作PC床版の概要について報告する。

## 2. 橋梁概要

本橋の橋梁概要を以下に示す。

- ・構造形式：3径間連続鋼2主桁複合ラーメン
- ・橋長：188.500 m (桁長：188.300 m)
- ・支間割：48.200 m + 81.500 m + 57.200 m
- ・有効幅員：9.250 m, 暫定2車線

## 3. 鋼桁の施工概要

本橋は、橋脚周辺部の作業ヤードを用いて、鋼主桁の張出し架設を行った。また、主桁架設と平行して、A2橋台背面の現場ヤードを利用してプレキャスト床版を製作し、桁架設に用いた同じ架設機材を利用して、床版の敷設を行った。

鋼桁全体の架設要領を、図-3に示す。また、全体架設工程を図-4に示す。

全体工期は、ワーゲン施工によるPC箱桁橋に比べ20%程度短縮が可能である。各部の施工方法について以下に述べる。

### (1) 剛結部の施工

鋼桁とRC橋脚との剛結部の施工は、図-5に示すように、橋脚周囲のヤードに据付けたトラッククレーンで行った。

まず、橋脚天端の目粗し、配筋を行い、位置調整用

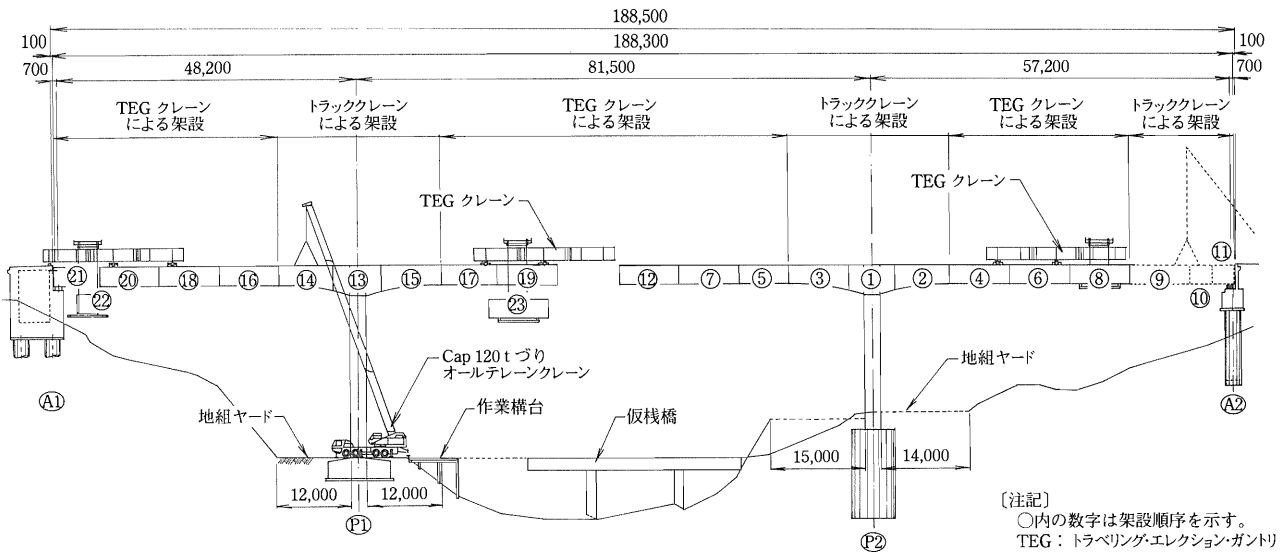


図-3 鋼桁の全体架設要領

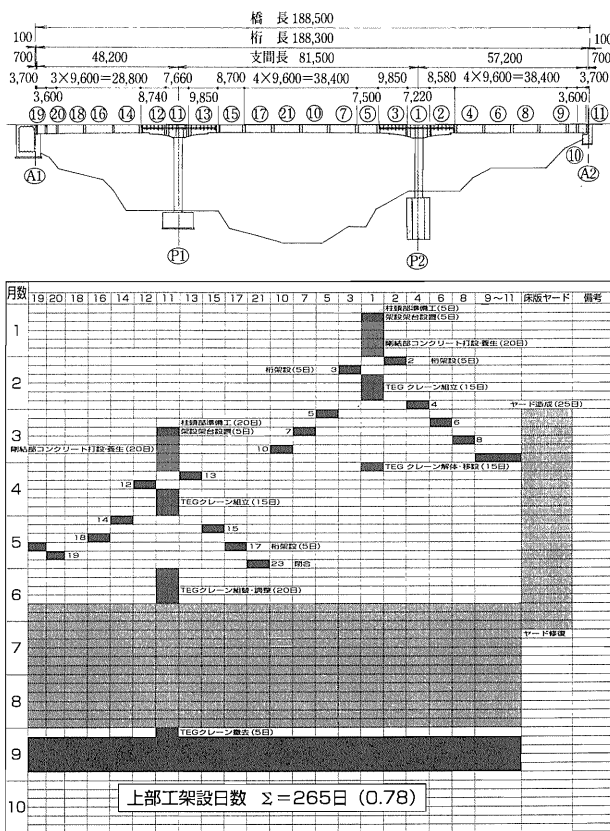


図-4 今別府川橋の全体架設工程

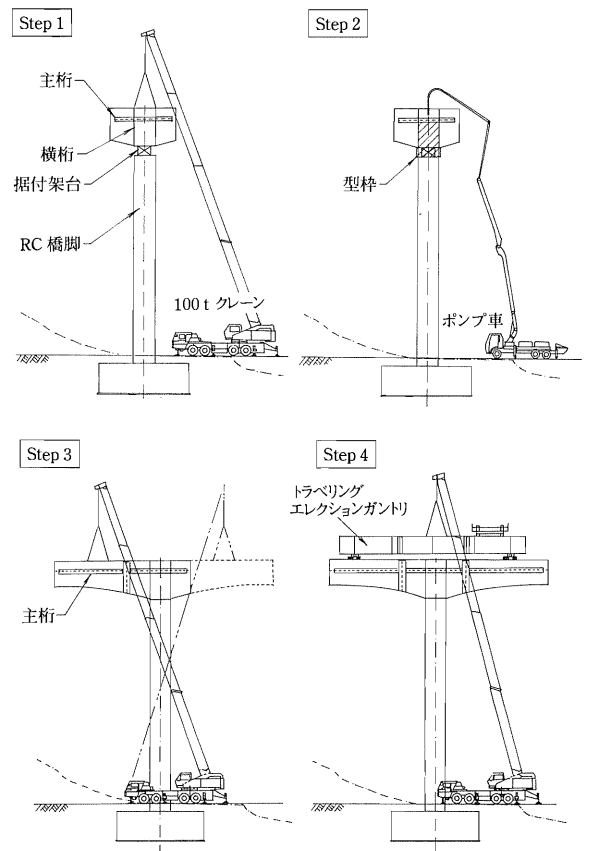


図-5 剛結部の施工要領

の据付け架台を設置した後、剛結部の主桁・横桁パネルを単材架設する。主桁位置の調整、型枠施工後、表-1に示す配合の膨張コンクリートをポンプ車により打設する。剛結部のコンクリートの打設状況を写真-2に示す。養生完了後、橋脚を挟んで左右の主桁パネルを単材架設し、張出し架設に用いる TEG クレーンを桁上で組立て、サイクル架設に入る。

表-1 剛結部コンクリートの配合

骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	水粉体比 W/P (%)	空気量 (%)	細骨材率 S/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				混和剤 (kg/m <sup>3</sup> )	
					粉体 P		細骨材 S	粗骨材 G		
					セメント C	膨張材 B				
20	10	48.5	5.0	43.5	168	317	30	760	996	3.47

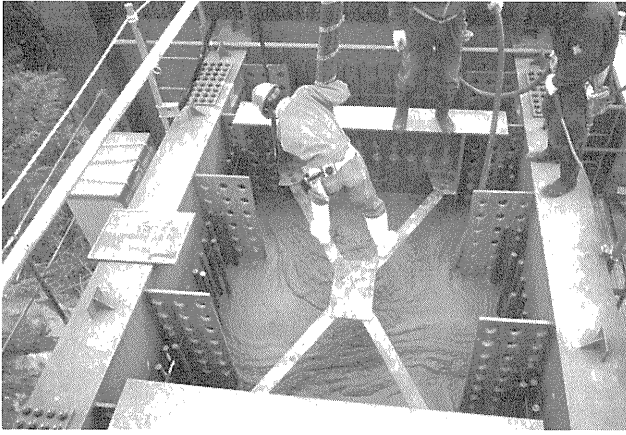


写真-2 剛結部のコンクリート打設状況

## (2) 標準サイクル架設

張出し架設に用いる TEG クレーンは、主梁、その主梁上を移動し部材の巻上げ・巻下げを行う吊上げ装置、機材全体を移動させる走行装置、地組立て時の架台と架設時の足場を兼ねるサポートフロアより構成され、総重量は 60 t である。

本橋の張出し架設では、橋梁規模や経済性を勘案し、TEG クレーン 1 基のみを用いて、図-6 に示すようなステップで張出し架設を行った。

まず、橋脚周辺の作業ヤードで地組立てした主桁ブロックを吊上げ、TEG クレーンごと所定の位置まで移動する。次に、主梁を主桁本体に固定し（アップリフト止め）、吊上げ装置のみ前進させ、桁仕口調整後連結する。最後に、吊上げ装置、TEG クレーンの順に後退させ、逆側の主桁架設に備えて走行台車の盛替えを行う。逆側の主桁についてもこの一連の作業を繰返し行い、順次張出し架設を行う。

張出し架設状況を写真-3 に示す。1 ブロックのサイクル工程は、部材搬入・地組立てに 2 日、吊上げ運搬・接合に 2 日、合計 4 日となる。ブロックを吊上げ、所定位置への移動は 2 時間程度である。主桁の接合は、後述するプレキャスト床版の施工性を考慮し、上フランジのみを溶接、腹板・下フランジを高力ボルト接合とする併用継手を採用した。

接合手順は、張出し架設時に、上フランジのエレクション・ピース、腹板の下側 2/3、および下フランジの高力ボルトの本締めを行い、上フランジの溶接完了後、腹板の残り上側 1/3 について本締めする方法とした。

## (3) 側径間最終ブロックの架設

側径間最終ブロックの閉合に際しては、前述した TEG クレーンを用いた張出し架設を行った場合、張

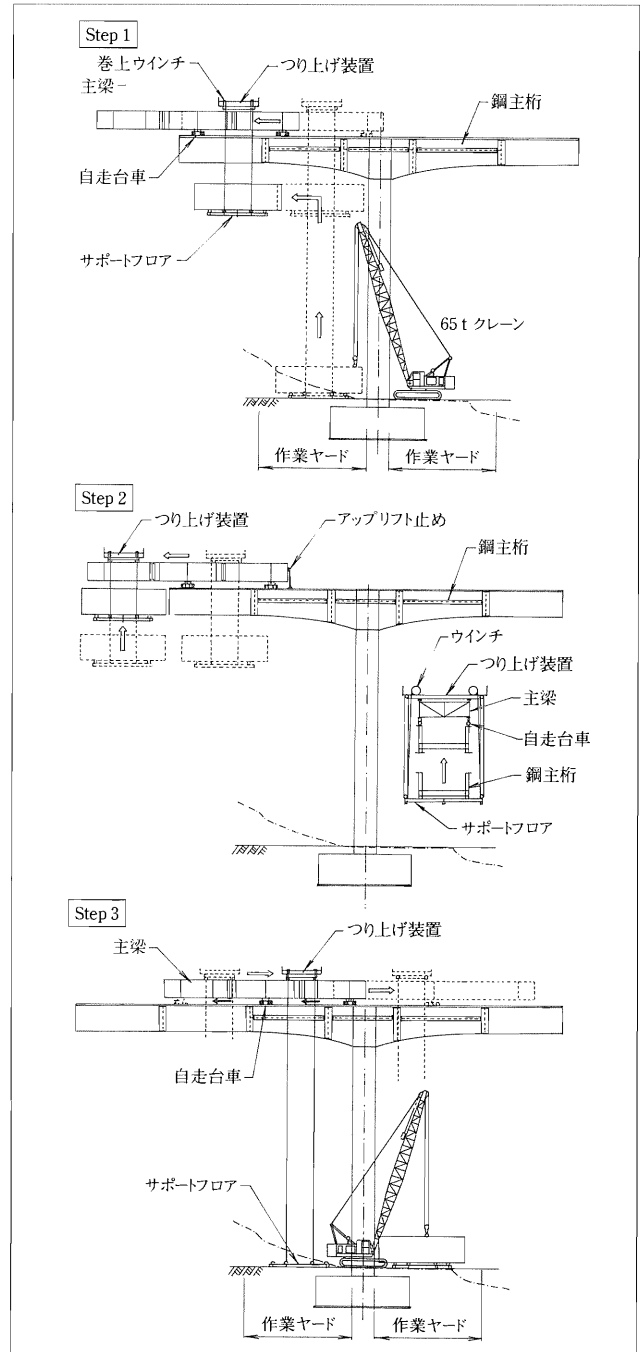


図-6 張出し架設要領

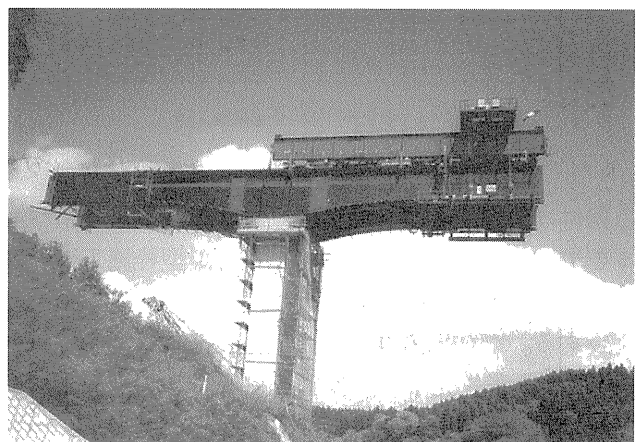
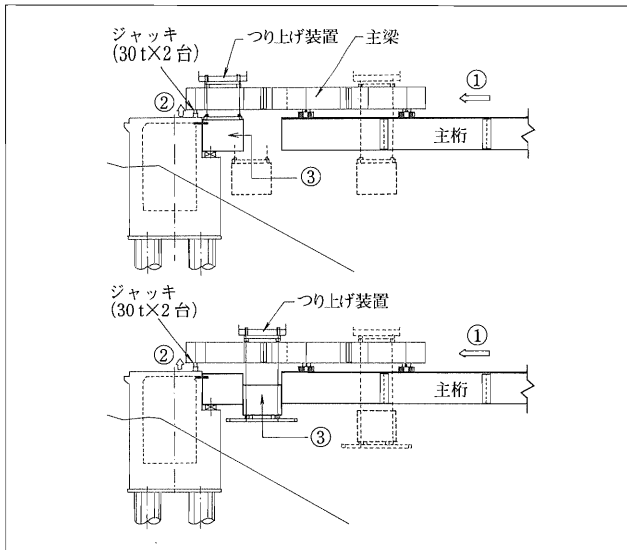


写真-3 張出し架設状況



図一七 側径間の閉合要領

出し長が長いことから先端部のたわみが大きくなりすぎることや、橋台と架設ブロックが干渉して引込みが不可能となるなどの問題が生じる。これらに対処するため、図一七に示す要領で側径間最終ブロックを閉合する方法を採用した。

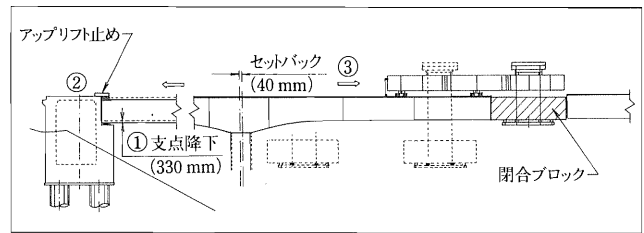
まず、側径間の最終ブロックについては、通常ブロック長の半分程度の長さに分割し、引込みに際して生じる橋台との干渉を避けた。また、中央径間張出し先端に生じるたわみについては、吊上げ装置を前進させる前に、橋台上で TEG クレーンの主梁をジャッキアップし、その後、所定位置まで吊上げることで解決した。架設順序は、桁端ブロックを橋台に固定した後、隣接ブロックを最後に架設することとした。

A2 橋台側の側径間については、橋台背面に主桁や揚重機の搬入可能な施工ヤードが確保できたため、橋台側からのクレーン架設を行った。

(4) 中央径間の閉合

中央径間の閉合は、桁上に TEG クレーンと閉合部材が載荷された状態で行われることから、側径間の閉合時と同様に桁のたわみが大きく、たわみ差の調整、継手遊間の確保が重要となる。

このため図一八に示すように、A1 支点を 330 mm 支点降下させることで、P1 橋脚を 40 mm セットバックし、閉合ブロック架設時の継手遊間を確保することとした。仕口調整は、TEG クレーン側の継手を連結した後、TEG クレーンを P1 橋脚上まで後退させ、仕口があったところで逆側の継手施工を行い、付加断面力を作用させることなく閉合することができた(写真一四)。



図一八 中央径間の閉合要領



写真一四 中央閉合ブロックの架設状況

(5) 主桁架設時の管理

架設時の管理は、通常のキャンバ計測を行うとともに、剛結部近傍の鉄筋の応力測定も実施することとした。各架設ステップにおける計測値はいずれも設計で予定していた変位、応力性状を示し、本橋の設計の妥当性が確認された。

4. 床版の製作と施工

(1) 施工方法の検討

本橋における床版は、死活荷重載荷状態でひび割れを発生させない程度の引張り応力度を許容する PRC 床版として設計を行った。床版の施工方法については、

- ① 移動型枠による場所打ちサイクル施工、
- ② 固定型枠による一括場所打ち施工、
- ③ プレキャスト施工、

の3種類が挙げられる。

本橋における床版施工方法の選定理由は、以下のとおりである。

- ・主桁腹板高さが変化しており、移動型枠の施工に難点がある(床版張出し部の支持方法)。
- ・固定型枠施工の経済的な橋梁の規模を上回っている。
- ・プレキャスト床版を敷設する際、主桁架設に用いた TEG クレーンを転用できる(吊上げ能力 35 tf)。

- ・ A2 橋台の背面側に床版製作ヤードが確保でき、床版寸法にトラック輸送の制限を受けない。

以上のことを勘案し、A2 橋台背面の施工ヤードにて製作したプレキャスト PC 床版を、桁架設用の TEG クレーンを用いて施工することが、本橋において最も経済的、工期的に優れた工法となった。

本橋に採用したヤード製作プレキャスト PC 床版の構造諸元を以下に示す。

- ・ 平面寸法：幅 10.4 m × 長さ 4.0 m
- ・ 版 厚：一般部 310 mm，主桁上 380 mm
- ・ 重 量：34 t/枚（合計 46 枚）
- ・ PC 鋼材：1 T 21.8（プレグラウトタイプ PC 鋼より線，500 mm ピッチ）
- ・ コンクリート強度： $\sigma_{ck}=40 \text{ N/mm}^2$ （早強コンクリート，間詰部のみ膨張材入り）
- ・ 継目構造：RC ループ継手

(2) 床版のヤード製作

ヤード製作 PC 床版の製作フローチャートを図-9 に示す。基本工程は、型枠清掃，鉄筋・PC 鋼材の配置に 2 日，コンクリート打設 1 日，養生 2 日，脱型・箱抜き，PC 鋼材の緊張に 2 日，合計 7 日の標準サイクルとした。

A2 橋台の背面に造成した床版製作ヤードの概要を図-10 に示す。ヤード設備として、鋼製型枠 3 台，20 t 門形クレーン 2 基，養生用のじゃばらテント，床版敷設の際に用いる軌条と移動台車付きのターンテーブルを設けている。

(3) 床版敷設

プレキャスト PC 床版の敷設は、以下に示すサイクル架設としている。図-11 に敷設要領を示す。

- ・ STEP 1：TEG クレーンの端部（敷設済み床版側）および中間部を支持し、床版製作ヤード

から、ターンテーブル付き自走台車に乗せて、所定位置まで運搬する。

- ・ STEP 2：TEG クレーンの支持状態を両端に盛替えた後、中央の支持台を吊上装置にて撤去する。
- ・ STEP 3：床版を所定位置に敷設し、支持台を中央部に盛替えた後、ターンテーブルの後退、敷設済み床版の軌条設置し、TEG クレーンの前進を行う。

TEG クレーンを用いて PC 床版の敷設完了後（写真-5），RC ループ継ぎ手部，スタッドの箱抜き部，および床版-主桁間の隙間をモルタル充填し，伸縮装置を有する端部床版のみ固定型枠施工した。

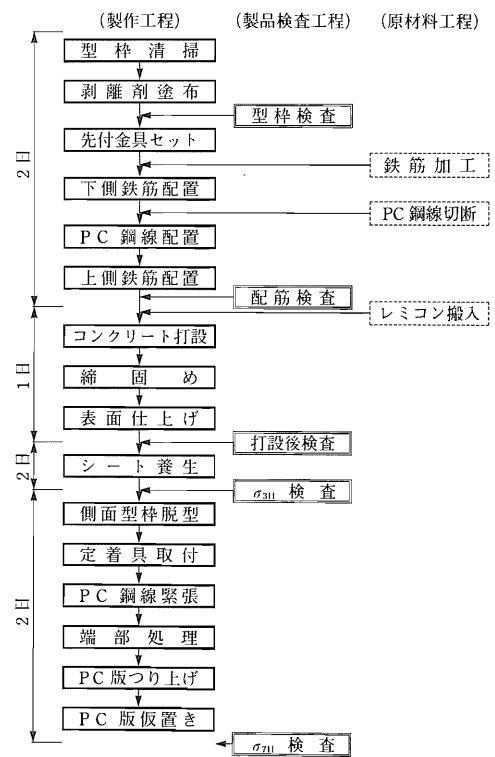


図-9 プレキャスト PC 床版の製作フローチャート

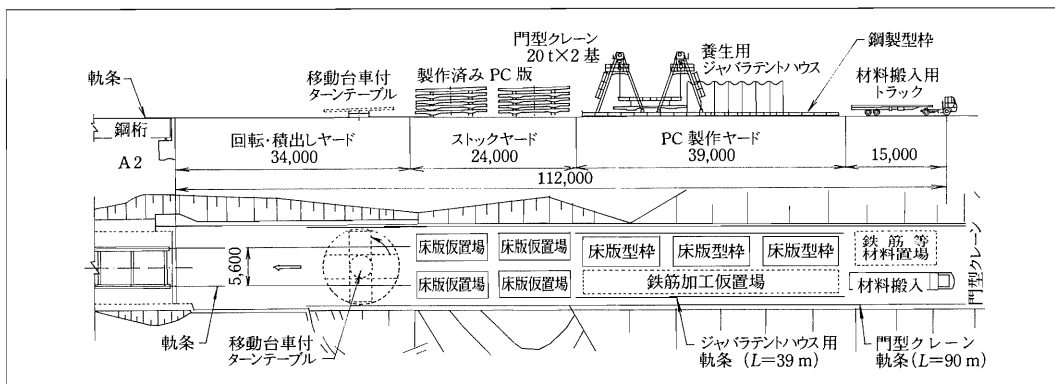


図-10 プレキャスト PC 床版の現場製作ヤード

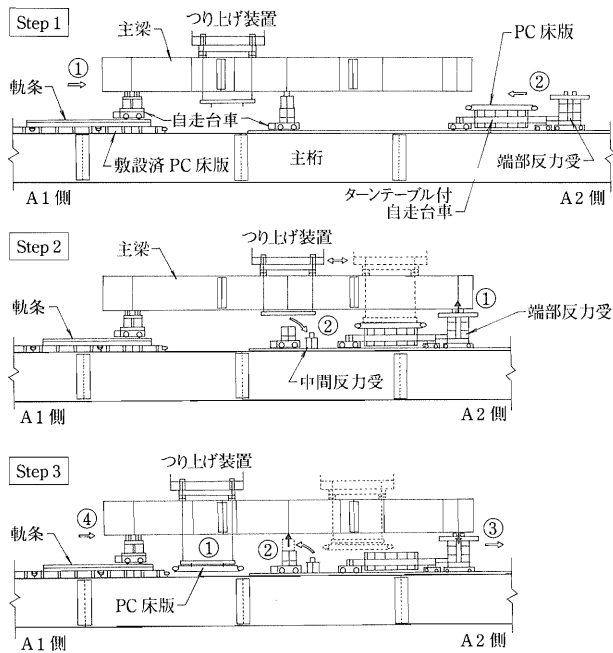


図-11 PC床版の床版敷設要領

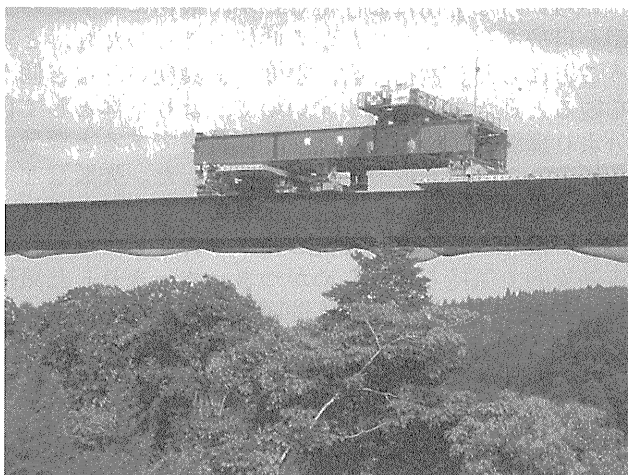


写真-5 TEGクレーンによるPC床版の敷設状況

## 5. おわりに

本報文では、山岳部において建設された鋼2主桁複

合ラーメン橋東九州自動車道今別府川橋における張出し架設工法、ヤード製作PC床版の製作、敷設工法について報告した。

いずれも、新しい架設機材トラベリングエレクションガントリーの提案により工期の短縮と現場作業の合理化を期したものである。本橋梁形式ならびに架設工法は、今後、山岳部における多径間連続ラーメン橋の施工に、さらには威力を発揮するものと期待される。

本橋は、平成13年度社団法人土木学会田中賞（作品部門）を受賞したことを追記する。 JCM A

### 《参考文献》

- 1) 佐々木, 平井, 明橋: 鋼・コンクリート複合ラーメン橋の剛結部に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol. 44 A, pp. 1447-1457, 1998. 3
- 2) 中村, 今泉, 兼重, 中東, 佐々木, 小川: 今別府川橋の設計・施工—張出し架設工法を用いた鋼2主桁複合ラーメン橋—, 橋梁と基礎, Vol. 34, pp. 2-9, 2000.12
- 3) 前田, 木水, 佐々木, 明橋: 鋼2主桁複合ラーメン橋剛結部における設計法の提案と実橋確認, 構造工学論文集, Vol. 48 A, pp. 1315-1326, 2002. 3

### [筆者紹介]



西川 孝一 (にしかわ こういち)  
 日本道路公団  
 九州支社建設部  
 構造技術課  
 課長代理



佐々木保隆 (ささき やすたか)  
 株式会社横河ブリッジ  
 技術本部  
 技術研究所  
 所長



小川 尊直 (おがわ たかなお)  
 横河工事株式会社  
 技術開発本部  
 開発部  
 計画課  
 課長補佐