

橋梁特集—最近の橋梁の架設工法と維持管理機械—

専用架設作業車による大型プレキャスト PC 床版の架設 —第二東名高速道路富士川橋の施工—

山村 徹・松橋 敏・石井 幸一

第二東名高速道路富士川橋は、PC床版鋼2主桁と鉄筋コンクリートアーチとの複合アーチ橋であり、アーチ支間265 mを有する長大アーチ橋である。本橋は、床版コンクリートの品質の確保および経済性の向上を目的として、PC床版の施工にプレキャスト工法を採用した。プレキャストPC床版は、平面寸法：約9.5 m×18.0 m、質量：約180 tである。床版は、橋梁延長上の名古屋側に設けた製作ヤードにて製作され、専用の架設作業車により鋼桁上に運搬・架設される。架設された床版は、群ジベル箱抜き部の間詰めコンクリートを打設し鋼桁と一体化される。本報文では、富士川橋の橋梁概要・工事概要を説明した後、プレキャストPC床版の構造および架設方法について紹介する。

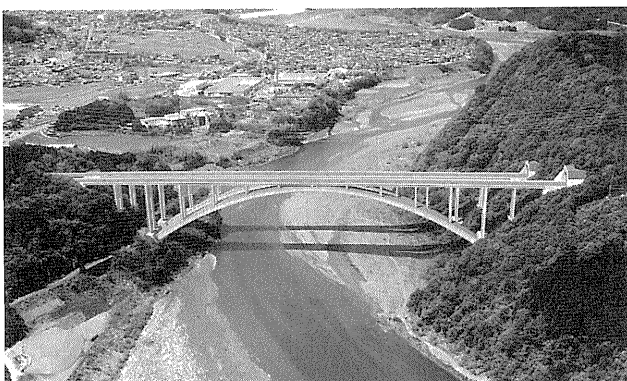
キーワード：橋梁、複合アーチ橋、PC床版、鋼2主桁、大型プレキャスト、架設作業車

1. はじめに

東海道は、江戸時代から東西を結ぶ交通の要所として、わが国の経済・産業の発展および文化の交流に貢献してきた。昭和44年5月に全線が開通した第一東海自動車道（現、東名）も、その役割の一端を担いその重責を果たしてきた。しかし、近年のわが国の経済発展に伴う自動車交通の増大により、全線にわたり混雑が著しく、高速性、定時性が低下してきている。また、静岡県静岡市清水地区から由比町の間は、国道1号線、現東名、JR東海道線が近接しており、自然災害に対する脆弱性が指摘されている。

第二東名高速道路は、現東名との交通機能の分担と予想される東海地震などの自然災害時の代替輸送路として計画された路線である。

第二東名富士川橋は、東京と名古屋のほぼ中間に位



写真—1 完成予想フォトモンタージュ

置し、一級河川富士川の河口7 km上流にかかる橋梁である。写真—1に完成予想フォトモンタージュを示す。架橋地点は、溶岩が露頭した火山地形をなしており、良質な基盤が浅層に分布している。本橋は、複合アーチ橋、3径間斜張橋および2径間トラス橋を比較した結果、下部工施工において築島を必要とせず、通年施工が可能なアーチ橋が採用された。

2. 橋梁概要

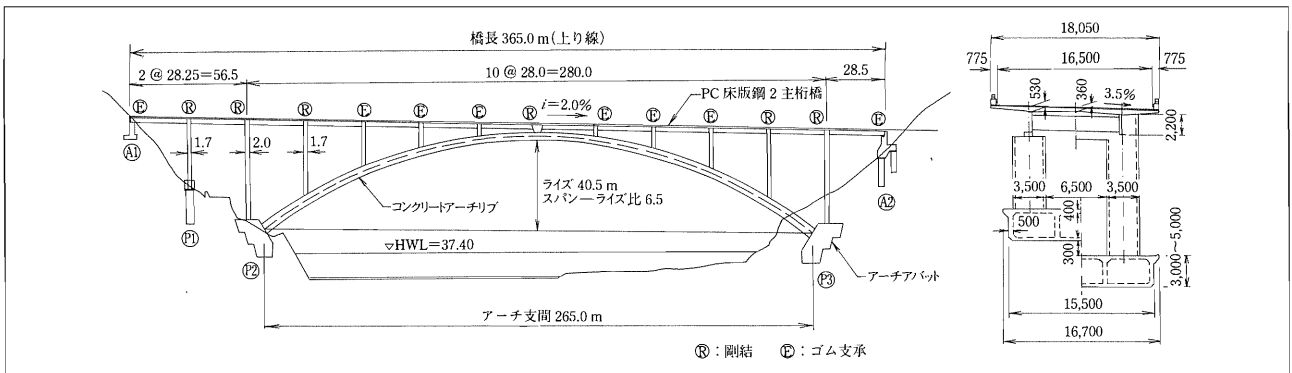
富士川橋は、上下線分離したアーチ橋である。図—1に富士川橋の構造一般図を示す。

本橋の橋梁形式は、鋼とコンクリートのそれぞれの材料特性をいかした複合構造形式を採用している。上部桁は、上部工反力を軽減しアーチリブおよび下部工基礎を可能な限り縮小するため鋼2主桁を採用した。アーチリブは、軸圧縮力が卓越する部材であることに配慮し、圧縮特性に優れたコンクリート材料が選定された。また、本橋は、鋼桁の支持・固定方法にも走行性の改善および耐震性の向上から複合構造（鋼桁と鉄筋コンクリート橋脚との複合剛結構造¹⁾）を採用している。

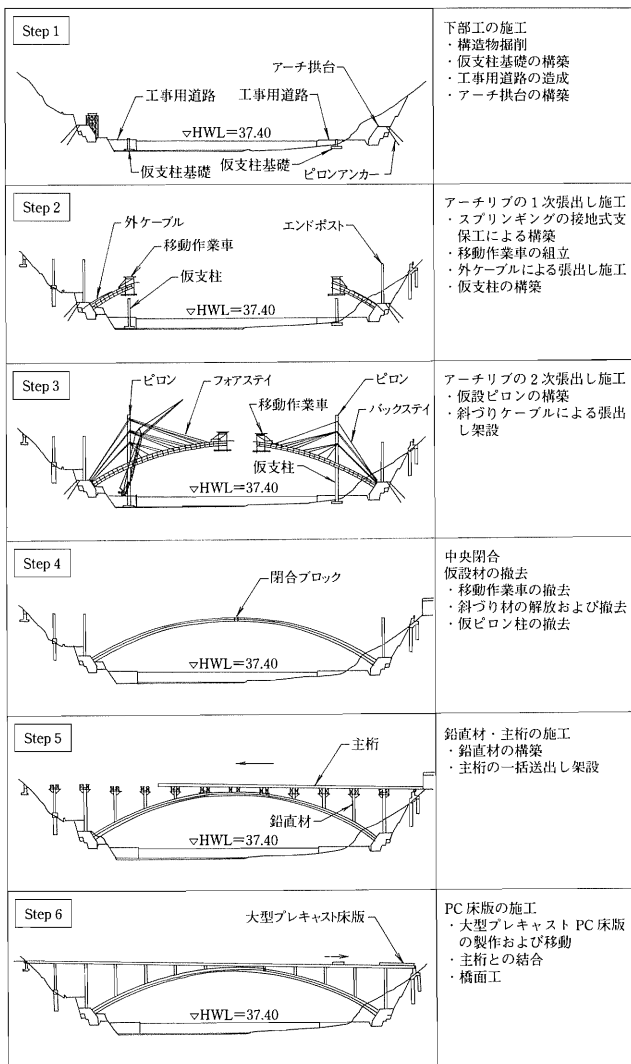
3. 工事概要

本橋の施工は、次の4項目に分けられる。

- ・下部・基礎工
- ・アーチリブ工



図一 富士川橋の構造一般図



図二 施工順序

- ・鋼桁工
- ・PC床版工

図二に、施工順序を示す。以下に、PC床版工を除く、下部・基礎工から鋼桁工までの特徴を列挙する。

(1) 下部・基礎工

アーチ拱台のコンクリート量は、1基当たり4,000～

6,000 m³ のマスコンクリートであり、その対策として、低熱ポルトランドセメントを使用し6層に分けて施工した。

(2) アーチリブ工

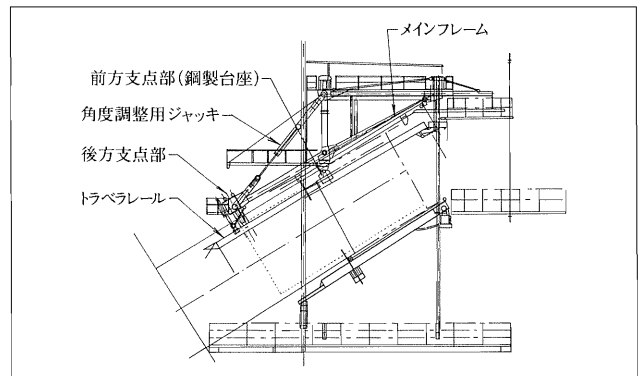
(a) アーチリブ片持ち張出し架設

アーチリブは、片持ち張出し架設工法が採用され、27ブロックに分けてコンクリートが打設された。最初の2ブロックは、接地式支保工により構築され、3～27ブロックは、移動作業車により構築された。

さらに、補助工法として、3～10ブロックは、アーチリブ上面に配置したPCケーブルによりアーチリブを保持する外ケーブル工法が採用され、11～27ブロックの架設は、9ブロックの位置で、河川内に構築した仮支柱によりアーチリブを支持するとともに、同上に構築した鋼製ピロン柱から斜りケーブルによりアーチリブを保持する仮支柱併用ピロン工法が採用された。

(b) 移動作業車

本橋の移動作業車は、アーチリブの部材角度および高さの変化に対応できるように、フレームの一部にジャッキを配置している (図三)。



図三 移動作業車の概略図

(c) 形状および応力等の自動計測システム

長大アーチ橋の片持ち張出し架設は、刻々と構造系が変化し、コンクリート打設等の荷重による変形が大

大きく（最大 280 mm）、温度変化によるアーチリブの形状の変化を無視できないため、アーチリブの形状管理は困難かつ手間がかかるものになる。

そこで、本橋では、自動視準・自動追尾型のトータルステーションを用いた自動計測システムを導入した。また、品質・安全管理面のために、コンクリート有効応力計、熱電対やロードセル等の各種計器を設置し、定期的に自動計測しパソコン上で集中管理するシステムを導入した。

(3) 鋼 桁 工

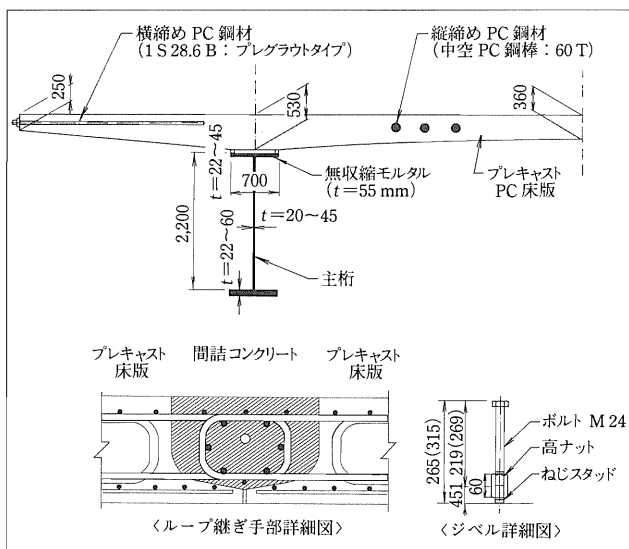
鋼桁の架設は、365 m の桁全体を隣接するトンネル内に搬入し、仮組み・現場溶接を行った後、一括して送出す工法を採用した。

4. PC 床版工

(1) 上部桁の構造

(a) 構造の概要

本橋の上部桁は、プレキャスト PC 床版を有する鋼 2 主桁であり、合成桁として設計された。図—4 に、上部桁の概略図を示す。主桁は、桁高 2,200 mm、フランジ幅は 700 mm である。PC 床版は、3.84 m + 10 m + 3.84 m = 17.68 m の支間割であり、主桁上で 530 mm と最も厚い。本橋のプレキャスト床版は、平面寸法 9.5 m × 17.68 m、質量約 180 t と、プレキャスト床版として大型である。



図—4 上部桁の概略図

横締め PC 鋼材は、PC 鋼より線 1S28.6B（プレグラウトタイプ）を使用している。プレグラウトの仕様は、基本的に湿気硬化型を使用しているが、プレキャスト床版端部の 2 本および間詰部については、配置し

てから緊張するまで 1 ヶ月以上かかるため、温度硬化型を使用している。

また、剛結構造を採用した支点上は、負曲げモーメントが集中するため、中空 PC 鋼棒を配置し、床版コンクリートの引張り応力を改善している。

(b) PC 床版と鋼桁の一体化

PC 床版と鋼桁を一体化させるため、ずれ止めとして図—4 のように、ねじスタッド、ナットおよびボルトから構成されたジベルを使用している。本橋はプレキャスト床版を採用しているため、ジベルを 50~100 cm ごとに群配置している。なお、プレキャスト床版と鋼桁間は 55 mm の空間があり、ここに、無収縮モルタルを打設し、両者の密着性を確保している。

(c) プレキャスト床版の継ぎ手

プレキャスト床版の継ぎ手は、間詰コンクリート幅を小さくするためループ継ぎ手を採用している（図—4）。

(2) PC 床版の施工

(a) 施工概要

本橋では、上下線合せて全 82 枚のプレキャスト床版が架設される。プレキャスト床版は、A1 橋台背面の仮設ヤードで製作され、専用の架設作業車により A2 橋台から A1 橋台へ向けて順次設置される。その後、ジベル箱抜き部の間詰コンクリートを打設して、鋼桁と一体化される。

(b) PC 床版の製作

製作ヤードにて、配筋・PC 鋼より線の配置・型枠の設置→コンクリート打設→表面仕上げ→養生→脱枠→横締め PC 鋼材の緊張が行われる。

型枠は二組用意されており、交互に床版を製作することで労務のロスを低減している。製作上の主な特徴を以下に挙げる。

- ① 妻型枠は、継ぎ手のループ筋が貫通するため、格子状になっており、コンクリートの漏れを防止するためゴム板を採用している。
- ② ジベル箱抜き部の型枠は、コンクリート打設後、型枠を抜取りやすいようにテープをつけており、また、欠損ないように隅角部は曲線とした。
- ③ 箱抜き部のコンクリート面の粗面形成は、遅延剤に浸した紙を型枠にセットすることで、遅延剤が有効に働くように工夫している。
- ④ コンクリートは、早強コンクリート、設計基準強度 50 N/mm²、スランプ 15 cm、最大骨材寸法 25 mm、高性能 AE 減水剤を使用している。
- ⑤ 表面仕上げは、フィニッシャを併用した金ごて

仕上げである。

- ⑥ 養生は、金ごて仕上げ時に塗膜剤を散布するとともに、養生マットによる湿潤養生を採用している。

(c) PC床版の運搬・架設

今回、大型プレキャスト床版を運搬・架設するために、専用の架設作業車を製作した。図-5に架設作業車の概略図を、表-1に仕様を示す。

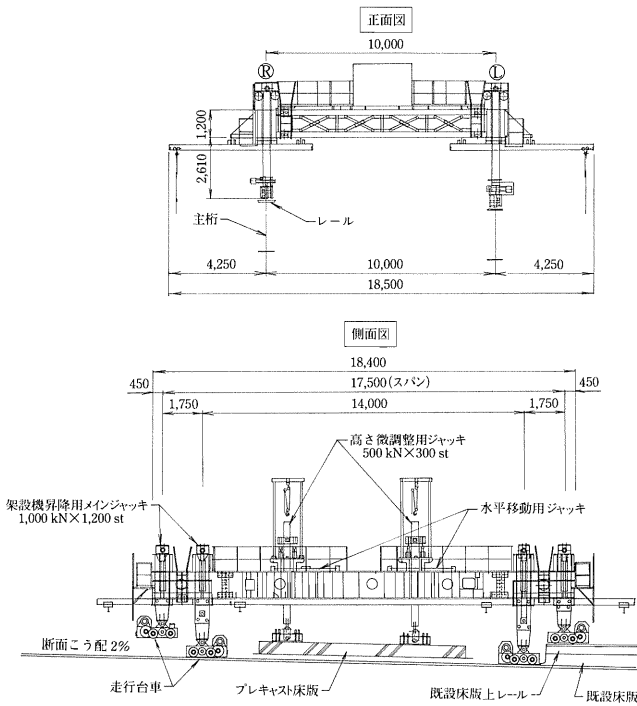


図-5 架設作業車の概略図

表-1 架設作業車の仕様

定格荷重	1,800 kN
試験荷重	2,250 kN
揚程	1.35 m
径間	17.5 m
巻上げ速度 (油圧ジャッキ)	12.0 cm/min
巻上げ電動機 (油圧ポンプ)	11 kW, 6 p, 1台
走行速度	1.0~9.0 m/min
走行電動機	7.5 kW, 4 p, 8台
集電方式	発電機
操作方式	押し釦操作
電源	200 V, 60 Hz, 3φ

プレキャスト PC 床版は、図-6のように製作ヤードから鋼桁上の設置位置まで運搬される。

① Step-1 吊上げ準備

架設機が製作された床版上に乗入れ、吊点位置まで移動する。床版に埋込まれた鋼棒を緊張し、プレキャスト床版を吊り装置に固定する。

② Step-2 プレキャスト床版の吊上げ

4機の架設機昇降用ジャッキのストロークを伸ばし、床版を吊上げる(4点支持)。吊上げ時は、ストロー

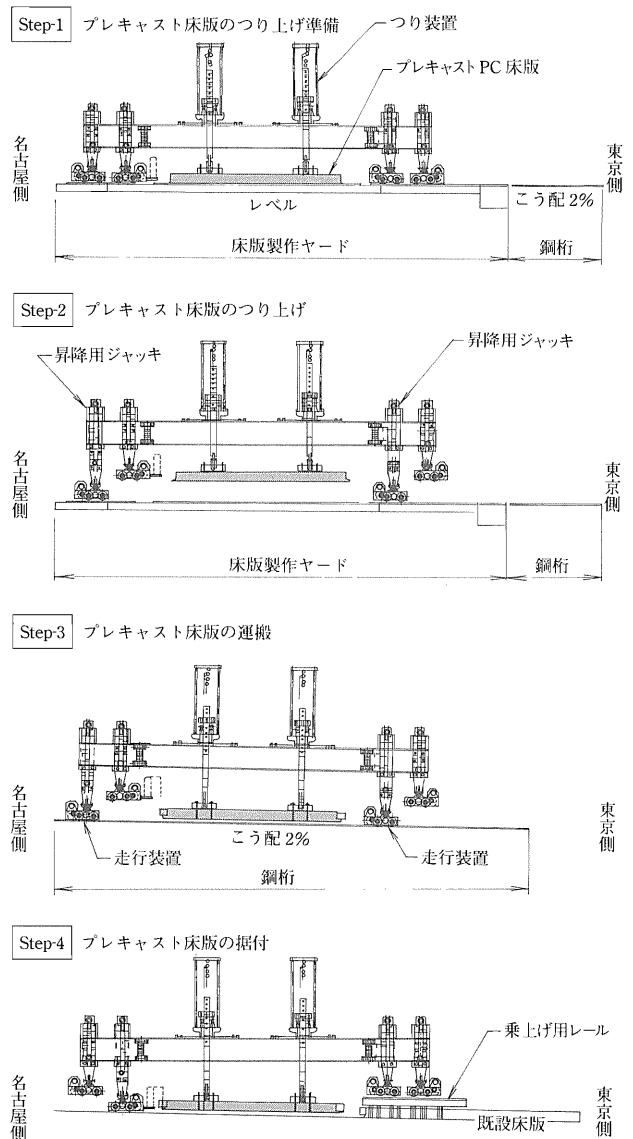


図-6 床版の架設順序

クセンサにより電氣的同調制御を行っている。4機のジャッキの同調精度は±10 mmである。

③ Step-3 プレキャスト床版の運搬

走行台車により鋼桁上のレールを走行する。始動時および制動時に発生する、床版への衝撃を抑えるため、駆動システムにインバータ制御を導入している。

④ Step-4 据付け準備

架設地点まで到達すると、架設機は、既設床版上にセットされたレールに乗上げ、据付け位置まで移動する。

⑤ Step-5 プレキャスト床版の据付け

プレキャスト床版は、高さ微調整用ジャッキおよび水平移動用ジャッキにより、所定の位置に据付けられる。

(d) PC床版と鋼桁との一体化

床版の運搬・設置時は床版と接触しないようにねじ

スタッド（図-4）のみがセットされている。床版設置後、ナットおよびボルトがセットされ、ジベルが完成する。

床版と鋼桁は、床版と鋼桁の間に無収縮モルタルを充填し密着させた後、ジベル箱抜き部およびループ継ぎ手部の間詰コンクリートを打設して一体化する。間詰コンクリートは、普通ポルトランドセメント、設計基準強度 50 N/mm²、スランプ 12 cm、最大骨材寸法 25 mm、高性能 AE 減水剤、膨張材を使用している。

なお、間詰コンクリートを打設する時期は、間詰部コンクリートにひび割れが発生しないように全体構造系での影響解析を実施して決定した。

5. おわりに

現在、上り線は PC 床版の製作・架設を行っており、下り線は平成 15 年 4 月にアーチが閉合し鉛直材の構築を行っている。年内には、上り線は床版の架設が完了し、下り線は鋼桁の送出し架設が完了する予定である（写真-2）。



写真-2 近況写真（平成 15 年 7 月 16 日撮影）

富士川橋が挑戦した、新しい構造、設計・施工技術^{1)~4)}が、今後の橋梁技術の発展の一助となれば幸いである。

謝辞：床版架設作業車の設計・製作に際しては、三信工業株式会社の皆様のご協力を得ました。ここに記して謝意を表します。

JICMA

《参考文献》

- 1) 高橋，長田，渡辺，福嶋：孔あき鋼板ジベルを用いた複合ラーメン構造の性能確認実験，第 11 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講演論文集，pp.165-168，2001.11
- 2) 高橋，貞光，笠倉，市橋：第二東名富士川橋の計画と設計，橋梁と基礎，Vol.36，No.1，pp.9-18，2002.1
- 3) 畑，高橋，長田，大友：スランプ 21 cm の高性能 AE 減水剤を使用したコンクリートの施工性能，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.23，No.2，pp.1189-1194，2001.7
- 4) 福永，長田，笠倉，渡辺：複合非線形動的解析による鋼・コンクリート複合アーチ橋の耐震検討—第二東名高速道路富士川橋—，第 6 回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，pp.29-34，2003.1

【筆者紹介】

山村 徹（やまむら とおる）
大成建設・フジタ・ビーエス三菱第二東名高速道路富士川橋（その 2）工事共同企業体
所長



松橋 敏（まつはし さとし）
大成建設・フジタ・ビーエス三菱第二東名高速道路富士川橋（その 2）工事共同企業体
工事課長



石井 幸一（いしい こういち）
大成建設・フジタ・ビーエス三菱第二東名高速道路富士川橋（その 2）工事共同企業体
工事係長

