

建設機械施工の安全対策 特集

鋼・コンクリート複合アーチ橋工事における安全

—第二東名高速道路富士川橋工事における施工及び安全の特徴—

山村 徹・利波 宗典・園部 文明

第二東名高速道路富士川橋は、鉄筋コンクリートアーチとPC床版鋼2主桁との複合構造を持つ、アーチ支間265mの国内最大となるアーチ橋である。RC造の仮支柱を併用したピロン工法によるアーチリブの構築、隣接するトンネル内で組立てた鋼桁の送出し架設、大型プレキャストPC床版の製作・架設など特徴的な工法を多く採用している。本報文では、富士川橋の橋梁概要、工事概要を説明した後、安全に対する取組みについて紹介する。

キーワード：橋梁、複合アーチ橋、PC床版、鋼2主桁、仮支柱併用ピロン工法

跨ぎ出来るアーチ橋が採用された。

1. はじめに

第二東名高速道路富士川橋は、山梨県に源を發し富士山の西側を流れて、駿河湾に注ぐ富士川の河口から約7km上流に架かる、上下線分離型の鋼・コンクリート複合アーチ橋である(図-1, 写真-1)。富士川橋の架橋地点は、両側に山が迫出した狭隘でかつ大きく屈曲する地形であり、水理上問題があるため、川を一

2. 橋梁概要

富士川橋は、上下線分離型のアーチ橋である。図-2に構造一般図を示す。本橋の橋梁形式は、鋼とコンクリートの材料特性を活かした複合構造形式を採用している。上部桁には、重量を軽減しアーチリブ及び下部工基礎を縮小するため鋼2主桁を採用している。アー

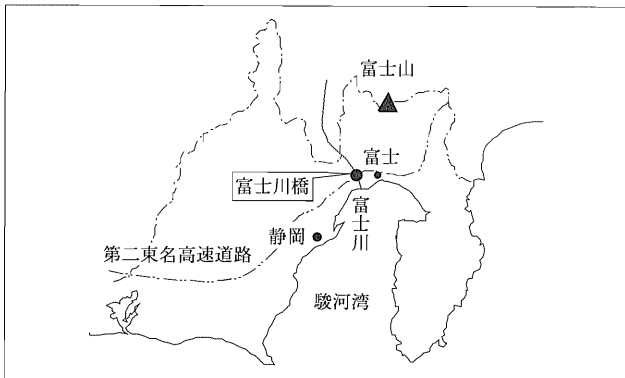


図-1 位置図

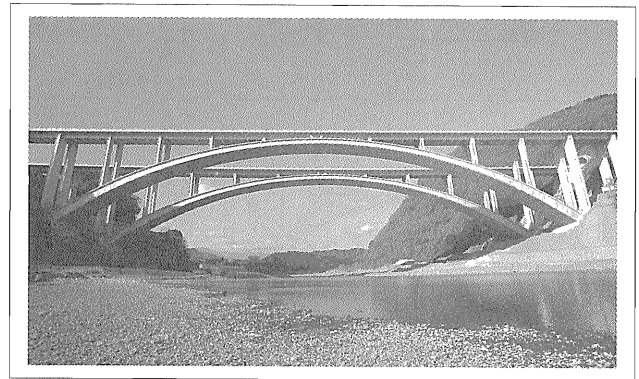


写真-1 上部工完成写真

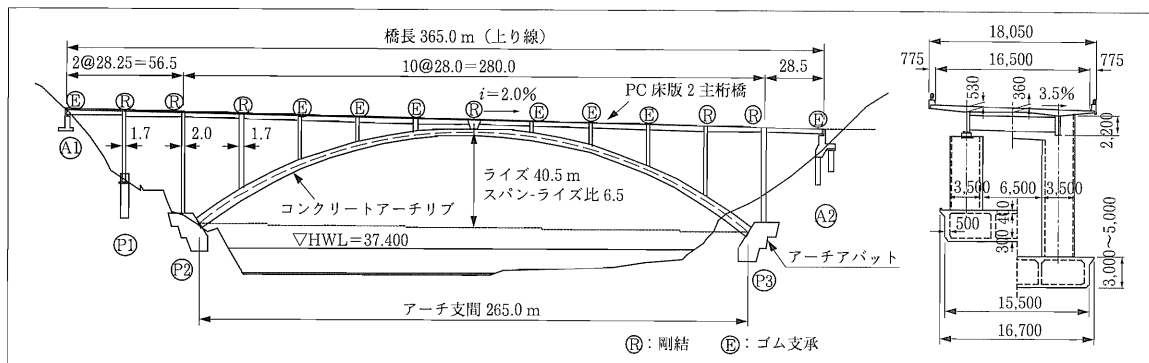


図-2 一般構造図

チリブは、軸圧縮力が卓越する部材であることから、圧縮特性に優れたコンクリートが選定された。表-1に富士川橋の橋梁概要を示す。

表-1 橋梁概要

工事名	第二東名高速道路富士川橋工事
路線名	高速自動車国道 第二東海自動車道横浜名古屋線
施工場所	静岡県庵原郡富士川町南松野～富士宮市星山
工期	(その1) 平成10年7月31日～同13年10月12日 (その2) 平成13年9月27日～同17年3月9日
発注者	日本道路公団静岡建設局
施工者	大成建設(株)・(株)フジタ・(株)ピース三菱共同企業体
橋種	鋼・コンクリート複合アーチ橋
構造形式	
上部桁	PC床版鋼2主桁(有効幅員16.5m)
アーチ	鉄筋コンクリート固定アーチ (アーチ支間265m, アーチライズ40.5m)
下部工	直接基礎及び深礎基礎
橋長	(上り線)365m, (下り線)381m

2. 工事概要

本橋の施工順序を図-3に示す。本橋の施工は四つ

	<p>下部工の施工</p> <ul style="list-style-type: none"> ・構造物掘削 ・仮支柱基礎の構築 ・工事用道路の造成 ・アーチ拱台の構築
	<p>アーチリブの1次張出し施工</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スプリングの接地式支保工による構築 ・移動作業車の組立て ・外ケーブルによる張出し施工 ・仮支柱の構築
	<p>アーチリブの2次張出し施工</p> <ul style="list-style-type: none"> ・仮設ピロンの構築 ・斜吊りケーブルによる張出し架設
	<p>中央閉合 仮設材の撤去</p> <ul style="list-style-type: none"> ・移動作業車の撤去 ・斜吊材の解放及び撤去 ・仮ピロン柱の撤去
	<p>鉛直材・主桁の施工</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鉛直材の構築 ・主桁の一括送出し架設
	<p>PC床版の施工</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大型プレキャストPC床版の製作および移動 ・主桁との結合 ・橋面工

図-3 施工順序

に大きく分けられる。

- ① アーチアバットの構築
- ② アーチリブの構築
- ③ 鋼桁の架設
- ④ PC床版の製作・架設

以下にそれぞれの特徴について述べる。

(1) アーチアバットの構築

アーチアバットは1基あたりのコンクリート量が約5,000m³～6,000m³のマスコンクリートであり、温度応力によるひび割れの発生が予想された。対策として温度解析により打設リフトの割付け及びコンクリートの仕様を検討した。その結果、リフト割は6層とし、コンクリートは設計基準強度24N/mm²、最大骨材寸法は40mmで、低発熱ポルトランドセメントを採用した。

(2) アーチリブの構築

本橋のアーチリブは、幅16.7m、高さ3.0～5.0mの3セル箱形断面となっており、部材寸法は上床版厚400mm、下床版厚300mm、ウェブ厚500mmと非常に薄く、かつ軽くなっている。

本橋の張出し架設は大きく二つのステージに分けられる。

(a) 第1ステージ(写真-2, 3～11BL.)

アーチリブの上面に配置した外ケーブル(SWPR7B12S15.2)とアーチリブ上床版内のPC鋼棒(SBPR930/1180φ36)により保持しながらの張出し架設。

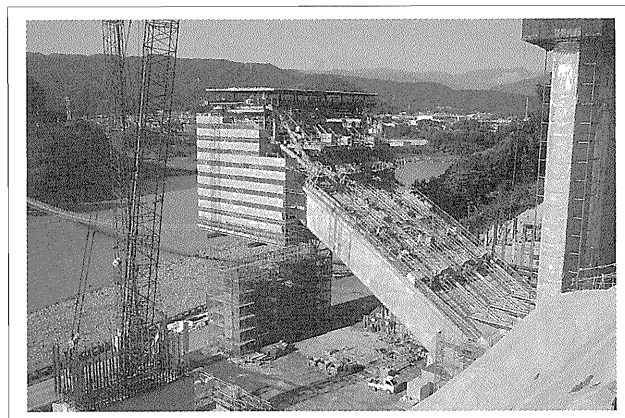


写真-2 第1ステージ施工状況

(b) 第2ステージ(写真-3, 12～25BL.+閉合BL.)

通常エンドポスト上に設けるピロン柱をアーチリブの途中に設け、斜ケーブル(SWPR7B7～12S15.2)



写真-3 第2ステージ施工状況

及びアーチリブ上床版内の PC 鋼棒 (SBPR 930/1, 180φ36) により保持しながらの張出し架設。

具体的には、河川区域内に構築した鉄筋コンクリートの仮支柱によりアーチリブの9ブロック目を支持したうえで、アーチリブ上に鋼製のピロン柱を設置し、フォアステイケーブル及びバックステイケーブルを14段架設しながら、アーチリブを構築するものである。第1ステージの外ケーブル及び第2ステージのバックステイケーブルのカウンターウェイトとしては、アーチアバット本体を利用した。

(3) 鋼桁の送出し架設

本橋の鋼桁は2主桁で(桁高2.2m, フランジ幅0.7m), 富士川橋に近接してすでに完成している富士宮第二トンネル内で, 上り線365m, 下り線381mの全橋分を組立て, 一括送出し・降下により所定の位置に架設した(写真-4)。

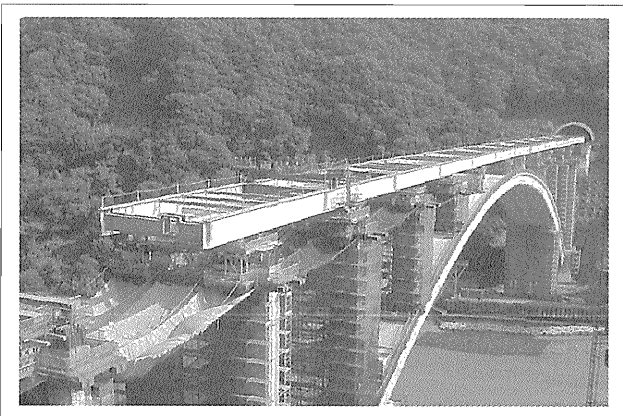


写真-4 鋼桁の送出し架設状況

(4) PC 床版の施工

本橋では上下線合わせて82枚のプレキャスト床版を製作・架設した。床版の平面寸法は9.5m×17.68mで, 1枚あたりの重量は約160~170tである。コ

ンクリートは設計基準強度 $\sigma_{ck}=50 \text{ N/mm}^2$, 最大骨材寸法 25 mm, スランプ 15 cm とした。床版は名古屋方の A1 橋台背面に設けた製作ヤードにて製作した後, 専用に開発した架設機械(写真-5, 図-4)により東京方より順次設置し, 床版重量による鋼桁及びアーチリブの変形の影響を考慮しながら, 鋼桁との一体化及び床版間の間詰めを行った。

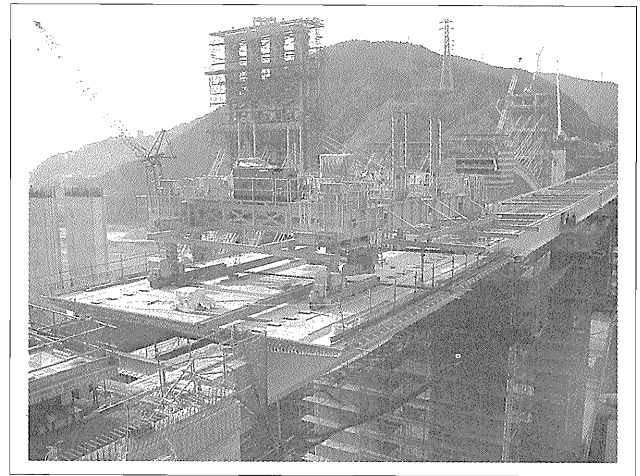


写真-5 PC 床版架設状況

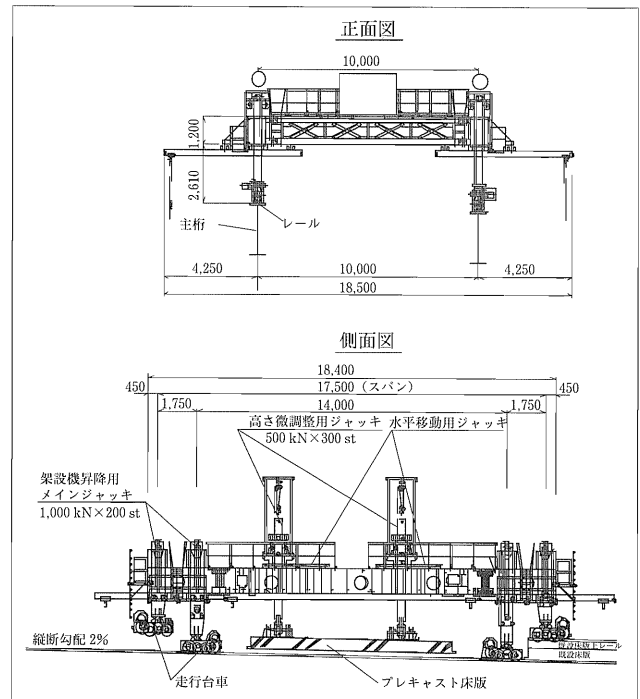


図-4 床版架設機構造図

3. 安全に関する取組み

本橋の施工は平成10年の着手から6年以上が経過しているが, その間に安全に対する取組みは日々改善されてきた。以下に特徴的な事項を挙げる。

(1) アーチリブ架設工法の変更による危険作業の削減

前述したように本橋のアーチリブ架設は仮支柱併用ピロン工法を採用したが、当初はエンドポスト・ピロン工法で計画されていた（図-5）。

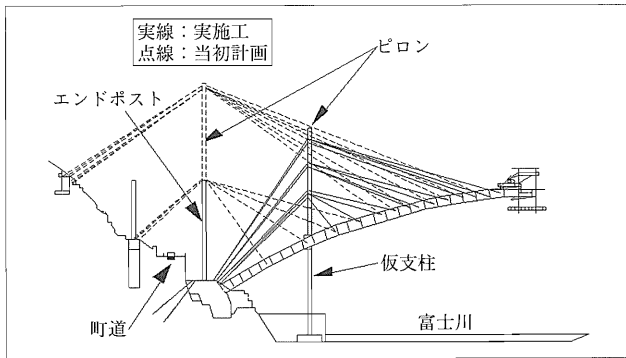


図-5 アーチリブ架設方法の比較図

これを見直すことで大幅なコストダウンと同時に、施工における危険要因の削減を行った。

- ① 架設する斜ケーブルの長さを大幅に短くすることで、架設重量を40%削減。この結果、転落・墜落及び飛来・落下災害の危険性が高い作業の量も同様に削減した。
- ② バックステイのカウンターウエイトとしてアーチアバット本体を使用することで、仮設のグラウンドアンカーを施工延長で75%削減。さらに実際に施工したアンカーは全てアーチアバット上の平坦な場所での作業であり、急斜面で滑落等の危険性が高い作業を皆無とした。
- ③ 名古屋方はアーチアバットの背面に町道が通っており、エンドポスト・ピロン工法では町道上空に架設する必要があったバックステイケーブルを、アーチアバットに定着させることで、町道との干渉を無くした。

(2) 安全に対する意識の向上

安全な施工を行うために最も重要なことは、作業を行う一人一人の安全に対する意識を向上させることである。

本橋においては以下のような取組みを行った。

(a) 来客対応を通しての安全意識の向上

当工事はいろいろな方々に見学していただく機会が大変多く、その数は施主及び企業体構成会社からの見学を除いても、年間3,500人以上（平成15年は上り線の完成を記念して一般開放を行ったため11,000人を超えた）であった。

これだけの数の見学者に対応するためには、常に受け入れられる状況を保つことが大切であり、具体的に以下のような事項の実施を通して安全意識の向上を図った。

- ① 場内の整理・整頓の徹底。特に見学者が最初に目にする場所は徹底的にきれいにする。
- ② 作業を行っている直近で見学する場合もあり、常に周囲に気を配る。
- ③ 立入ると危険な場所の明示は確実に行う。

(b) 絵葉書による新規入場者の安全教育

当工事では、平成13年10月の上り線アーチリブ閉合を記念して、写真-6のような絵葉書を作成し、それ以降、新規入場教育時に全員に配布してきた。これは、絵葉書により工事及び安全について説明することで、新規入場教育への興味を向上させ、安全作業に繋げることを目的として実施した。

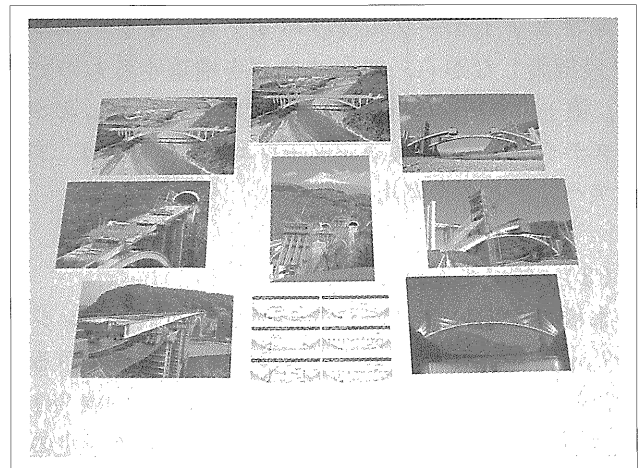


写真-6 絵葉書

(c) 声掛け運動の実施

「おはようございます」、「ご苦労様」など、日々の挨拶を積極的に行うことを通して、仲間が危険な行動を取った場合など、気軽に注意し合える環境創りを目指したものである。

(3) 安全設備

本橋の工事では、その特異性に対応した設備面での安全対策を実施している。以下の特徴的な事例を紹介する。

(a) アーチリブの昇降設備

アーチリブ上面及びボックス内には、進捗に合わせて昇降階段を設置するが、富士川橋では踏み面の角度を自由に調整でき、かつ軽量で組立て部材数が少ないアルミ製のタラップを採用した（写真-7）。

なお既成品の対応可能角度は20~70°であったが、

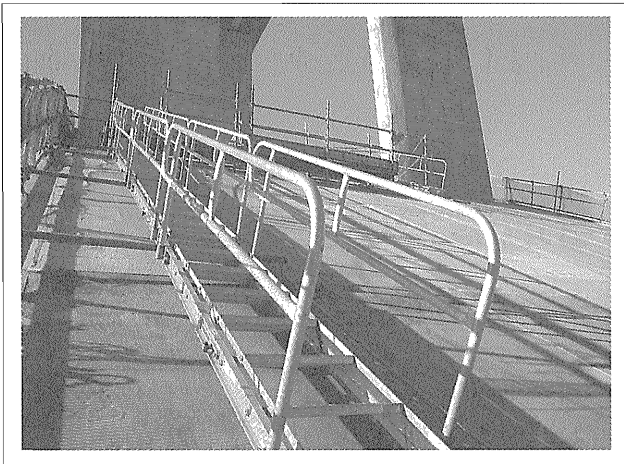


写真-7 アーチリブ上角度可変ステップ

アーチリブの傾斜変化に合わせて最低角度を 10° に改良した。

(b) プレキャスト PC 床版架設機

今回開発した架設機械は、昇降機能と走行機能を併せ持つ 8 本の脚を操作することで、吊上げ、運搬、架設が可能である (図-6)。

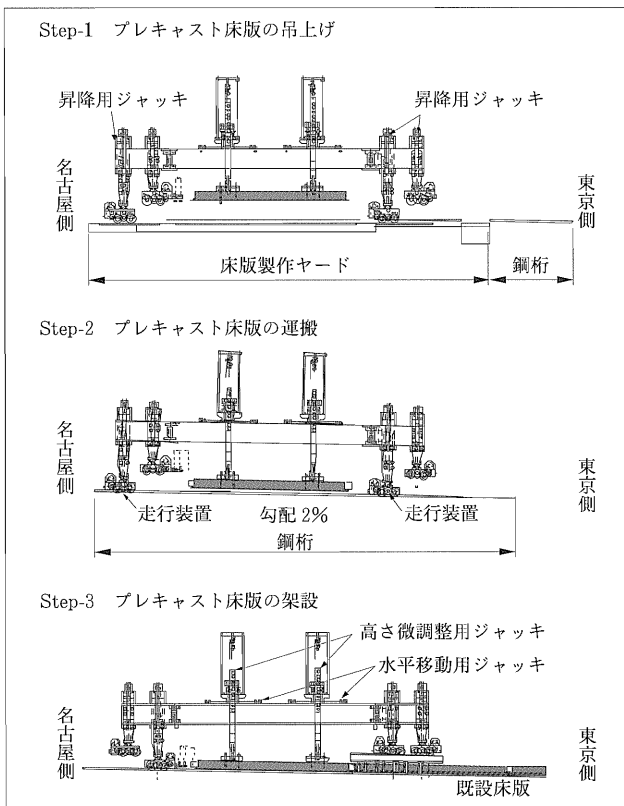


図-6 PC 床版架設順序図

本橋で採用したプレキャスト床版は前述したように 1 枚が大変重く、架設機械に掛かる負担も大きなものとなる。そのため、安全に機能するよう以下のような対策を取った。

- ① 8 本の脚に装備された油圧ジャッキは単動でも連動でも操作可能であるが、床版の昇降は連動で行い、その場合の同調精度を ±10 mm とし、特定の脚に荷重が集中することを防いだ。
- ② 走行装置は急激な発進、停止を行った場合、機械の損傷や脱輪等により大きな災害が想定されたため、インバータ制御を取入れることで滑らかな発進、停止を可能とした。
- ③ 各脚に緊急停止ボタンを配置し、万一トラブルが発生した場合、最寄りの者が押すことで、昇降及び走行の停止を可能とした。

5. おわりに

本橋は平成 16 年 12 月には下り線も完成し、現在は平成 17 年年 3 月 9 日の竣工に向けて、河川内の仮設物の撤去を行っている状況であり、最後まで無事故、無災害を目指し、安全意識の向上に努めていきたい。



《参考文献》

- 1) 福永, 山村, 園部, 渡辺, 大友: わが国最長スパン [265 m] の鋼・コンクリート複合アーチ橋を架ける, セメント・コンクリート, No. 674, pp. 36-44, 2003. 4
- 2) 貞光, 山村, 園部, 渡辺: 日本初の鋼・コンクリート複合アーチ橋の施工—第二東名高速道路・富士川橋一, 土木施工, Vol. 44, No. 5, pp. 65-72, 2003. 5
- 3) 山村, 松橋, 石井: 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一, 建設の機械化, No. 644, pp. 22-26, 2003. 10

【筆者紹介】



山村 徹 (やまむら とおる)
大成建設株式会社・株式会社フジタ・株式会社ピ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



利波 宗典 (とらみ むねのり)
大成建設株式会社・株式会社フジタ・株式会社ピ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 工務課長



園部 文明 (そのべ ふみあき)
大成建設株式会社・株式会社フジタ・株式会社ピ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