

急曲線補剛桁を有するコンクリートアーチ橋の設計と施工 — 棧1号橋 —

三井住友建設(株) 正会員 工修 ○内堀 裕之
 三井住友建設(株) 正会員 工修 玉置 一清
 三井住友建設(株) 正会員 工博 永元 直樹
 国土交通省中部地方整備局飯田国道事務所 小幡 敏幸

1. はじめに

棧1号橋建設工事は、急峻な木曾谷を縫うように走る国道19号の中でも、中山道の時代から難所として名高く、現在でも落石の可能性が極めて高い棧(かけはし)地区の2.7km区間の道路を、木曾川の対岸にルート変更する棧改良事業の起点部に位置する(図-1)。木曾川を大きくカーブしながら斜めに横断する道路線形を有していること、急流である木曾川河川内には基礎を設置することが困難であること等の条件から、支間長が150mを超える長大支間の曲線橋となる。また、当該地域は寒冷地であり凍結防止剤の影響が大きいこと、国道19号は代替道路のない重要幹線道路であり、大型車混入率が極めて高いことから、長期に及ぶ耐久性が要求される。本工事は、中部地方整備局で初めてとなる上下部一体工事の設計施工一括発注方式により平成20年に入札公告し、設計審査(技術対話)を経て、経済性に加え「100年橋梁」および「自然との調和」をコンセプトとした耐久性、維持管理性、景観性の観点からコンクリートアーチ橋を採用した。

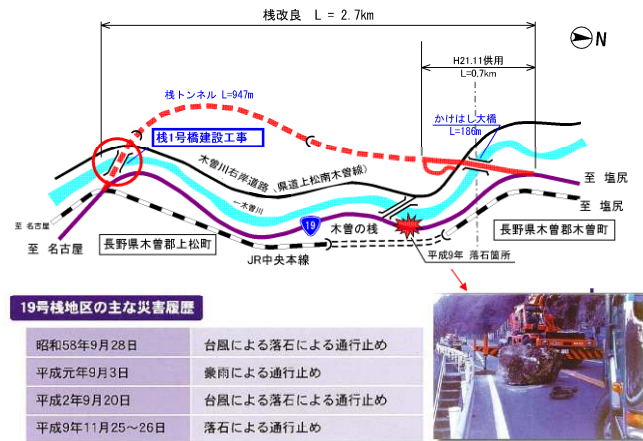


図-1 棧改良事業の概要

2. 橋梁概要

橋梁一般図を図-2に示す。橋長199m、アーチ支間155mで、道路平面線形はR=335mを有する(図-3参照)。道路幅員は、標準部で有効幅員9.5m+歩道2.0mで、全幅13.0mである。起点側には、現道との取付け区間として拡幅部を有する。

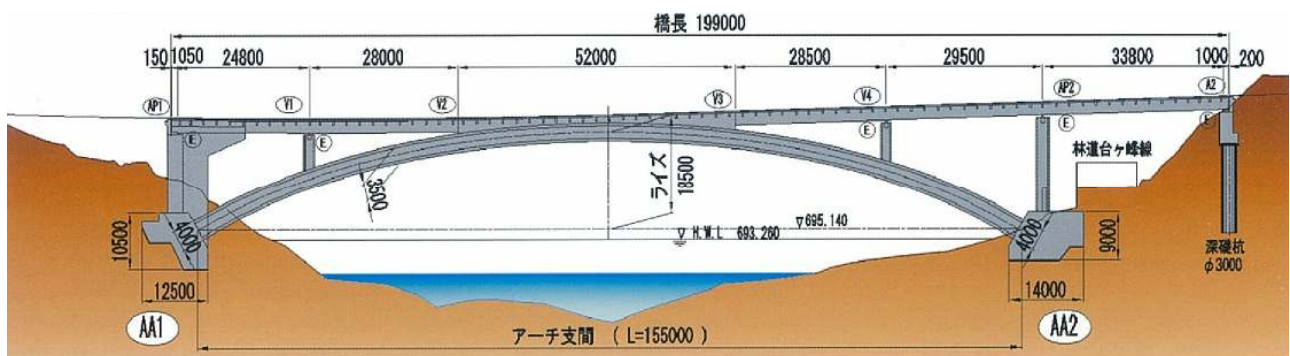


図-2 橋梁一般図(側面図)

3. 設計上の主な特徴

3.1 基礎構造

地盤条件は、左岸(AA1側)はCM~CH級の硬質岩であるが、右岸(AA2側)は一般の崖錘層よりも固結度の高い古期崖錘堆積物(dt1-sg層)であった。右岸アーチ基礎は、上部構造の軽量化および断面スリム化による長周期化によって地震時の応答を大幅に軽減し、直接基礎を成立させている。

3.2 使用材料

主要数量を表-1 に示す。アーチリブには、断面のスリム化および耐久性向上を目的に、高強度コンクリート ($\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$)、高強度鉄筋 (SD490)を使用する。また、木曽地域は、冬季の最低気温が -15°C 程度となり、凍結防止剤の散布が不可欠である。このため、塩害の影響を最も受け易い地覆には、 $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$ を使用し、完成後に表面含浸剤を塗布する。

表-1 主要材料 数量表

材料種別	工種	材料仕様	数量		用途
			数量	単位	
コンクリート	下部工	30-8-40BB	5064	m ³	アバット、エンドポスト
		24-8-25BB	216	m ³	A2橋台深礎
	上部工	50-40-25N	1937	m ³	アーチリブ
		30-8-25BB	98	m ³	鉛直材
		40-12-25	1539	m ³	補剛桁、地覆
		プレキャスト	805	t	水平リブ、PC板
鉄筋	下部工	SD345	526	t	
		SD490	258	t	
	上部工	SD345	840	t	
PC鋼材	上部工		46	t	補剛桁
メラン鋼材			454	t	

3.3 曲線への対応

曲線橋に対し、アーチ構造が採用された事例は極めて少ない。曲線の補剛桁をアーチリブで支持するためには、アーチリブも道路線形に合わせ、平面的に曲線とするか、アーチリブの幅員を大きくすることが考えられる。しかし、前者は構造的に脆弱となり、後者は重量増大のため、基礎構造等を含め、不経済になると考えられた。そこで、アーチリブの平面軸線は直線とし、道路線形のほぼ中央位置に配置し、補剛桁部の箱桁部 (ウェブ・下床版) も、API~V4 鉛直材近傍までをほぼ直線状にアーチリブ上に配置し、張出し床版の長さを変化させることで、曲線に対応する構造とした(図-3)。これにより、アーチリブの幅員を最小限とすることができ、また、曲線橋载荷によりアーチリブに生じるねじりモーメントも抑制できる。

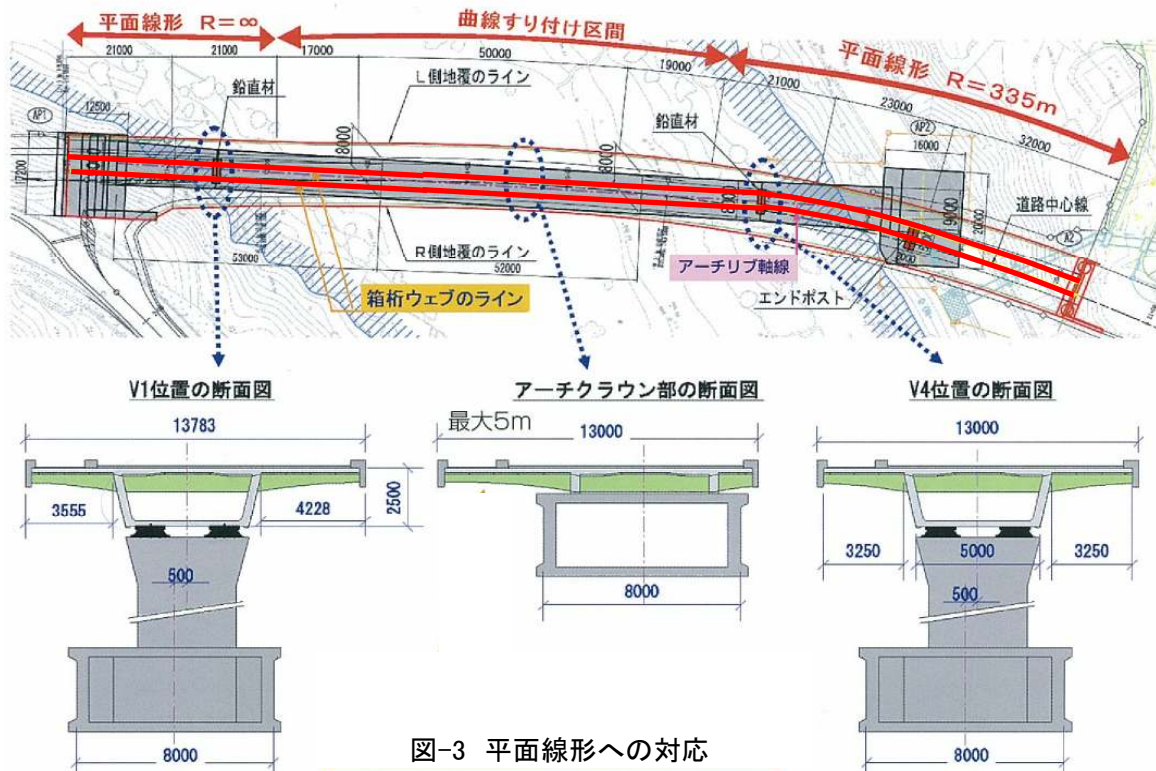


図-3 平面線形への対応

3.4 ハーフプレキャスト構造の採用 (4.4 参照)

上記、曲線への対応により、補剛桁幅員がアーチリブ上から最も下流側にはみ出すクラウン部では、最大 5m の張出し床版長が必要になる。この張出し床版を成立させるため、張出し床版には、2.5m ピッチで、水平リブを設置する構造を採用した。この水平リブは、工程短縮および耐久性向上を目的に、工場製作部材とした。さらに、水平リブ上に、同じく工場製作となる PC 板 (埋設底版型枠) を敷設し、場所打ち床版と一体化させることで、上床版を PC 合成床版構造としている。PC 合成床版は、旧建設省土木研究所・PC 建橋の共同研究¹⁾により、疲労耐久性が輪荷重走行試験にて確認されており、大型

車混入率が高く、代替道路のない国道19号に対し、床版打換え等による道路規制の抑制が期待できる。

4. 施工

4.1 施工概要

図-4 に上部工施工ステップを示す。長大アーチ橋では、斜吊り張出し工法やトラス工法により、コンクリートアーチを構築し、残り100m弱程度で、施工早期にアーチを安定させるための仮設鋼製アーチを用いたメラン工法が採用されることが多い。本橋の場合、現道である国道19号に接する施工条件から、バックステイアンカーの本数が制限されるため、アーチリブ基部から全長にメラン材を用いることとした。メラン材の閉合後、メラン上に巻立用特殊移動作業車を組立て、メランをコンクリートで巻き立てる。基部の巻立て施工時、クラウン部のメラン材は浮き上がり、大きな応力が発生する。これを緩和するため、クラウン部に吊り支保工を組立て、基部の巻立てと同時にコンクリート巻立てを行った。この施工手順は工程短縮の効果も期待している。コンクリート巻立て完了後、アーチリブ上に支柱式支保工を組立て、曲線橋となる補剛桁を施工する。

4.2 メランの架設

アーチアバットにピン支承を設置後(写真-1)、メラン材は6mを1ブロックとし、製作工場から1日1ブロックずつ搬入し、2主桁+対傾構・横構を地組み後、ケーブルクレーンを使用したケーブルエレクション工法により架設した(写真-2)。ブロック添接用の足場は、ケーブルクレーンにて容易に据付・移動が可能な吊り足場²⁾を使用することで、工程を短縮した。中央閉合ブロックは、仮組み検査時のメラン全長実測値およびメラン支承の設置誤差実測値に加え、閉合当日の気温の影響を推測し、最終ブロックの製作に反映することで、精度良く所定の形状(クラウン部のキャンバー382mm)にて閉合を完了した。

4.3 アーチリブの施工

メラン工法は、1978年の帝釈川橋で採用されて以来、H鋼を弦材としたトラス梁をアーチリブ箱桁ウェブ部に完全に埋め込む形式であった。2003年の頭島大橋で、メランを箱桁断面とし、アーチリブ箱桁の内部に残す新メラン工法が開発され³⁾、本橋でもこの新メラン工法を採用している。図-5に、本橋のアーチリブ断面詳細図を示す。従来メラン工法に比べ、メラン材を内型枠として使用でき、

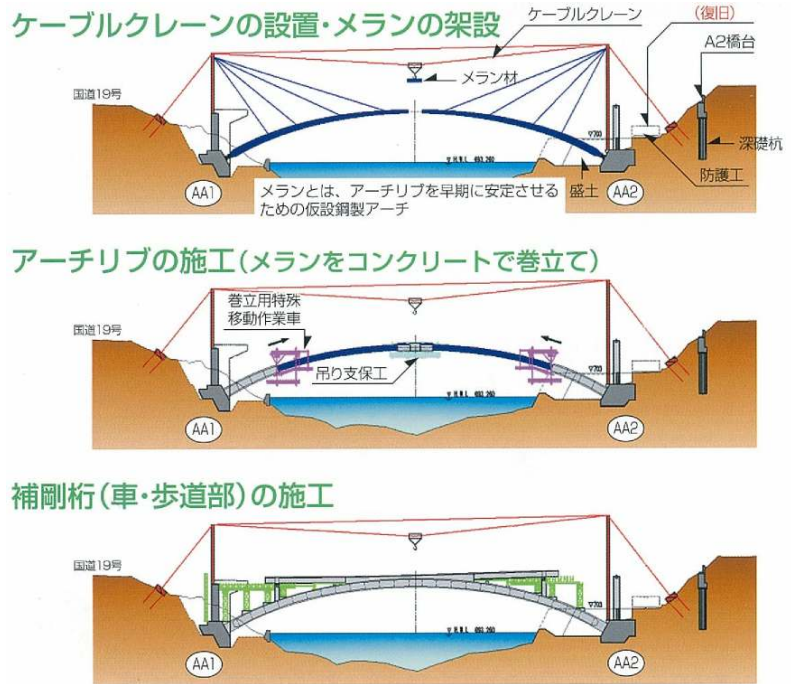


図-4 施工ステップ



写真-1 メラン支承設置状況



写真-2 メラン架設状況

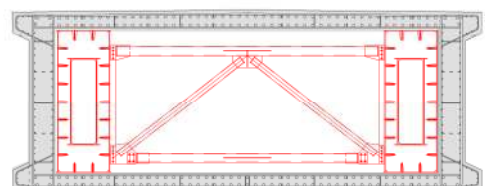


図-5 アーチリブの断面詳細

横構・対傾構の撤去を不要とすることから、工程の短縮を可能とする工法である。本工事では、1ブロック6mを実働10日サイクルで施工を完了した(写真-3)。

4.4 補剛桁部の施工

図-6 に補剛桁の施工手順を示す。アーチリブ上に支保工設置後、最初に工場製作部材である水平リブを所定の位置に固定する(写真-4, 5)。その後、ウェブ、下床版の鉄筋、型枠を組立て、箱桁のU断面部のコンクリートを場所打ちする。次に、水平リブ上にPC板を敷設し、上床版を場所打ちする。本工法では、張出し床版下の支保工が不要となるため、幅員の小さなアーチリブ上での施工が容易となる。



写真-3 コンクリート巻立て状況

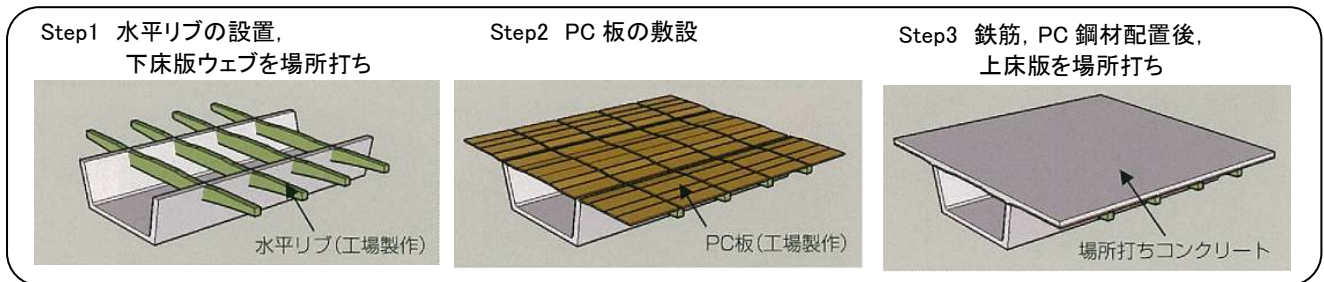


図-6 補剛桁の施工手順



写真-4 水平リブ設置状況



写真-5 水平リブ設置状況(鉄塔上から)

5. あとがき

本橋は、本報告執筆時点では曲線橋となる補剛桁施工に着手したばかりであり(写真-6)、2012年秋に、本体完成予定である。風光明媚な木曾川溪谷の風景にアクセントを加えると同時に、豊かな自然に溶け込み、長い年月、人々に親しまれる橋梁となることを切に願い、最後まで気を引き締め、施工管理に努める所存である。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所, PC 建協: コンクリート橋の設計施工の省力化に関する共同研究-PC 合成げた橋 (PC 合成床版タイプ) に関する研究, 平成 10 年 2 月
- 2) 江崎,武末,寺山,柴田,玉置: 龐大橋の施工, プレストレストコンクリート, Vol44,No.5, 2002
- 3) 伊藤,杉田,荒巻,中村: 頭島大橋の施工-新しいメラン工法を用いた複合アーチ橋, 橋梁と基礎, 2002-9



写真-6 2012年5月時点の状況