

# 下郷大橋の施工報告

## ～アーチ支間長 200m の RC 固定アーチ橋の施工～

Construction report of Shimogo Bridge (RC fixed arch bridge with arch span length of 200m)

虎本 真一<sup>\*1</sup>  
TORAMOTO Shinichi

高谷 貴公<sup>\*2</sup>  
TAKAYA Takatomo

渡辺 耕平<sup>\*2</sup>  
WATANABE Kohei

有賀 瞬<sup>\*3</sup>  
ARIGA Shun

甲斐 達也<sup>\*4</sup>  
KAI Tatsuya

小西 祐輔<sup>\*5</sup>  
KONISHI Yusuke

下郷大橋は、福島県の会津地方を南北に縦断する会津縦貫南道路の一部として整備中の小沼崎バイパス内に位置し、一級河川阿賀川の急峻な渓谷地形を渡河する、アーチ支間長 200 m の PC 補剛桁を有する RC 固定アーチ橋である。本橋の開通後は、利便性の向上や産業振興、交流拡大に寄与し、福島県の復興が加速することが期待されている。本橋の構造形式・架設方法は、景観への配慮・走行性・維持管理性・経済性と急峻な渓谷地形を総合的に考慮して決定された。本稿では、下郷大橋のアーチリブ・鉛直材・PC 補剛桁の特徴を紹介するとともに、①3つの断面形状と2種類の架設工法に対応する移動作業車を用いたアーチリブの施工、②2主版桁としては最大級の支間長を有するPC補剛桁の支保工構造の工夫と施工手順、③アーチリブ施工時に鉛直材と補剛桁を並行して施工することによる工程の合理化、について報告する。

キーワード：RC 固定アーチ橋、斜吊り張出し架設、鋼メラン材、ピロン、新メラン工法、PC 補剛桁

### 1. はじめに

下郷大橋は、現在整備中の一般国道 118 号小沼崎バイパスの区間に建設され（図 1）、一級河川阿賀川の急峻な渓谷地形を渡河する橋長 324.5 m、アーチ支間長 200 m の PC 2 主版桁の補剛桁を有する上路式 RC 固定アーチ橋である（表 1）。小沼崎バイパスは、会津若松市から南会津町を結ぶ会津縦貫南道路の一部で、延長 1.5 km の道路である。本道の整備により、国道 118 号の安心安全で円滑な交通が確保され、利便性の向上や産業振興、交流拡大などに寄与し、福島県の復興が加速することが期待されている。

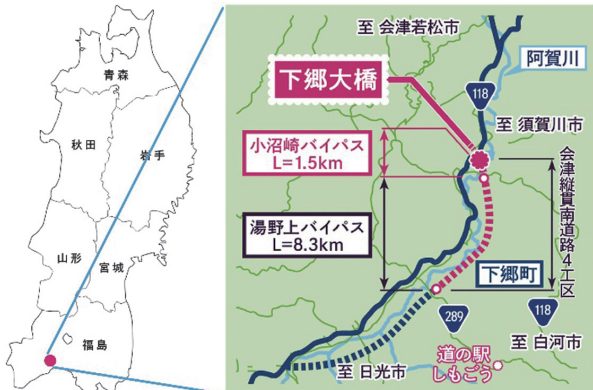


図 1 位置図

表 1 橋梁諸元

工事名	道路橋りょう整備(再復)工事(橋梁上部)	
発注者	福島県 南会津建設事務所	
施工者	川田・安部日鋼・三立特定建設工事共同企業体	
工事場所	福島県南会津郡下郷町大字小沼崎地内	
路線名	国道118号	
道路区分	第3種 第2級	
設計速度	60 km/h	
構造形式	上部	RC固定アーチ橋(補剛桁・PC連続2主版桁)
	下部	逆T式橋台
	基礎	A1:場所打ち杭φ1200 A2:深礎杭φ2000 AA1:直接基礎 AA2:大口径深礎φ11000
橋長	342.500 m	
アーチリブ	支間長	200.000 m
	アーチライズ	36.500 m
	全高	4.000 m
	全幅	7.000 m
	支間割	39.750 + 3@29.000 + 50.000 + 3@29.000 + 39.000 + 38.150
補剛桁	桁高	1.800 m ~ 2.750 m
	全幅員	10.410 m
	有効幅員	9.500 m
	平面線形	A170 L=72.25 ~ R=∞ ~ A180 L=75.348
	斜角	A1:θ=90° A2:θ=75°
	縦断勾配	0.40%
	活荷重	B活荷重
架設工法	メラン併用斜吊り張出し工法	
適用示方書	道路橋示方書 I~V 平成24年	

下郷大橋の橋梁一般図を図 2 に示す。本稿では、下郷大橋の特徴を紹介するとともに、アーチリブと PC 補剛桁の施工における課題とその対応について、施工ステップ順に報告する。

\* 1 川田建設(株)東京支店工事事務所 担当部長 (PC 工事担当)  
\* 2 川田建設(株)東京支店工事事務所 担当工事長  
\* 3 川田建設(株)東京支店技術部技術課 主幹

\* 4 川田建設(株)東京支店工事事務所 主任  
\* 5 川田建設(株)東京支店工事事務所 主任

## 2. 下郷大橋の特徴<sup>1)</sup>

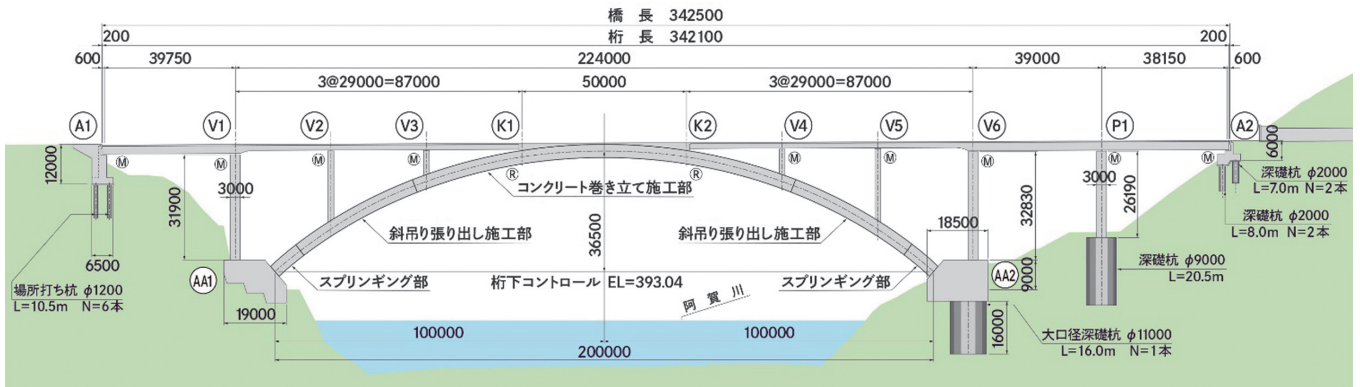


図2 橋梁一般図

### (1) アーチリブの特徴

アーチリブは、コンクリート断面のみで張出し施工を行う区間と、鋼メラン材を支保工としてコンクリートを巻立てる区間で構成される。また、施工時に発生する引張力に対しては、アーチリブの上縁に配置したPC鋼棒でプレストレスを導入して抵抗する設計である。

スプリングングから10.0 mの部分（以下スプリングング部（図3））は、箱桁の充実断面から中空断面に変化する場所打ち支保工施工区間である。

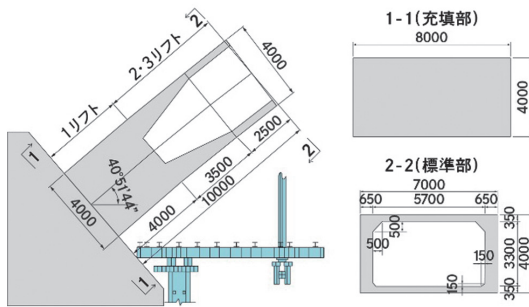


図3 スプリングング部側面図・断面図

スプリングング部から先の40.0 mの区間は、幅7.0 m、高さ4.0 m、ウェブ幅0.65 m、上下床版厚0.35 mの箱桁断面（図4）となっており、移動作業車を使用して斜吊り張出し架設工法で施工する区間である。

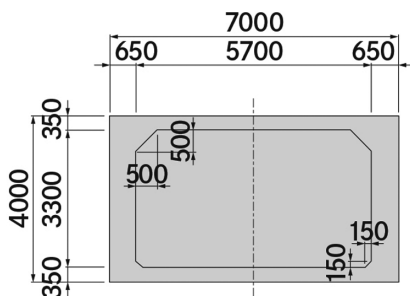


図4 斜吊り張出し施工部断面図

斜吊り張出し架設工法による施工区間から先のアーチリブは、コンクリートウェブ幅を0.4 mに変更した箱桁断面（図5）となっており、鋼メラン材を支保工としてコンクリートを巻立てるメラン工法で施工する区間で

ある。本橋で施工したメラン工法は、アーチリブ内空部分の内型枠を兼用して施工する通称「新メラン工法（特許第4425500号）」である。

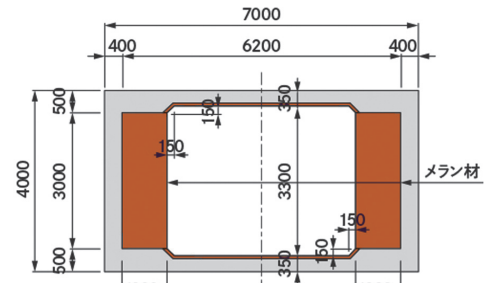


図5 メラン工法施工部断面図

### (2) 鉛直材の特徴

アーチリブ上の鉛直材は天端部が張出しを有する形状（図6）であり、下端の剛結部はアーチリブの内側にハンチを設けて地震時に発生するコンクリート応力を緩和する構造となっている。

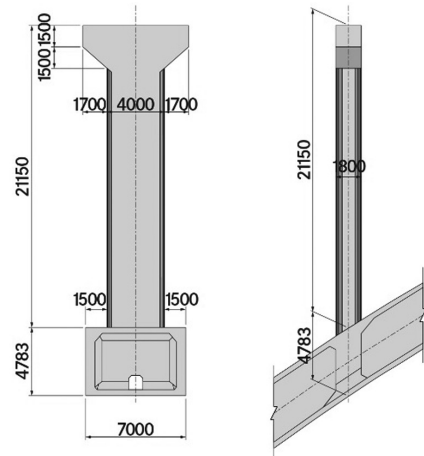


図6 鉛直材断面図・側面図

### (3) 補剛桁の特徴

補剛桁はPC 2主版桁であり、側径間部最大支間長は2主版桁橋としては最大級の39.750 mである。アーチ径間上の鉛直材間隔（補剛桁支間）もPC補剛桁を有するアーチ橋としては最大級の29.0 mであり、断面形状



は図7のとおりである。補剛桁は、アーチクラウン部でアーチリブと剛結した連続桁であり、走行性・維持管理性・耐震性を向上させた構造となっている。

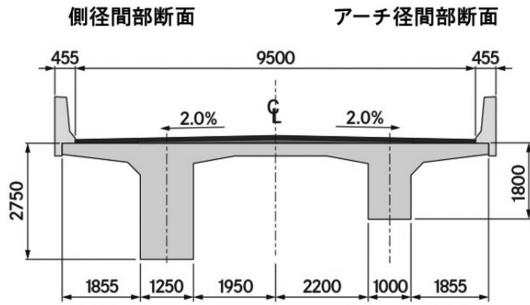


図7 補剛桁断面図

### 3. アーチリブの施工<sup>2)-4)</sup>

#### (1) スプリング部

アーチリブのスプリング部は固定支保工で施工する必要があったが、左岸側（AA1側）のスプリング部直下の地形条件では、地面を基礎とした固定支保工を設置することができなかった。そこで、アーチアバットから張り出させた支保工梁（H900鋼材）から吊り下げて施工する吊り支保工方式とした（写真1）。



写真1 スプリング部吊り支保工施工状況

#### (2) 斜吊り張出し施工部

斜吊り張出し架設工法区間は、全天候型の移動作業車をスプリング部で組み立て、4.0 mの長さのブロックで張出し施工を行った（写真2）。斜吊り施工は、グランドアンカーで固定したアンカーブロックを支点として、バックステイ（H900鋼材とPC鋼材）によりエンドポスト頂部を固定し（写真3）、斜吊り材としてPC鋼材を1ブロックごとに設置し、緊張を行った（図8）。

移動作業車の構造は、一般的な張出し施工で使用されている移動作業車と同様であり、主構トラス・走行装置・下部作業台から構成される。そして、移動設備は、約41°～約3°に傾斜が変化するアーチ部材の斜面上で移動



写真2 移動作業車による斜吊り張出し施工状況



写真3 エンドポスト頂部固定状況

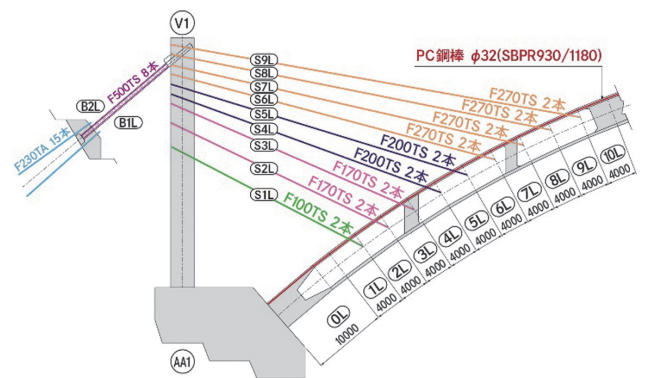


図8 斜吊り張出し用PC鋼材配置

および固定するための機能を追加した。具体的には、移動作業車の前進は、アーチリブ天端に走行レール、主構トラスの下端に前車輪・後車輪を装備して、ストローク200 mmの50 t油圧センタージャッキ2台を推進力として行った。さらに、通常より急こう配の移動となるため、移動用・移動中ジャッキ盛替え用の2種類のPC鋼棒（φ32）に加え、フェールセーフとして移動時のすべり止め用のPC鋼棒（φ32）を設置し、逸走防止対策を強化した。走行レールの固定は、アーチリブに垂直に



埋設したPC鋼棒（φ32）をレールアンカーとして使用し、移動作業車前進時の上揚力を支持する構造とした（図9）。さらに、傾斜したアーチリブ上に走行レールを設置することにより発生する滑り力への対策としては、走行レール先端にレールストッパーを設置し（図10）、アーチリブ小口面でレールを支持する構造とした。このレールストッパーは、移動完了後に格納することで、次施工ブロック施工時の障害とならない構造とした。

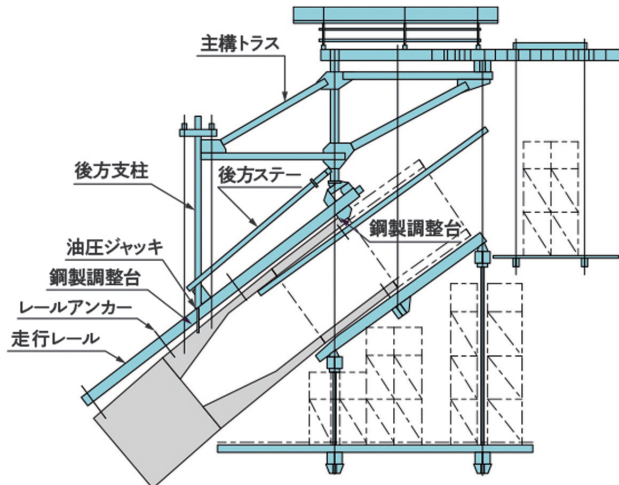


図9 斜吊り張出し架設工法用移動作業車

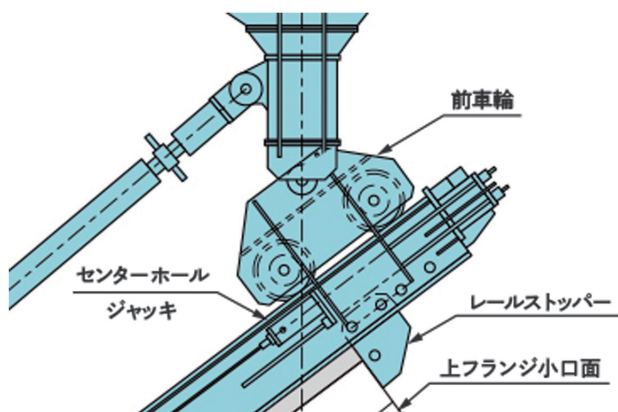


図10 走行装置すべり止めレールストッパー

傾斜が変化するアーチリブの型枠支保工材を支持する主構トラスは常に水平を維持するため、主構トラスの後方支柱・鋼製調整台・後方支柱下端の油圧ジャッキ（能力700 kN、ストローク150 mm）で傾斜を調整した。後方支柱（□250×250×12）はブロックごとに高さを調整できるように、ピン固定で220 mmから260 mmのピッチで高さを調整できる伸縮構造とした。また、長さ調節機能付きの後方ステイを設置することで、主構トラスの形状を保持した。もう1つの勾配調整部材となる鋼製調整台は、前方・後方のジャッキ下に配置した。鋼製調整台は、ブロックごとの勾配に合わせて製作し、1支点あたり最大11個のM30のセラミックインサート・仕上げボルトでアーチリブ斜面に固定し、1主構あたりの最大滑

り力79 kNの移動作業車からの作用荷重を支持した。

### (3) 鋼メラン材の架設

鋼メラン材の架設は、2条の15 t吊りケーブルクレーンで吊り上げて架設できるよう分割したブロックを、斜吊り張出し施工区間の最終ブロックに埋設したアンカーフレームを起点として順次接合し、張り出しながら架設した（写真4）。



写真4 ケーブルクレーンによる鋼メラン材吊上げ

鋼メラン材を張り出しながら架設する際は、アーチリブ中間点に設置した鋼製ピロン（塔柱）を支点として、鋼メラン3部材を接合するごとに斜材を配置してバランスを取りながら施工する「ダブル斜吊り工法」で架設した（写真5）。



写真5 鋼メラン材架設状況

鋼メラン材のスプリングとピロンの支点は、ピン構造が採用されることが多いが、本橋は鋼メラン材とピロンに作用する荷重が大きいので、ピン構造とすると支承部材が大きくなりすぎてしまうことから、剛構造が採用されている（図11、写真6）。この構造に対して、剛結部の安全性を確保するために、アーチリブ自体の計測管理（アーチリブ発生応力・変位・斜吊り材張力）に加え、メラン材とピロンの変位と発生応力を計測管理することで構造的な安全性を確保した（図12）。管理値は、架設時に発生するコンクリートアーチと鋼メラン材の応力に対して閾値を設けて行った。その結果、鋼メラン材を安全に閉合することができた。



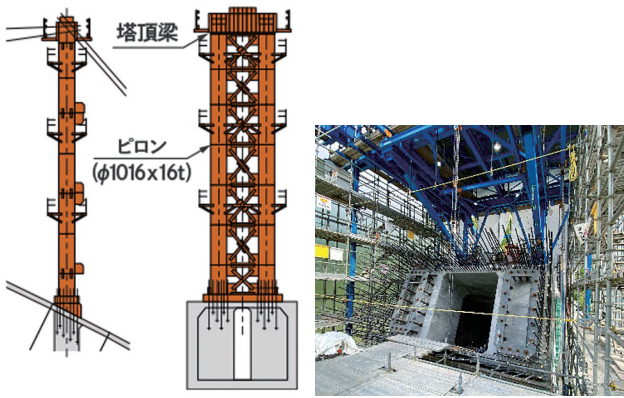


図 11 ピロン設置要領 写真6 鋼メラン材基部

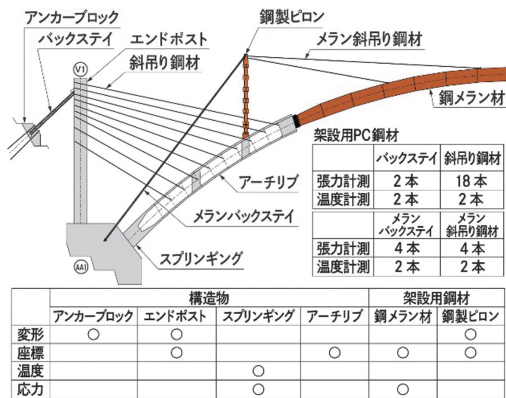


図 12 アーチリブ施工時の計測概要

(4) 鋼メラン材巻立て施工部

メラン工法は、コンクリート巻立て専用の移動作業車を使用して施工する事例が多いが、本橋は開通までの工期が厳しく、ケーブルクレーンを用いた移動作業車の組立て・解体に時間を要することから、斜吊り架設工法で使用した移動作業車を改造して使用することとした。その追加設備としては、鋼メラン材で前方のコンクリート荷重を支持する梁、外型枠組立て前に先行して鋼メラン材を巻き立てるように鉄筋を組み立てる前方足場、である(図13)。また、コンクリート巻立て用型枠設置前に組み立てる鉄筋の固定は、鉄筋支持用アンカーで行った(写真7)。

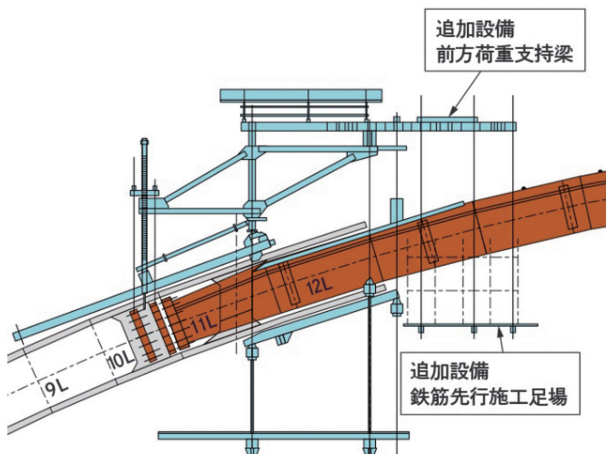


図 13 鋼メラン材巻立て施工用移動作業車



写真7 鉄筋先行組立て状況

鉄筋組立て後、コンクリート巻立て用に設備を追加した移動作業車を前進させ、外型枠と上床版内型枠を組み立ててコンクリートを打設した。

コンクリート巻立て施工部は、幅1.0mの鋼メラン材の下側にコンクリートを充填させる必要があった。そこで、鋼メラン材の下側に確実にコンクリートを充填できるワーカビリティのコンクリート配合を決定するため、実物大のコンクリート打設試験を実施した(写真8)。

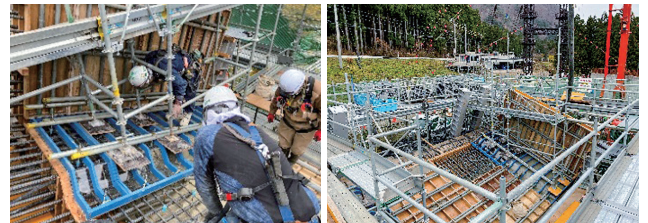


写真8 実物大コンクリート打設試験状況

実物大コンクリート打設試験は、コンクリート巻立て施工部の最大勾配部21°を想定し、スランプ15cmと18cmの2種類のコンクリートで実施した。コンクリート打設後、鋼メラン材の下側となる部分の型枠を解体し、スランプ15cmでも問題なく充填できることを確認した。実使用コンクリートは、コンクリート打設箇所でのワーカビリティを確保するため、コンクリートポンプ車による配管圧送時のスランプロス等を考慮し、現場到着時のスランプ18cmを確保できるコンクリート配合を選定した。

(5) 移動作業車の解体

アーチリブ施工用の移動作業車は、アーチリブ中央のアーチクラウン部付近にて、鋼メラン材の架設でも使用した2条の15t吊りケーブルクレーンを用いて解体した(写真9)。

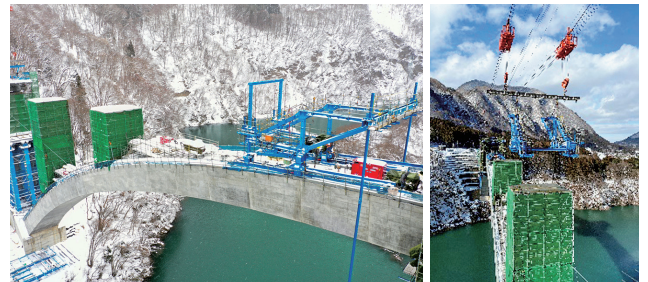


写真9 移動作業車解体状況

4. 補剛桁の施工

補剛桁の施工は、両側の橋台から中央閉合部に向かっ



て1径間ごとに分割施工を行った。このとき、アーチリブに補剛桁施工時の荷重が作用するとアーチリブが上向きに変形し、アーチリブ中央付近で上縁にひび割れが発生する危険性のある引張応力が発生することから、アーチリブ上の補剛桁を施工する前にアーチリブ中央のクラウン部のコンクリートを打設した。

アーチリブ上の補剛桁は、鉛直材にブラケットを設けてH鋼梁を用いた梁式支保工にて施工することが多いが、本橋は鉛直材の間隔が長いので、長スパンの特殊支保工梁を使用する必要があった。しかし、鉛直材の形状が張出し形状であり、支保工梁を支持するブラケットを取り付けるスペースがないことから、アーチリブ上に支保工支柱を設置する方法とした。アーチリブの斜面上に設置する梁支柱支保工の支柱は鉛直材付近のみとなるように配置計画を行い、梁支柱支保工の支柱高さは作業性も考慮してできるだけ低い高さに決定した。アーチリブの斜面上に設置する支柱の基礎は、移動作業車の滑動防止のために使用したセラミックインサート（M30）で固定できる金具を製作し、滑動防止を行った（写真10）。

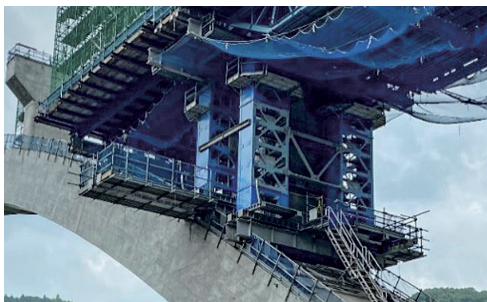


写真10 梁支柱支保工基礎梁設置状況

アーチリブ上に支保工支柱を設置することで発生する支保工反力によって、計算上の摩擦力が斜面滑動力を上回る箇所については、基礎梁（H200）を支保工基礎とする（写真11）くさび結合方式の支保工を橋軸方向に直接組み立てた。

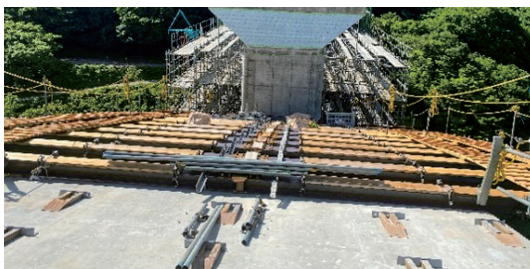


写真11 くさび結合支保基礎梁(H200)設置状況

## 5. 工程の合理化

架橋地域は特別豪雪地域に指定されており、積雪期においても工程の進捗を停滞させずに施工することが課題であった。通常、コンクリートアーチ橋の施工は、アーチ部→鉛直材→補剛桁の順序で行う（図14）。しかし、この順序で施工した場合、積雪期に補剛桁を施工する必

要があり著しく非効率な施工となることから、工程の遅延が予想された。そこで、アーチリブ施工と並行して鉛直材と補剛桁を施工するために、斜吊り材の撤去時期等を調整するための設計見直しを行うとともに、バックステイなどアーチリブの施工に必要な仮設材を設置した状態での補剛桁施工を可能とする支保工形状等を検討した。その結果、アーチリブ施工期間中の積雪期には鉛直材の一部を、非積雪期には補剛桁の一部を並行して施工することができた（図15）。アーチリブと補剛桁・鉛直材の並行施工により、工事期間中は積雪による工程の停滞を発生させることなく、補剛桁工・橋面工の施工を従来のアーチ橋施工工程よりも早期に完了することができた。

	11月	3月	11月	3月
アーチリブ工	■	■	■	■
鉛直材工		■		■
補剛桁工・橋面工			■	■

図14 従来のアーチ橋工程イメージ

	11月	3月	11月	3月
アーチリブ工	■	■	■	■
鉛直材工		■		■
補剛桁工・橋面工		■	■	■

図15 下郷大橋で実施したアーチ橋工程イメージ

## 6. おわりに

下郷大橋上部工工事は、2019年3月に着工し、2023年3月に完成した（写真12）。本稿で報告した施工上の課題とその対応が、今後の長大コンクリートアーチ橋の計画・設計・施工の一助となれば幸いである。最後に、約4年間の工事期間中、多大なるご指導・ご協力を賜りました関係者の皆様に本紙面を借りて謝意を表します。



写真12 下郷大橋完成写真

## 7. 参考文献

- 1) 田村, 鈴木, 佐藤, 泉田: 国道118号小沼座バイパス下郷大橋の計画・設計, プレストレストコンクリート2022 Vol.64 No.1 (一般号), pp.61-65, 2022.1
- 2) 佐藤, 泉田, 高谷, 大西, 諸岡, 有賀: 下郷大橋のアーチリブ施工—アーチリブ中間位置にピロンを有する張り出し架設工法による施工—, 橋梁と基礎, pp.2-13, 2022.5
- 3) 有賀, 大竹, 虎本: 下郷大橋におけるアーチリブ施工, 建設機械施工, pp.49-53, 2022.8
- 4) 有賀, 虎本, 高谷, 渡辺: 下郷大橋のアーチリブ施工, プレストレストコンクリート工学会, 第31回シンポジウム論文集, pp.367-370, 2022.10