

ござれや阿賀橋の施工

Construction of the Gozareya -Aga Bridge (Open Box Girder with Composite Slab)

齊藤直政*¹ 内川尊行*² 熊倉正徳*³ 矢ヶ部 彰*⁴
 Naomasa SAITO Takayuki UCHIKAWA Masanori KUMAKURA Akira YAKABE

Summary

The steel open box girders in GozareyaAgaBasi division have the characteristics below:

- ・ Because of adopting the open box girder, manufacturing costs are reduced compared with the conventional box girders.
- ・ Because of adopting the sandwiches composit slab, greater cantilever span compared with the conventional concrete composit slabs.
- ・ At Agano River crossing (A1 ~ P4) , the slide erection methods are adopted with temporary landing piers in the river . the construction is completed in the one dry season, the schedule is shortened.
- ・ At Agano River crossing (P4 ~ P12) , the pontoon erection methods are adopted with bents and temporary structures in the river . the construction is completed in the one dry season, the schedule is shortened.

キーワード：開断面箱桁、サンドイッチ型複合床版、非出水期、急速施工、横取り架設、台船一括架設

1. はじめに

近年の交通量の増加により、阿賀野川下流域を渡る道路では、朝夕を中心に深刻な交通渋滞が生じている。「ござれや阿賀橋」（以降：本橋）は、これらの解消を目的として阿賀野川に架橋される橋長937mの橋梁で、7径間及び6径間連続鋼・開断面箱桁（活荷重合成）の2連で構成されている。

本橋の特徴としては、①開断面箱桁の複合ラーメン構造にサンドイッチ型複合床版を採用した、②1回の非出水期（10月～翌年5月末）を含む10ヶ月で鋼桁架設と

床版施工を終える急速施工を必要とする、があげられる。

本稿では、ござれや阿賀橋の①構造特性に伴う現場施工の課題、②急速施工に伴う現場施工の課題、③各々の課題の対応方法、を中心に工事内容の報告をする。

2. 本橋の構造特性に伴う現場施工の課題と対応

(1) 構造概要および諸条件

表-1に本橋の設計緒元表を、図-1に本橋の一般図を、図-2に本橋の標準断面図を示す。

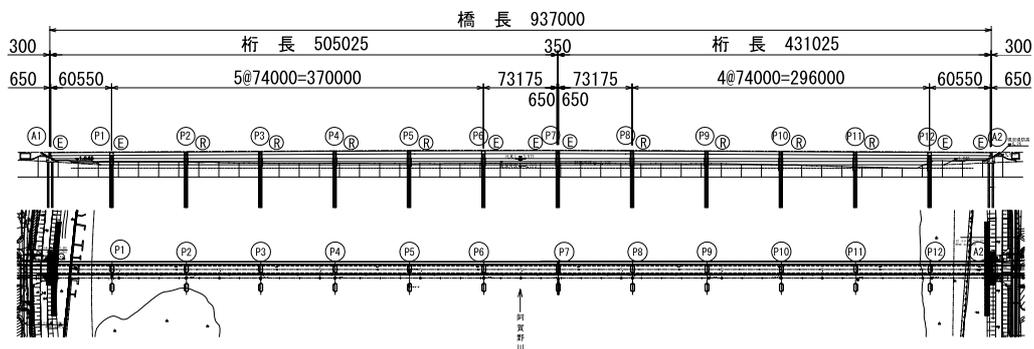


図-1 ござれや阿賀橋 一般図

*1(株)宮地鐵工所 工事本部工事部次長

*2(株)宮地鐵工所 工事本部工事部大阪工事グループ係長

*3(株)宮地鐵工所 千葉工場計画部計画グループ係長

*4(株)宮地鐵工所 千葉工場技術部設計2グループ課長

表-1 設計諸元

道路規格	第3種1級 (V=60km/h)	
構造形式	7径間連続桁鋼・開断面箱桁 (活荷重合成) 6径間連続桁鋼・開断面箱桁 (活荷重合成)	
線形	幅員	12.250m
	平面線形	R=∞
	縦断線形	i=0.5% ▲ ~ ▼ i=0.5%
橋格	B活荷重	
雪荷重	1.0kn/m ²	
主要材料	SM400, SM490Y, SM570 主構造：3121tf, 複合床版：2362tf	
橋長	937m	
支間長	60.550+5@74.000+73.175m 73.175+4@74.000+60.550m	
床版	サンドイッチ型複合床版 (t=268, 12034 m ²)	
現場溶接延長	主桁	14,899m (6mm換算)
	床版	21,584m (6mm換算)
適用図書	道路橋示方書・解説I 共通編II 鋼橋編, 2002.3 設計要領 (H15.4 北陸地方整備局, 建設技術協会)	

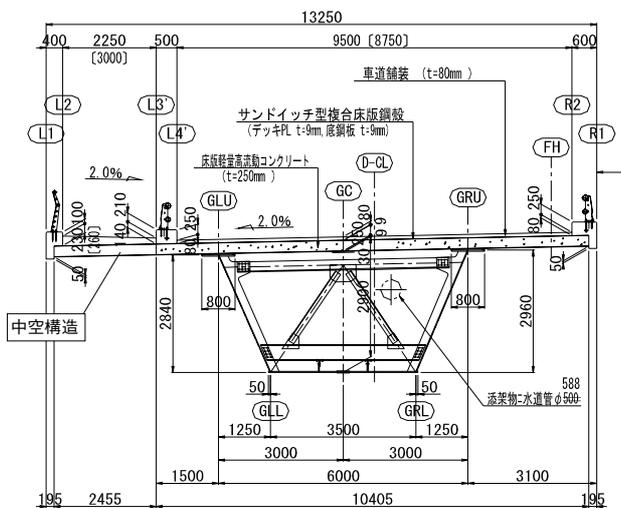


図-2 標準断面

本橋は阿賀野川に対して90度に渡河する直線橋で、最大支間は74mである。合理化構造の開断面箱桁に合成桁設計を採用して更なるコストを削減しつつ、コンクリート橋脚に剛結するラーメン構造を採用して耐震性の向上を図っている。また、サンドイッチ型複合床版の採用により、3.1mの床版張出長を成立させている。

鋼桁の現場継ぎ手は複合継ぎ手であり、比較的板厚が小さい下フランジとウェブは高力ボルト継ぎ手、板厚が大きい上フランジは現場溶接継ぎ手を採用している。

(2) サンドイッチ型複合床版

本橋で採用したサンドイッチ型複合床版の構造概要を図-3に示す。同床版は製作工場にて、板厚9mmの底鋼板の上に250mmのH形鋼を溶接し、同H型鋼の上フランジ上に板厚9mmのデッキプレート被せて溶接した、中空構造のパネルを製作する。これを現場に持ち込み、上下の鋼板の間に高流動コンクリートを充填して合成化する構造であり、上面のデッキプレートが従来の複合床版に比べて床版の張出量を大きくすることを可能としている。(本橋の地覆込みの張出長：3.1m=2.5+0.6) また、本橋は歩道部の床版を中空状態にして、死荷重の軽減を図っている。

従来の鋼・コンクリート複合床版の構造と大きくなる点は、底鋼板とデッキプレートの間にコンクリートを充填する点である。この構造上の特徴から、コンクリートの品質確保にあたって、①コンクリートを確実に充填する打設要領、②コンクリートの充填状況の確認、が課題となった。

1) コンクリート打設方法

本橋の床版コンクリートの打設要領を決定するにあたって、実物大の供試体を製作し、現地の施工条件を再現した充填性施工試験を行った。同施工試験の着目点は次の通り。

- ① 高流動コンクリートの打設要領。
- ② 高流動コンクリートの充填状況。
- ③ 充填状況の確認方法の妥当性確認。

写真-1にコンクリート充填性施工試験の状況を、図-3に試験結果を踏まえた打設要領を、写真-2に同要領による実橋のコンクリート打設状況を示す。



写真-1 コンクリート充填施工試験状況

供試体のコンクリート打設は図-4の要領で実施し、充填状況は供試体の切断断面を観察して確認した。供試

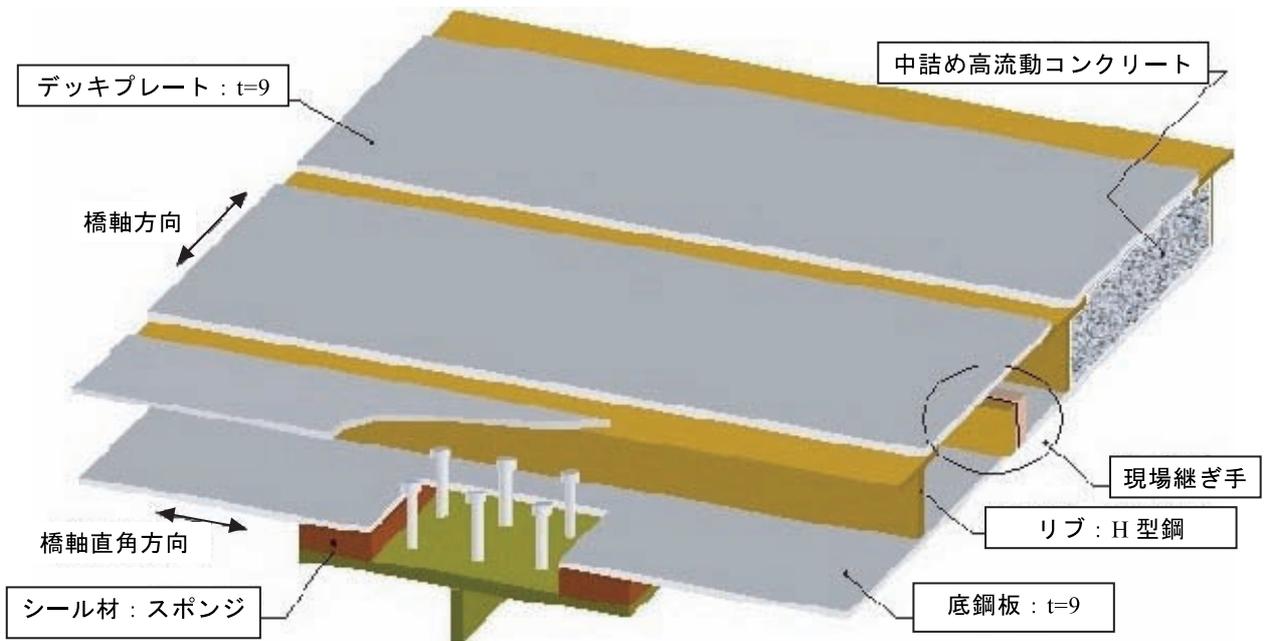


図-3 サンドイッチ型複合床版の概要図

体の充填状況は良好であり、実施工も同打設要領を採用した。写真-3に供試体のコンクリート充填状況を示す。

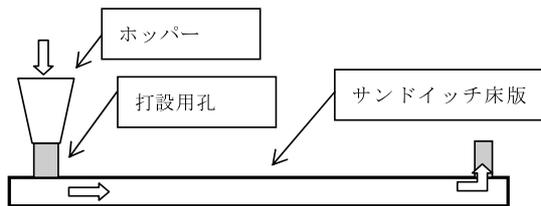


図-4 コンクリートの打設要領

いて確認した。写真-4に供試体の非破壊検査状況を示す。



写真-2 コンクリート打設状況



写真-3 供試体切断状況（充填状況破壊検査）



写真-4 非破壊検査（打音・シュミットハンマー試験）

2) 充填状況の非破壊検査方法の妥当性確認

デッキプレートと底鋼板間のコンクリートの充填状況に対する非破壊検査は、①打音検査⇒②シュミットハンマーで異音部の反発計数確認（写真-4）、とした。同要領の妥当性は、前述のコンクリート充填施工試験体を用

なお、打音確認の実施時期はコンクリート打設直後として、硬化後の温度変化等が原因となって生じる「鋼桁とコンクリートの剥離」と「充填不良による空隙」を区別できるようにした。また、シュミットハンマーの反発係数が20以下の部位を空隙とみなし樹脂充填を施した。

(3) 中間支点でのコンクリート脚との剛結

構造概要で述べたとおり、本橋の中間支点は、一部を除いてコンクリート橋脚と剛結するラーメン構造である。鋼桁とコンクリート橋脚を剛結する際の手順は、一般的に次の2つの方法が採用されている。

① 支点ブロック架設⇒同ブロックとコンクリート脚を剛結⇒支間部を鋼桁架設

② 鋼桁架設⇒鋼桁とコンクリート脚を剛結

本橋の設計思想では後者が選択されているため、①コンクリート硬化期間中の鋼桁と橋脚の固定方法、②橋脚や鋼桁の施工誤差調整方法、が課題となった。

1) コンクリート硬化期間中の鋼桁と橋脚の固定

中間支点の剛結要領を図-5に示す。課題であるコンクリート硬化期間中の鋼桁と橋脚の固定は、橋脚上に設置した仮受架台を介して対応した。仮受架台と橋脚の固

定はアンカーボルトを使用し、仮受架台と鋼桁の固定はHTBを使用した。なお、仮受け架台の照査荷重は、温度変化による鋼桁の収縮とした。

2) 施工誤差の調整

橋脚の施工誤差および、鋼桁の製作・据付誤差の調整は、剛結橋脚間に1台の調整ブロックを設けて対応した。

具体的には、①実仮組立を行って鋼桁の出来形を把握、②橋脚の支間長の出来形を把握、③鋼桁および橋脚の出来形を調整ブロックの部材長および添接板の製作に反映、の手順により施工誤差を吸収した。

(4) 複合継ぎ手の施工

本橋の複合継ぎ手は、比較的板厚が小さい下フランジとウェブに高力ボルト継ぎ手を、板厚が大きい上フランジは現場溶接継ぎ手を採用しているため、上フランジに偏って生じる溶接収縮の影響が課題となった。

これに対して、図-6の要領で算出した溶接収縮による付加キャンバーを製作キャンバーに加味した。本橋は一般の橋梁に比べて橋長が長いため、橋梁中央の付加キャンバー量は、A1～P7：2650mm、P7～A2：1890mm、となったが、この対応により良好な出来形を確保できた。

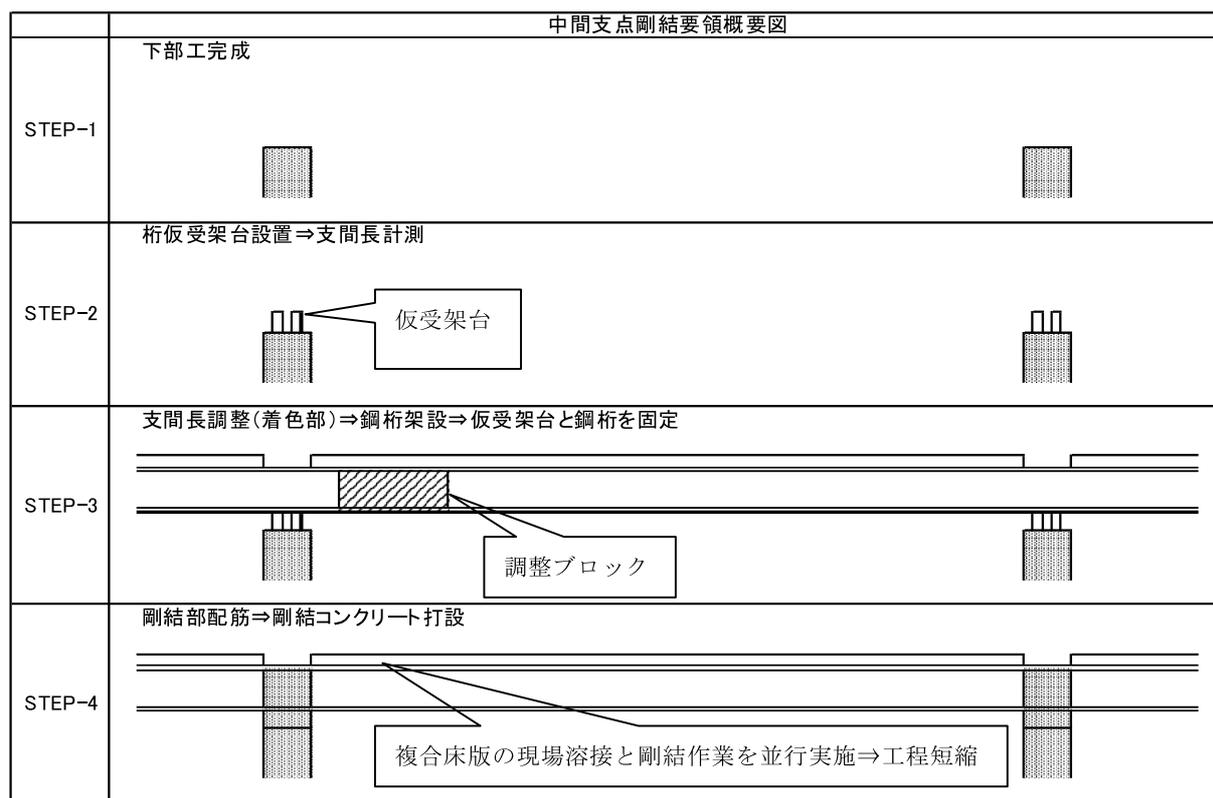


図-5 中間支点の剛結要領

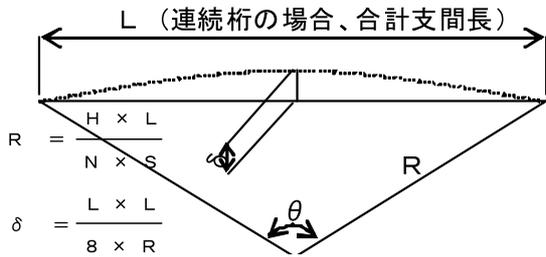


図-6 現場溶接付加キャンバーの算定要領

3. ござれや阿賀橋の現場施工の課題と対応

(1) 架設の概要

当初計画では、本橋の架設は2回の非出水期（10月から翌年5月末まで）で実施する予定であった。しかしながら、下部工の完成時期が遅れたことに、本橋の工場製作時期が鋼材納期の遅延時期と重なったことも相まって、工期中最初の非出水期には架設に着手できなかった。このため、工期内の残り1回の非出水期内で架設を完了させることが第一の課題となった。

これに対して、当初計画では2回の非出水期施工を予定したA1～P4間の架設工法を、クレーン・ベントから横取一括架設に変更して工程短縮を図った。

また、当初計画では工期内の1回目の非出水期に予定していたP4～A2の架設も、2回目の非出水期に実施する計画に変更した。表-2に当初計画と変更計画の工法対比表を、図-7に当初計画と変更計画の工程表を、図-8に架設概要図を、表-3に本橋の主要仮設設備を示す。

表-2 架設工法の対比表

	当初計画	変更計画
A1～P4	クレーン・ベント	※横取一括架設
P4～P12	台船一括架設	同左
P12～A2	クレーン・ベント	同左

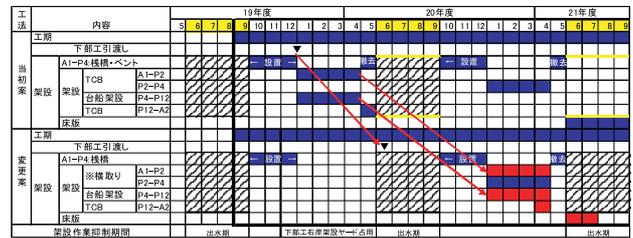


図-7 当初計画と変更計画の工程

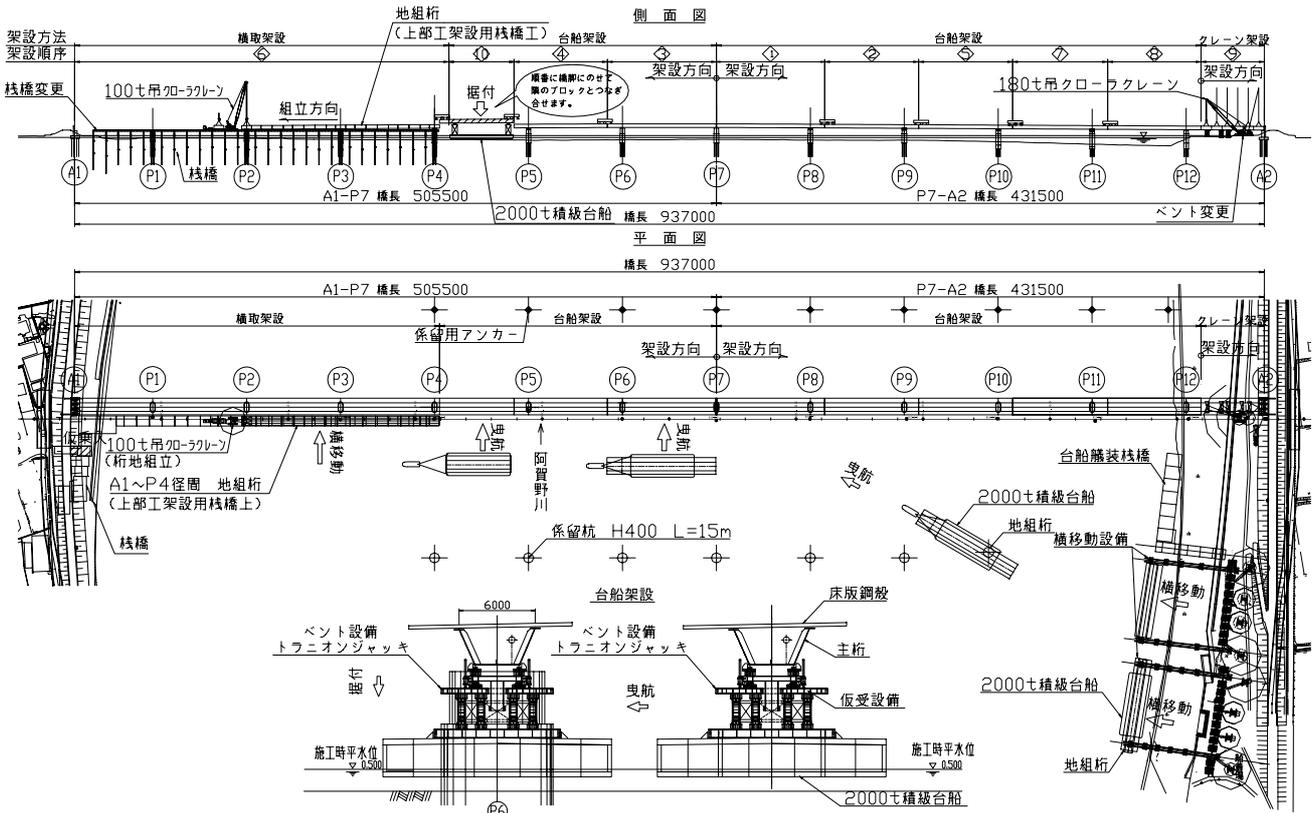


図-8 ござれや阿賀橋の架設概要図

表-3 主要仮設設備

		数量	備考
栈橋	左岸	3860 m ²	下部工構築用
	左岸	3252 m ²	上部工架設用
	右岸	1172 m ²	台船艀装用
横移動設備	右岸	4セット	浜出し設備
台船	右岸	1基	2000t 台船 (架設用)
クレーン船	右岸	1基	1000t 艀装用

(2) A1 - P4間の横取り架設

前述のとおり、A1 - P4間の架設工法を当初計画のクレーン・バント工法から横取一括架設工法に変更した。なお、水深制限から同部での台船架設は不可能であった。

具体的には、鋼桁の地組立を上部工架設用栈橋上で行い、横取架設を実施して所定の位置に据え付ける手順とした。同工法の採用により、①河川内バントの設置撤去を省略、②栈橋上からのバント撤去作業と床版敷設作業の輻輳を回避、などの工程短縮効果を得た。写真-5に栈橋上での地組立状況を、写真-6に横取完了状況を示す。

なお、本工法の採用にあたって、①横取架設範囲の設定、②開断面箱桁の横倒れ座屈対策、が課題となった。

1) 横取架設範囲の設定

当初計画の栈橋長を横取架設範囲として同工法の可否

を検討した結果、①P4～P5間の台船架設時に、台船からの鋼桁のオーバーハング量が許容値を超過、②モーメント連結に必要な桁端のジャッキダウン量が2.2mになり非出水期間の作業完了は不可能、③P4付近に横取架設時の反力に対応できる強固なバント設備が必要、などの問題が判明した。図-9に横取架設範囲の検討結果を示す。

以上の問題を解消するために、栈橋を若干延長して横取架設範囲をP4支点上ブロックまでとし、横取架設時の反力を全て支点上で支持する計画とした。また、横取架設を同範囲とした結果、モーメント連結に必要なジャッキダウン量が前述の1/3程度に収まる副次的効果が得られ、1回の非出水期間の作業完了を成立できた。



写真-5 栈橋上での地組立状況

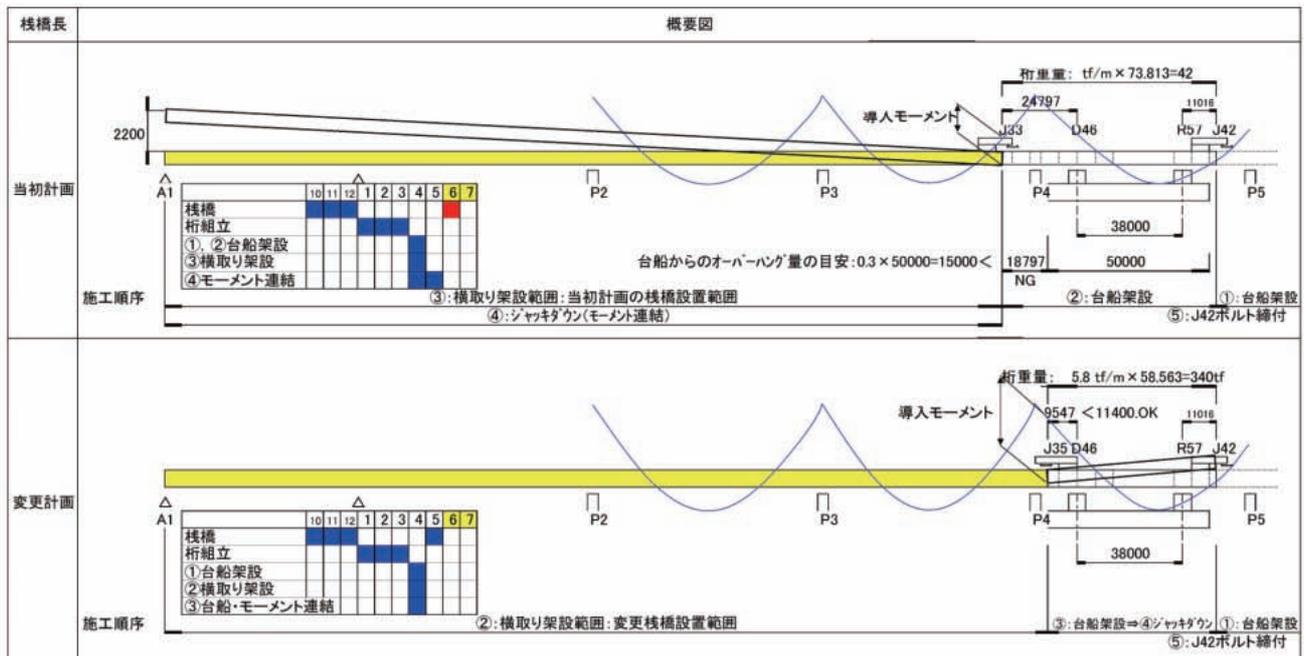


図-9 横取架設範囲の検討



写真一六 横取架設完了

2) 開断面箱桁の横倒れ対策

A1 - P4 間の架設工程を極力短縮するために、複合床版の敷設は横取架設完了後に実施することを計画した。これに伴って、横取架設中に圧縮力が作用する開断面箱桁上フランジの、横倒れ座屈防止対策が課題となった。

この対応として、架設中の上フランジの座屈照査を行い、必要に応じて仮設の横構を上フランジに設置した。

(3) P4 - P12 間の台船一括架設

架設概要で述べたとおり、P4 - P12 間は 2000tf 級艀装台船による 1 径間毎の一括架設工法を採用した。

右岸高水敷ヤードに、2 セットの浜出し用の横移動机上設備と、同設備と一体となった桁地組立用ベント設備を設置した。これにより、2 径間分の鋼桁の地組立と複合床版の敷設が同時に行える条件を整え、工程の短縮を図った。

地組立が完了した鋼桁は、横移動軌条上を約 50 m 移動して台船上に受け替え、引き船で台船を曳航して所定の位置に据え付けた。一括架設施工フローを図-10 に示す。

本工法の採用にあたっては、①本橋の下流に桁下空間が小さい（橋下面から川面まで 3 m 程度）松浜橋がある、②架橋地点の潮位差は少なく水深も 2 m 程度、などが問題となった。このため、①松浜橋の桁下空間の制限から大型の起重機船等は使用できない、②台船架設で一般的に採用される潮位差や喫水調整に替わる方法で、所定の位置に鋼桁を据え付ける、などが課題となった。

1) 大型起重機船等を使用しない台船工法

本橋の下流に位置する松浜橋の桁下空間の制限に対しては、架設機材を現場で構築して対応した。具体的には、

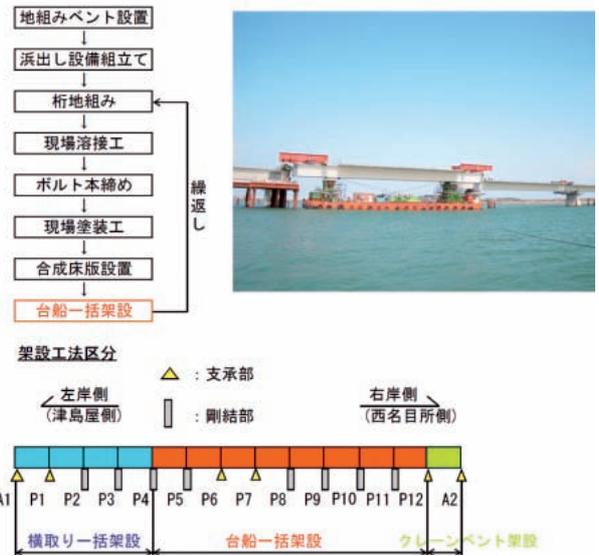


図-10 一括架設のフロー

右岸に艀装棧橋を設置して、松浜橋の桁下を通過できる、2000tf 級の台船上に架設機材を構築した。図-11 に台船設備の一般図を、写真-7 に台船の離岸状況を示す。

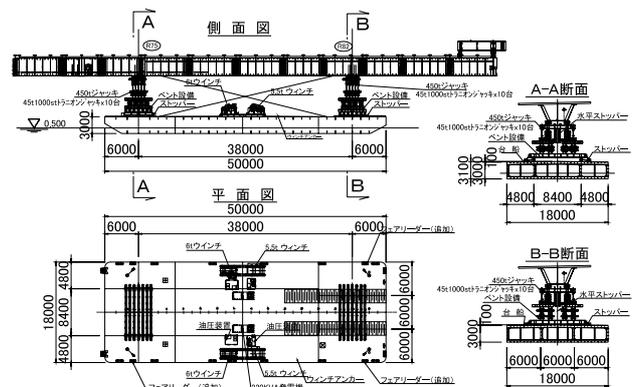


図-11 台船設備一般図



写真一七 台船離岸状況

2) 潮位差や喫水調整に替わる鋼桁の据付

台船架設で一般的に採用される潮位差や喫水調整に替わる鋼桁の据え付け方法として、トラニオン型ジャッキ（ジャッキ能力：45tf/基、ストローク量：1000mm）で構成した降下システムを採用した。ジャッキは前方と後方に各々10基で計20基（能力：900tf）使用した。図-12に降下システムの概要図を、写真-8に降下システムの設置状況を示す。

架設の手順は、①浜出しの際に鋼桁の高さを橋脚の設置に必要な高さに調整、②台船を所定の位置に移動、③ジャッキダウン、④据付、とした。架設した鋼桁の最大ブロック重量は570tfであり、約3時間で浜出しから鋼桁の据付まで完了できた。

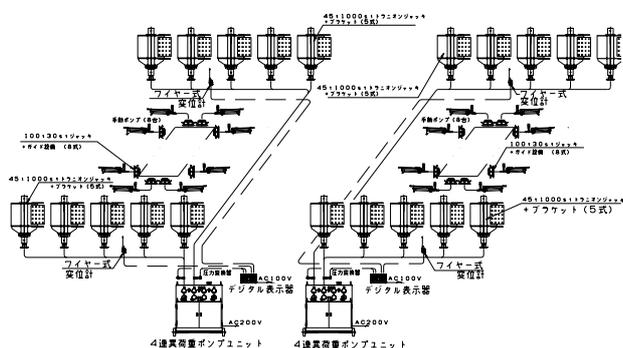


図-12 降下システムの概要図



写真-8 降下システムの設置状況

4. あとがき

本稿では、ござれや阿賀橋の①構造に伴う現場施工の課題、②急速施工に伴う現場施工の課題、③各々の課題の対応方法、を中心に工事内容の報告した。

本工事で実施した検討を通じて

- ① 総鋼重：3121tfの鋼桁と、総面積：12034㎡サンドイッチ型複合床版の現場施工を、10ヶ月で完了する急速施工を成立できた。
- ② サンドイッチ型複合床版の施工ノウハウと品質管理ノウハウを習得した。
- ③ 比較的熱収縮の影響が大きい複合継ぎ手（上フランジは現場溶接継ぎ手、下フランジおよびウエブはHTB継ぎ手）を採用した、コンクリート脚との剛結構造の施工を行い、良好な出来形を確保して完成に至ることができた。
- ④ 台船架設で一般的に採用される潮位差や喫水調整に替わる鋼桁の据え付け方法として、トラニオン型ジャッキ（ジャッキ能力：45tf/基、ストローク量：1000mm）で構成した降下システムを使用する工法を確立した。

などの成果が得られた。本稿が今後の同種工事の施工の参考となれば幸いである。

最後に、本工事を進めるにあたり、ご指導、ご協力、ならびにご助言を頂いた、新潟国道事務所、津川出張所をはじめとした関係各位に厚く御礼を申し上げて、本稿を閉じることとする。

<参考文献>

- 1) H15.4 北陸地方整備局、建設技術協会：設計要領、H15.4
- 2) 国立天文台：理科年表
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編、2002.3.
- 4) 日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針、2002.3.
- 5) NETIS：ホームページ（サンドイッチ型複合床版の資料）

2010.3.2 受付