

新白石大橋(上り線)の補修・補強工事

REPAIR AND REINFORCEMENT WORK OF SHINSHIROISHI LONG-BRIDGE INBOUND LANE

真嶋 敬太¹⁾ 伊藤 匠²⁾
Keita Majima Takumi Ito

1. まえがき

本工事は、宮城県白石市福岡地内から斎川地内（延長約 11km）における国道 4 号線に架かる 5 つの橋梁と 2 つの跨道橋の補修工事である。本工事対象橋梁は、昭和 50 年頃に建設されており、供用後約 40 年が経過している。また、昭和 55 年示方書以前の基準で設計されているため、地震への対策が必要であった。そこで、必要な箇所を補修を行い、併せて兵庫県南部地震と同程度の地震動に対しても落橋等の甚大な被害を防止する目的で耐震補強を行った。補修施工は、支承接替え、橋脚巻き立て、伸縮装置取替え、舗装打替え、剥落防止対策工、補強施工は橋脚巻き立て工と、施工内容が多岐にわたっており、工事範囲の広さ（図-1）と併せて現場管理は非常に困難なものであった。

本報告では、主に「新白石大橋（上り線）」における課題と対応策について述べる。

2. 工事概要

工事名 平成 24 年白石地区橋梁補修工事
発注者 国土交通省 東北地方整備局
仙台河川国道事務所
工事場所 自 宮城県白石市斎川字館山
至 同上 福岡深谷字三本松
工期 自 平成 24 年 8 月 31 日
至 平成 25 年 6 月 28 日
対象橋梁、工種（起点：南から）
①斎川大橋：杓座補修
②新白石大橋（上り線）：支承接替え、
橋脚巻き立て、伸縮装置取替え、鋼桁補修

- ③山根跨道橋：剥落防止対策、落防柵取替え
- ④狐沢跨道橋：剥落防止対策、落防柵取替え、
支承接替え、伸縮装置取替え
- ⑤白鳥橋：伸縮装置取替え、検査路補修
- ⑥大太郎川橋（上り線）：舗装打替え、
伸縮装置取替え
- ⑦大太郎川橋（下り線）：伸縮装置取替え



※①は②から 5km 南の地点

図-1 現場位置図

なお、本工事は調査・設計から工事発注までに道路橋示方書の改訂（平成 24 年 3 月）時期をまたいでおり、落橋防止装置、および変位制限装置は、改訂後の示方書にしたがい取付け不要とした。

3. 橋脚巻き立てにおける課題と対応策

橋脚巻き立ては、白石川の河川阻害率制限により、P3、P4 はコンクリート巻き立て工法、P5 はポリマーセメント吹付け工法として施工した（図-2）。

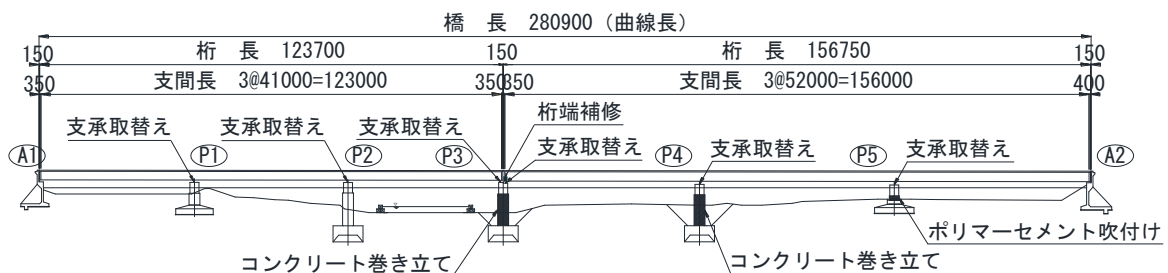


図-2 一般図

1) 橋梁営業本部 総合評価対策室
2) 技術本部 橋梁設計部 東京設計課

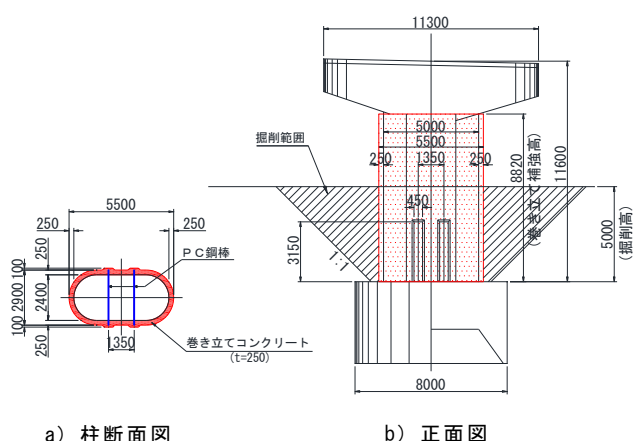


図-3 P3 橋脚巻き立て構造図

巻き立て範囲はフーチング上面から梁付け根までのため、P3、P4 では約 5m のオープン掘削を行った（図-3）。本工事の橋脚巻き立てにおける課題と対応策を次に示す。

3.1 PC 鋼棒位置の施工ずれ

①課題

橋脚は、じん性が期待できる橋脚基部の曲げ破壊先行型に破壊形態を移行させる必要があったため、せん断補強を目的に柱断面拘束用の PC 鋼棒 10 本を 2 列配置する（写真-1）設計であった。コア穿孔前に鉄筋探査を行ったが、柱の裏表で既設主鉄筋が異なる誤差を有しており、既設主鉄筋の切断を回避するためには、穿孔位置を設計位置から大きくずらす必要があった。

設計上 PC 鋼棒の配置は水平方向の間隔を 1350mm 以下、かつ基部からの最上段高さを 2900mm 以上とする必要があったため、この範囲で配置検討したが収めることができなかった。

②対応策

既設主筋の切断は許されないと判断から、設計コンサルタントおよび施主と協議を行い、実際の PC 鋼材配置による耐力計算の見直しを行った。その結果、実配置による耐力が設計要求性能を満足することが確認できた。

橋脚を貫通するコア削孔作業は、機械設置側の鉄筋は容易に回避できるが、裏側鉄筋との干渉で再削孔となり、工程遅延の原因になるので注意が必要である。

3.2 型枠形状および固定方法

①課題

本橋の橋脚柱は小判形であり、曲線部の型枠形状および固定方法について検討が必要であった。



写真-1 現場の PC 鋼棒配置

②対応策

型枠形状は、既設の柱寸法と巻き立てコンクリート鉄筋の出来形、および設計上の要求寸法から、鉄筋かぶりを満足し、かつ河川阻害率を超えないよう決定した。

型枠の固定は、既設橋脚にセパレータをアンカー施工してフォームタイを取り付け、特に曲線部の固定は型枠曲線に合わせて曲げ加工した鉄筋（D16）とターンバックルを組合せた締付治具を製作して締付ける方法とした（写真-2）。

結果としては、重大な型枠の破損等はなく、所定の出来形を満足することができた。

③反省点

コンクリートの打込み中において、側圧によるアンカーの抜けおよび締付治具の変形が一部に生じた。また、鉄筋を利用した曲線部締付治具の拘束力が足りず、型枠の目違いが発生した部分があった。今後、橋脚巻き立ての施工では効率よく、かつ確実に型枠を固定する方法を検討する必要があると思われる。



写真-2 橋脚巻き立て帯型治具設置状況

3.3 コンクリートの打ち込み

①課題

P3, P4 橋脚巻き立てコンクリートの施工量は、各 40 m³程度であるが、長さ 8m のパイプレーターは段取りできず、型枠内の配筋（主鉄筋 D32 およびフープ筋 D22）状態では、打込みホースが底まで挿入できないため、1 回での打込みは困難であった。

さらに、現地は既設橋梁高架下の河川区域のため、大型ポンプ車が進入できず、小型ポンプ車ではスランブ 8cm の生コンを圧送できないため、コンクリートの配合（特にスランブ）について検討が必要であった。

②対応策

一日の施工量を検討した結果、打込み高さは 4m（施工量：約 20 m³/日）とした。なお、コンクリートの自由落下を 1.5m 以下とするために、型枠の中段部に打込み用、兼パイプレーター挿入用の窓を 2 段設けた（写真-3）。

コンクリートの配合は、小型ポンプ車による圧送と 250mm 幅の型枠内に D22 および D32 の鉄筋が密に配置される施工条件を考慮し、発注者と協議を行った結果、発注時の配合：普通 24-8-25BB（W/C≦55%）に対して、普通 24-12-20BB，W/C=54.2%，AE 減水剤添加とした。

施工した結果、打込みと締め固め作業が問題なく実施でき、所定の品質を確保することができた。



写真-3 橋脚巻き立て打ち込み用兼パイプレーター用窓設置状況

③反省点

コンクリートの打込みについて、本工事では後工程の都合により一日で 4m を打ち上げたが、コンクリートの流動性を高めたこともあり、側圧によって打込み窓が破損するなどの不具合が生じた。また、一部で打継不良と診られる状態が発生したため補修を行った。同様の施工の場合、確実に締め固め作業を管理できるように、打ち上げ高さは 2m 程度とし、側圧軽減のためスランブは 8cm が望ましいと感じた。

3.4 コンクリートの養生方法

①課題

本工事における巻き立てコンクリートの打ち込みは 2 月～3 月に行われ、地域特性として夜間は外気温が 0℃以下となる時期であった。このため、凝結中のコンクリート凍結と強度発現の遅延に留意したコンクリートの打設・養生計画が必要であった。

②対応策

寒中コンクリートの養生方法として次のものを採用した。橋脚周りに組んだ昇降設備にブルーシートを取り付け、その中にジェットヒーターを 4 台設置し（写真-4）、脱型するまでの期間（9 日間）においてコンクリートが急激に乾燥しないように留意しつつ、シート内の温度が 15℃程度となるよう管理した。このとき、打設コンクリートの頂上部および基部付近に温度計（サーモクロン G）を設置して温度管理を行った。これらの対策により、凝結中の凍結を発生させることなく巻き立てコンクリート（写真-5）を施工でき、所定の品質を確保することができた。



写真-4 巻き立てコンクリートの養生状況



写真-5 橋脚巻き立て（施工完了）

4. 支承取替えにおける課題と対応策

本工事の支承取替え（図-2）における課題と対応策を次に示す。

4.1 既設橋梁下における作業

①課題

本工事では桁下空間からの荷揚げ作業や、対象橋梁（上り線）からのアプローチが制限されていたため、施工を考慮した足場の計画が必要であった。

②対応策

支承やブラケット等の運搬を考慮し、軽量支保工材により吊上げステージを作り、H形鋼等を組み合わせた軌条レール設備を既設橋梁（下り線）から吊り下げ、施工場所の足場設備と合わせて、独自の仮設備を設け、問題を解決した（図-4、写真-6）。

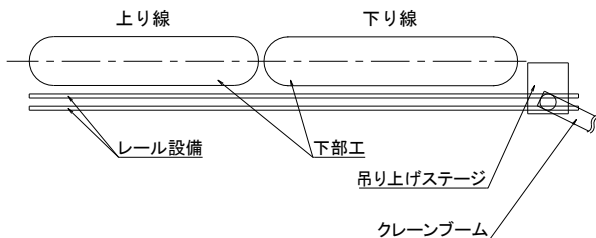


図-4 レール設備配置図

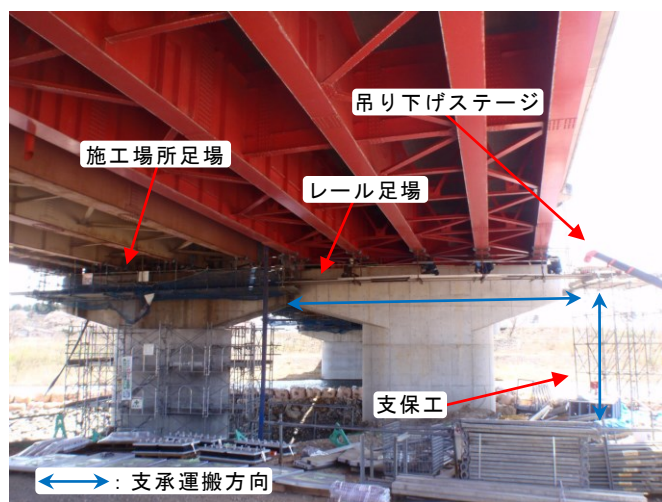


写真-6 支承取替え用仮設備設置状況

4.2 ジャッキアップ位置

①課題

当初は橋脚上にてジャッキアップを行う計画であったが、橋脚コンクリートの支圧および欠け落ち照査にともなうジャッキベースサイズの拡大と、削孔可能であるアンカーボルト配置の見直しにともなう支承ベースサイズの拡大により、橋脚天端での施工が不可能となった。

②対応策

橋脚天端でジャッキアップすることができないため、橋脚側面に鋼製ブラケットを設置して、ブラケット上でジャッキアップする計画に変更した（図-5、写真-7,8）。鋼製ブラケットは、以下を考慮して設計、製作を行った。

- ・アンカーボルト位置の実測反映
- ・既設下部工検査路との取合い
（検査路の一時撤去、受台アンカーボルトの切断・復旧）

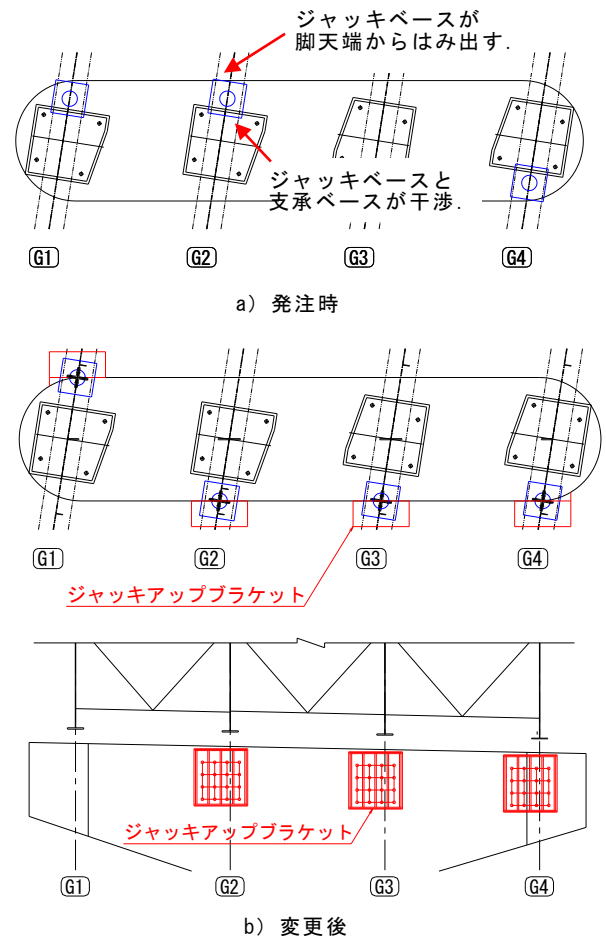


図-5 ジャッキアップ配置図



写真-7 鋼製ブラケット設置状況



写真-8 ジャッキ設置状況

4.3 ジャッキアップ中の安全性

同一支承線，同一桁でのジャッキアップを行わず，地震および風荷重における安全性を確保できるよう配慮し，問題なく施工することができた（図-6）。

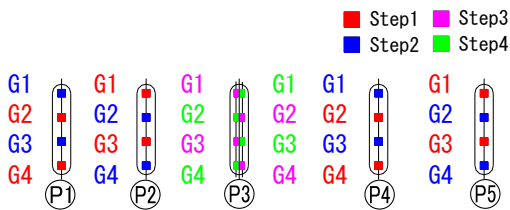


図-6 支取替えステップ図

5. ウェブギャップ板取替えにおける課題と対応策

主桁・横桁のフランジ間に設置されたウェブギャップ板について，床版のたわみにともなう主桁上フランジの首振り，および主桁のたわみに追従した横桁上フランジの変形によるものと推定される疲労き裂が生じていた（写真-9）．き裂部の腐食，母材へのき裂進展が懸念されたため補修が計画されていた．



写真-9 ウェブギャップ板(補修前)

①課題

当初は既設のウェブギャップ板の下端をカットした後，高力ボルトにて溝形鋼と横桁上フランジを固定する計画（主桁上フランジと溝形鋼はメタルタッチ）であったが，横断勾配高低差による隙間の調整ができないという構造上の問題と，タッチ部の防錆上の課題があった．

②対応策

ウェブギャップ板形状は JSSC「疲労損傷を受けた鋼橋の耐久性評価及び耐久性向上技術（H21.9）」の推奨構造である，下記構造に変更した（図-7，写真-10）．

- ・既設ウェブギャップ板を撤去．
- ・PL を現場溶接にて設置．
- ・ウェブギャップ板に半円孔 35R を設置．

PT（浸透探傷試験）により現場溶接部の表面に傷がないことを確認した．

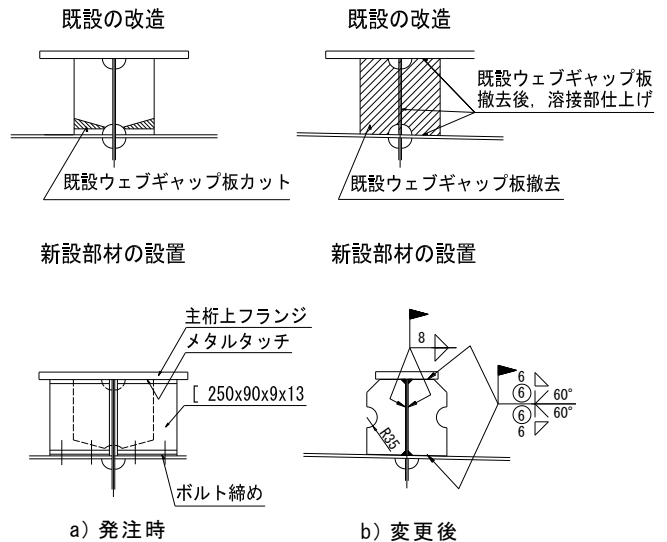


図-7 ウェブギャップ板取替え図



写真-10 ウェブギャップ板取替え(補修後)

6. P3 桁端補修における課題と対応策

当初は G2，G3，G4 主桁の端支点上補剛材を撤去し，

新規部材を設置する計画であったが、現地踏査の結果、歩道部伸縮装置に非排水構造が設置されておらず、橋面からの漏水により、直下の部材である G3、G4 主桁ウェブ端部および端対傾構の腐食が著しく、断面欠損が生じていた（図-2、写真-11）。

P3 桁端補修における課題と対応策を次に示す。

①課題

断面欠損箇所は支点部であるため、橋梁を維持するためには補修を行い、機能を回復させる必要があった。

②対応策

部材交換と当て板補強が考えられたが、下記理由により部材交換を選定した。

- ・母材の断面欠損が著しく、当て板補強では要求される耐力を確保することが困難と判断した。
- ・本工事にて支承取替えを行うため、ジャッキアップ時に部材取替えも併せて行うことが可能であった。



写真-11 P3 桁端補修（補修前）



写真-12 P3 桁端補修（補修後）

部材交換範囲は下記とした（写真-12）。

- ・ウェブ高は既設落橋防止部材を避けた高さとした。
- ・ウェブ長さは下フランジ連結板がソールプレートと

干渉せず、連結板が設置できる長さとした。

- ・支点上補剛材に連結されている端対傾構ガセットおよびガセットに溶接されている斜材は、連結板が設置できる長さとした。
- ・端対傾構下弦材は部材交換を行った。
- ・横構は G3、G4 間は腐食している範囲を交換し、G2、G3 間は連結部までの部材全体を取り替えた。

また、端対傾構は床版および活荷重を支えているため、施工時の安全性を確認する目的で応力照査を行った。この結果、応力超過することが分かったため、斜材交換時は上弦材中央部にて仮受けする工法を採用した（図-8）。

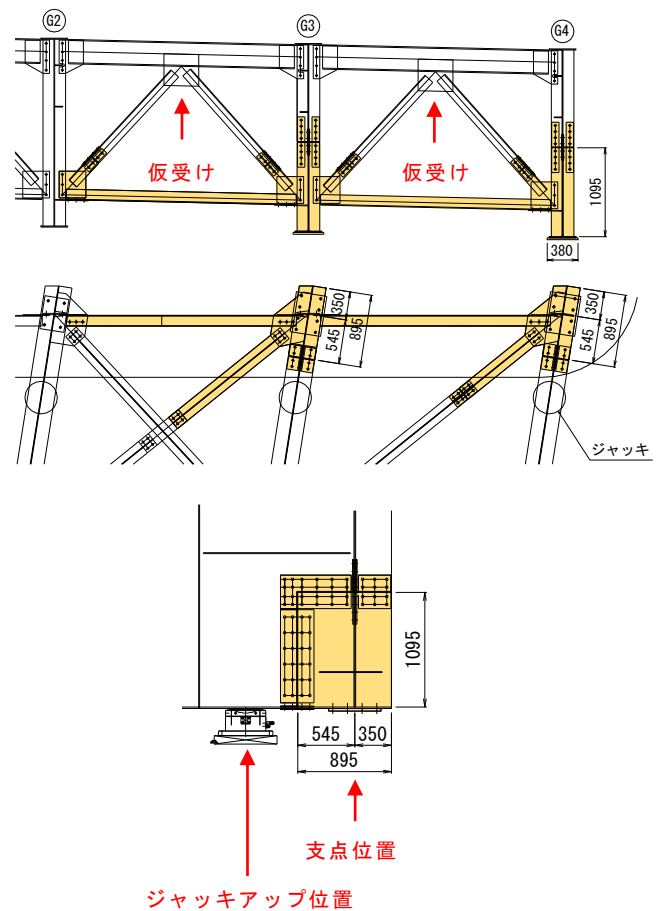


図-8 P3 桁端交換箇所（黄色着色部）

7. あとがき

多くの橋梁が高度経済成長期に集中的に整備され、今後順次高齢化（建設後 50 年以上経過）する。それにとまなう多くの補修・補強工事が実施される際、本報告の内容が少しでも役に立てば幸いである。

最後になりましたが、本工事の施工にあたりご指導頂きました岩沼国道維持出張所をはじめとする関係各位に厚く御礼申し上げます。