

国道7号 雄物大橋上部工工事の品質確保対策について

(株) 日本ピーエス
 (株) 日本ピーエス
 秋田高専 環境都市工学科

○葛西 弘典
 正会員 月東 宏之
 桜田 良治

1. はじめに

交通渋滞緩和を目的として、国道7号秋田南バイパスの4車線化工事が進められている。この工事の一環である本橋は、2車線で供用されている既設橋の脇に建設される6径間連続PC箱桁橋である。架橋位置は、雄物川河口から600mにあり、日本海からの強風による飛来塩分の影響を大きく受ける。そのため、供用してから29年経つ既設橋が著しく劣化しており、新設する本橋では、塩害に対する配慮が課題となった。

本稿は、上記課題を踏まえ、本工事で取り組んだ飛来塩分・凍結抑制剤による塩害に対する設計段階からの対策、および初期欠陥の防止や塩害に対する施工段階での工夫を報告するものである。

2. 橋梁概要

本橋の概要および諸元を以下に示す。

工 事 名：国道7号 雄物大橋上部工工事
 発 注 者：国土交通省 東北地方整備局
 秋田河川国道事務所

構造形式：6径間連続PC箱桁橋

架設工法：張出し架設工法+固定支保工

工 期：平成24年8月2日

～平成27年2月27日

橋 長：394.0m

支 間 長：67.6+3@74.0+68.3+34.2m

有効幅員：車道11.75~8.25m+歩道2.5m

桁 高：2.2m~4.5m

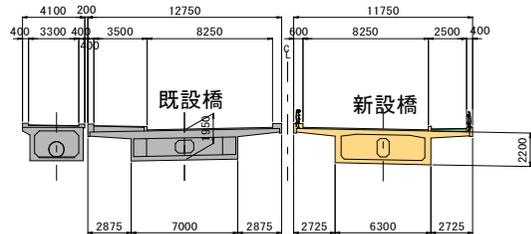


図-1 主桁断面図 (中央部)

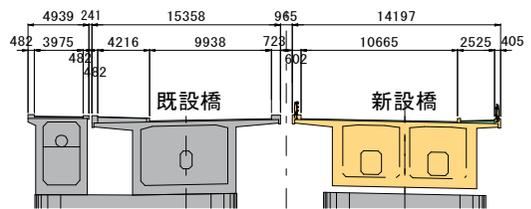


図-2 主桁断面図 (A1 拡幅)

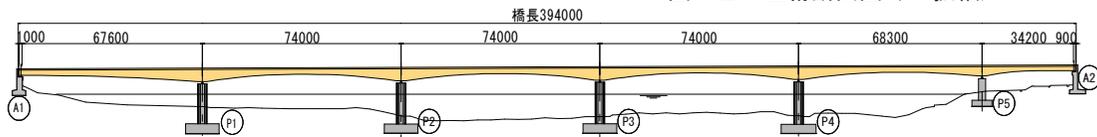


図-3 橋梁一般図

3. 設計段階における対策

3.1 現場環境

本橋は海岸線より600mに位置し、道路橋示方書による塩害対策区分はⅢに該当する。しかし、写真-1に示すとおり、冬季には海からの強い季節風が本橋方向に吹き、遮る物が全く無く、塩分が直接本橋へ飛来する地形および気象条件となっている。



写真-1 橋梁位置

また、平成 21 年度に実施された既設橋の塩化物イオン量調査では、50~60mm の鉄筋位置で最大 2.55kg/m³ と鉄筋腐食限界値の目安である 1.2kg/m³ を超過している結果となっている。

以上のことから、本橋が受ける塩害は通常より大きいと判断され、対策区分は 1 ランク格上げの対策区分Ⅱとなった。さらに、河川上に架橋され、日常の維持管理が困難な橋梁であることから、平成 24 年度版の道路橋示方書にある「維持管理の確実性及び容易さ」の基本理念を配慮し、致命的な状態にならないように以下の対策が設計段階から講じられるようになった。

3.2 対策事項

- ①塩害対策区分Ⅱを適用し、最小かぶりは主桁部分が 50mm、地覆部分が 70mm とした。さらに、既設橋の塩化物イオン量の結果を踏まえ、エポキシ樹脂塗装鉄筋に変更した。
- ②塩分等の劣化因子から PC 鋼材を守る目的で、ポリエチレン製シースを採用した。
- ③PC 部材の防食効果を高めるため、エポキシ樹脂被覆 PC 鋼より線およびエポキシ樹脂粉体塗装定着具を採用した。
- ④亜鉛メッキに比べ、2~6 倍の耐用年数がある溶融亜鉛アルミ合金メッキを支承部材に採用した。

4. 品質検討委員会の発足

当該区域の厳しい環境条件を勘案し、塩害や高耐久化に向けた施工段階の対策が必要と考え、作業所メンバーを主体とした「雄物大橋品質検討委員会」を発足した。当委員会では、本社品質管理委員会と、支店技術施工部のメンバーに加え、社外有識者や発注者のアドバイスを得ながら対策の検討を行った。検討の前段として、既設橋の外観調査を行い、将来起こりうるリスクの洗い出しを行った。

4.1 外観調査結果

主な劣化現象は以下の通りだが、いずれにおいても初期の施工不良が一因と考えられるとともに、水の影響が大きいことが判明した。

- ①打継部からのエフロッセンス析出
- ②後埋め部（型枠用貫通孔）からの漏水
- ③コールドジョイント・締固め不足が原因と思われる白華現象
- ④排水装置周りのコンクリートの変状

4.2 対策方針

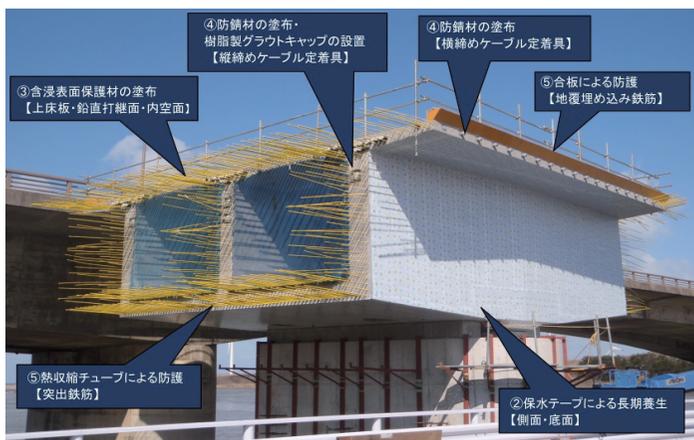
調査結果を踏まえ、施工時の対策を検討した。重点項目は、①出水期間中に長期間放置される P1・P4 柱頭部への品質確保、②打継目・後打ち部の処理及び防水、③確実な締固め、④排水処理などとした。

5. 施工段階における対策

5.1 P1・P4 柱頭部への対策

平成 25 年 4 月 1 日～9 月 30 日は、雄物川の出水期で、P1・P4 柱頭部の施工完了時点で作業が一時中断される条件となっており、放置期間の品質低下を防止するため、以下の対策を実施した。（写真－2）

- ①コンクリートに収縮低減型高性能 AE 減水剤を添加し、単位水量や自己収縮の低減を図り、ひび割れの発生を抑制した。



写真－2 長期間放置される柱頭部の各種品質確保対策

- ②主桁外周に養生保水テープによる長期養生を実施し、コンクリート表面の緻密化を図り、塩分の浸透を抑制した。
- ③主桁上面・鉛直打継面・内空部にシラン系含浸表面保護材を塗布し、塩分の浸透を抑制した。
(地覆工も全長にわたり実施。)
- ④縦締め・横締めケーブルの定着具にエポキシ樹脂防錆剤を塗布し、樹脂製グラウトキャップによる防錆を実施した。
- ⑤エポキシ樹脂鉄筋の紫外線劣化に対し、橋軸方向突出鉄筋の熱収縮チューブによる保護と地覆埋込鉄筋の合板による保護を実施した。(地覆鉄筋保護は橋全長にわたり実施。)



写真-3 段差構造と接着剤塗布

5. 2 打継目・後打ち部の処理及び防水

PC 建協東北支部の PC 構造物の耐久性向上仕様(案) ¹⁾に基づき、以下の内容を実施した。

- ①鉛直打継部上面には、 $35\text{mm} \times 35\text{mm}$ の段差を設け、打設前にはコンクリート打継用接着剤を塗布し、一体性を向上させた。(写真-3)
- ②地覆部の床版を嵩上げし、地覆と主桁境界面に路面水が浸透することを防止した。(写真-4)



写真-4 嵩上げ構造

- ③後埋めの部の後処理・防水方法については図-4の通り実施し、防水材料にはシラン系表面保護材を使用した。



図-4 後埋め部の後処理・防水

5. 3 締固めに起因する初期欠陥の防止 (写真-5)

- ①密配筋部に槍状のマルチバイブレーターを使用した。
- ②挿入位置や締固め高さの目安になるマーキングを実施した。
- ③先流れが起きやすいウェブ直下にコン止めくしを使用した。
- ④タイマーによるバイブレーター挿入時間の管理を実施した。

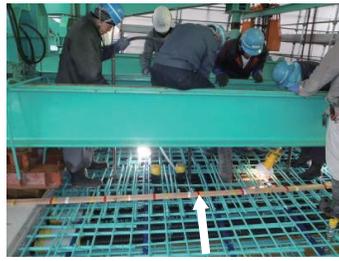


写真-5 マルチバイブレーターの使用、挿入位置マーキング、コン止めくしの使用

5. 4 排水処理・水の浸透対策

- ①主桁に排水がかかることを防止するため、排水パイプを桁下から 600mm 突出する形状へ変更した。
(図-5)

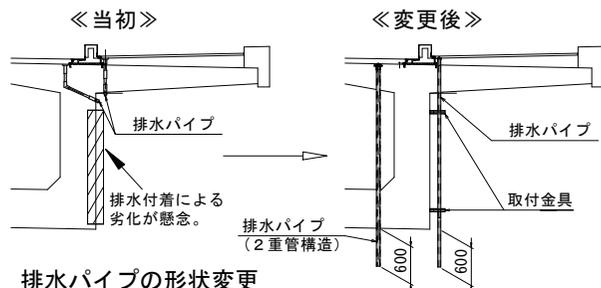


図-5 排水パイプの形状変更

② 1室から2室に変化する部位の補強である鉛直 PC 鋼棒の橋面突出と路面水浸透による鋼材の腐食防止対策として、上縁側定着切欠きを無くし、下縁側から緊張する構造とした。さらに、エポキシ樹脂塗装 PC 鋼棒とポリエチレン製シースに変更した。(図-6、写真-6)

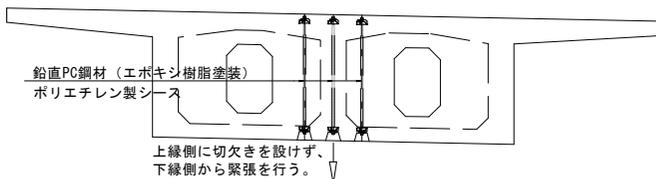


図-6 鉛直 PC 鋼棒の緊張方向



写真-6 緊張作業状況

5.5 その他（グラウト充填確認）

グラウト検知センサー（MS センサー）によるグラウト充填監視を全数実施するとともに、広帯域超音波法による事後充填確認を実施した。

(写真-7)



写真-7 MSセンサー設置、広帯域超音波法実施状況



6. 暴露試験による含浸表面保護材の効果検証

本工事で使用した含浸表面保護材の効果を検証するため、暴露試験により塩分浸透抑制効果を確認した。試験対象は、本工事で使用したシラン系含浸材とけい酸ナトリウム系含浸材、無処理の3種類とし、暴露期間は、出水期工事中止再開までの110日、全体工事終了前までの559日とした。

6.1 試験方法

暴露させた供試体の表面から1cm毎の深さで切り出し、硬化コンクリートの塩化物イオン濃度迅速測定法により含有塩化物イオン量を測定した。

6.2 試験結果

110日間暴露した結果を表-1、559日間暴露した結果を表-2に示す。シラン系およびけい酸ナトリウム系表面含浸材ともに、無処理と比べると明らかに数値が低減されており、十分な塩分抑制効果が確認された。また、両材料の優位の差については、559日間暴露試験における表層位置で、塩化物イオン量に違いが見られたが、これは供試体表面の凹凸に蓄積された表面塩分が、降雨による洗い出しや乾湿繰り返しなどで変動したものと考えられるため、両材料とも同等の機能を有するものと考えられる。

表-1 暴露110日の塩化物イオン量

塩化物イオン量 (kg/m ³)	深さ	表面保護対策		
		シラン系表面含浸材	けい酸ナトリウム系表面含浸材	無処理
		0-1cm	0.094	0.093
1-2cm	0.039	0.039	0.117	
2-3cm	—	—	—	

表-2 暴露559日の塩化物イオン量

塩化物イオン量 (kg/m ³)	深さ	表面保護対策		
		シラン系表面含浸材	けい酸ナトリウム系表面含浸材	無処理
		0-1cm	0.314	0.467
1-2cm	0.151	0.233	0.315	
2-3cm	0.117	0.116	0.187	
3-4cm	—	—	—	

7. おわりに

今回の品質確保対策は、コンクリート標準示方書で示されていることを具現化したことがほとんどであるが、現場職員および作業員が問題意識を共有し、手法を示すことで初期欠陥は防止できることが分かった。今後もこのような取り組みを展開し、長寿命化に向けた社会資本整備に貢献したいと思う。

本工事の施工にあたり、貴重な御指導、御協力をいただいた国土交通省東北地方整備局秋田河川国道事務所をはじめ、関係各位に謹んでお礼申し上げる。

参考文献 1) プレストレスト・コンクリート建設業協会 東北支部：PC構造物の耐久性向上仕様(案)，2013.5