

# 北陸自動車道手取川橋補強工事について

## ～最新の塩害補修工事技術～

Mending-Reinforcement of Salt-damaged PC Bridges

尾畑 暢一  
Nobukazu OBATA  
川田建設(株)北陸支店工事部工事課

平田 敏一  
Toshiichi HIRATA  
川田建設(株)北陸支店工事部工事課  
工事長

平本 芳和  
Yoshikazu HIRAMOTO  
川田建設(株)北陸支店工事部工事課

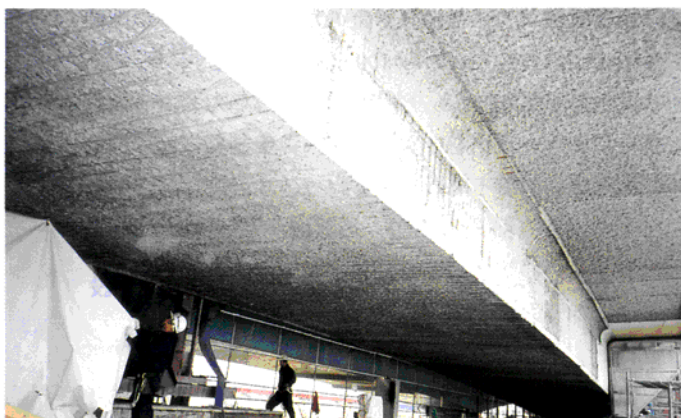
北陸自動車道手取川橋の補修・補強施工については、本報Vol.16「橋の補修・補強特集」で、上り線側の工事を対象にその詳細について報告しました。今回、引き続き下り線側の補修・補強工事も行い、前回の反省点をもとに材料や機械に改良を加えたので、これまでのものとの比較を交えて紹介したいと思います。

### ウォータージェットによるはつり

コンクリート劣化部および塩分浸透部を除去する工法としては、従来ピック等を使用した人力はつりが主流でしたが、諸々の悪条件を解消するため、前回工事よりウォータージェット（以下 WJ）が利用されています。

WJとは、水を数千気圧に上昇させ、これをオリフィス（ノズル）を通過させることにより噴流（ジェット流）を作り、この噴流を被加工物に作用させて、切断やはつり等を行う工法です。前回工事では、安定した衝突エネルギーを得るため、水中に微細な粒子体を混ぜて噴射するアブレッシブジェット工法を使用しましたが、今回は、ノズルの改良により水だけで行うピュアージェット工法を採用しました。今回の水圧は250MPaとし、コンクリートがはつれ、鉄筋の錆部分を除去できる程度としました（300MPa以上だと鉄筋まで切断する可能性がある）。

WJ工法の欠点のひとつに施工深さ管理の難しさがあります。本来チッパー等での人力はつり作業は目視しながら行えるうえ、はつり能力も小さいため、はつり深さの確認が容易に行えました。しかしWJは超高压の噴流が目視を不可能とし、施工能力も4.2m/分と大きいため、人力はつりのように管理しようとするれば、数秒ごとに機械を停止する必要があります。したがって通常（前回工事等）は、はつり過ぎを防ぐために（足りない分は後ではつれる）ある程度はつり面が荒れてしまい、人力



WJ工法によるはつり面

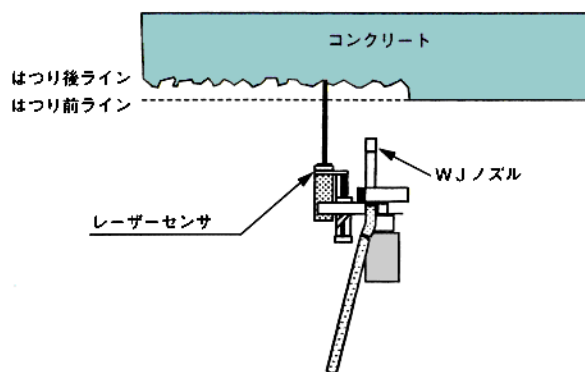


図1 レーザー計測概要

はつりにて仕上げを行う必要がありました。

今回は、無駄な人力はつりをなくすために、レーザー計測（図1参照）により随時深さを計測しながらノズルの横行速度を調整することにより、安定したはつり面を確保できるようになりました。その結果、はつり速度も格段にアップし、はつり面も、より平滑（上の写真参照）にすることができました（はつり面の平滑性は、後の断面修復材の充填性に大きく影響を及ぼす）。

またWJによるはつりは、ピックのようにひび割れを誘発しないために、テストハンマでの浮き石確認時も結果は良好でした。

## WJ後の回収水の処理

WJ工法は水噴流によりコンクリートをはつるわけですが、はつり後の発生ズリ処理およびセメントフィラー分を含んだ水の処理が問題となります。

ズリ処理の方は、固形なので集積後処理場へ搬出することができますが、フィラー分を含む水はセメント分を含み強アルカリなため、そのまま放流するわけにはいきません。このため、凝集剤によってセメント分を回収し、炭酸ガスにて中和を行いました。また、回収水は随時成分が変化するために、処理プラントも中和剤・凝集剤を最適な状態で供給できるように管理しました。プラントは図2のとおりです。

## 断面修復材の注入

前述のはつり後、除去分をモルタル注入で断面修復しました。今回のような薄厚大断面積修復では、従来一般的に使用される付着性に優れた有機系のポリマーモルタル等では、ヤング係数や線膨張係数がコンクリートと大きく違うために断面性能が変化します。これではひび割れや剥落の危険性が大きいため、今回は無機系の収縮低減材混合の繊維補強モルタル材料を選定しました。

さらに本工事では、浸透性の防錆剤（特殊亜硝酸リチウム）を混入することにより、はつり面以深に浸入している塩素イオンの除去およびその活性化を抑制できるようにしました。この浸透性防錆剤による塩化物の抑制は、今回の補修のキーワードのひとつで、今後の調査結果次第では、塩害を受ける構造物の補強や新設に、大きな効果をもたらす可能性があります。

配合については、施工延長が約600mほどあることを考慮し（最長圧送距離60m）、簡単に移設可能な機材で混練・注入を行えるもので、耐塩害および耐凍結融解に耐え得るようにW/Cを小さくし（15%）、ブリーディングもほとんど発生しない配合としました。また特殊亜硝

酸リチウムは、事前にコア削孔によって行った塩分含有量調査の結果をもとに、混合量を逐次変化させました。

注入ポンプはスクイズ式モルタルポンプ2インチ径で、注入圧力は最大15kgf/cm<sup>2</sup>でした。注入孔は6m<sup>2</sup>に1カ所を基準とし、注入パイプ先端には圧力計を設置して型枠内の異常な圧力変化を点検できるようにしました。

## 防水ライニングの施工

防水ライニングは、断面修復完了後の構造物に塩分や水分・酸素などの腐食因子が新たに侵入するのを防止し、鋼材の腐食劣化を抑制する目的で実施しました。

また防水ライニング工では、「手取川橋色彩景観検討委員会」での審議結果に基づき、周囲の環境や景観との調和を図るものが採用されました。

使用材料は、ポリマーセメント系塗装の本体にエポキシ樹脂系塗料を上塗りしたもの、および上塗りをフッ素樹脂系塗料としたものの2種類を使用しました。

本体のポリマーセメント系塗装は、エポキシ系塗料に比べて橋梁本体の線膨張に追従しやすいので、ひび割れの発生を最小限に抑える役割を持っています。

また、一部使用したフッ素樹脂系上塗り材は、低汚染型フッ素樹脂で、従来のエポキシ系に比べて光沢保持性と耐汚染性および耐磨耗性に優れた塗料であり、今回試験的に施工を行ったものです。

## あとがき

今回のような大規模な塩害補修工事は今後さらに増加すると思われ、これらの動向にあわせた作業の省力化、高効率化へのステップアップは必至でしょう。

現在、多様な業種において、従来の工法から新工法へとさまざまな工法が模索されているなか、本工事におけるWJはつり工法は、施工工数の低減および工期短縮に大きく貢献することができました。同時に、昨今の課題でもある職人不足（今回は上向きはつり作業の技能）も

解消された形となり、一応の効果が確認できました。

以上のように本橋においては、塩害補修・補強工事に各種技術を組み合わせることにより、施工の合理化、省力化を図り、一応の成果を得ました。しかしWJ工法に使用する機材の汎用性や使用量が少ないこともあり、経済性等に課題が残されています。今後、多様な要素技術を組み合わせて研究開発を進めることで、一層の効果が期待できると考えられます。

