

無機質結晶形成材を使用したコンクリート構造物の補修

東日本旅客鉄道株式会社 長野土木技術センター（正会員）○北村栄治 大久保秀一 神農久利 若林正三
MCR科学技研 中村行伸

1. はじめに

補修対象となった構造物（写真－1）は、JR飯山線に位置し、30 kg古レールを利用した経年50年の鉄筋コンクリート造3径間跨線水路橋である。この水路橋は、凍害劣化により機能低下したコンクリート部材に対し、無機質結晶形成材を使用し、凍害劣化に対して抵抗性の高い補修を行いリニューアルした。本稿では劣化の状態、補修工法について報告する。



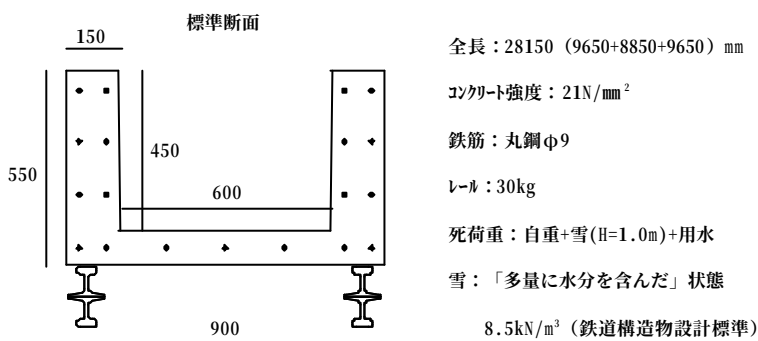
写真－1 補修前の水路橋

2. 凍害劣化

本水路橋の位置する地域は冬期間が長く、積雪量は2mを超え、冬期の平均最低気温も0℃を下まわり、四季を通じて寒暖の差の激しい地域である。このような厳しい環境条件下にあり、水分供給の多いコンクリート構造物にとっては凍結融解作用の影響を受けるため凍害による材質劣化が発生し易い。一般に凍害劣化は、コンクリート中の水分が0℃以下になった時の凍結膨張によって発生し、凍結融解の繰り返しによってコンクリートが徐々に劣化する現象である。凍害の発生要因には、コンクリートの品質、環境、水の供給等の多くのものがあり、さらに中性化およびアルカリ骨材反応などの他の劣化要因と複合し、劣化が促進されることがある。凍害劣化に対して抵抗性の高い補修を行うには、セメントペースト中の微細な毛細管空隙内への水分供給を遮断することのできる不透水性の補修材料を選択することが重要である。さらに無機質でコンクリート内部の結晶形成を促し、緻密化することができれば不透水性は高まる。

3. 耐力評価

図－1は本水路橋の耐力評価を行った標準断面と評価条件である。評価するにあたり、有効断面は凍害劣化による断面欠損等を考慮して標準断面より周囲均一に20 mm減とした。また実断面は鉄筋コンクリート凹型と30 kg古レールの非合成構造であるが、古レールの耐力低下に起因する要因はないため、上部凹型を単鉄筋ばりとして評価を行った。標準断面と断面欠損を考慮したものとを比較し



図－1 標準断面と評価条件

た結果、コンクリート圧縮、鉄筋引張応力度で増加し、それぞれの耐力比で25%、7%の低下であった。特に鉄筋引張応力度は98.7 MPaとなり、許容応力度の82%に達していた。継続的な凍害劣化の進行により、鉄筋の腐食が進行することになれば、著しい体力低下を引き起こすことが懸念された。（ここで許容応力度は $\sigma_c=7.0\text{MPa}$ 、 $\sigma_s=120.0\text{MPa}$ である。）この結果から、補修レベルとして応急的な補修ではなく、恒久補修を行うことによりライフサイクルコストの低減と構造物の延命化を図ることにした。

3. 補修工法の決定

（1）工期：本水路橋は水田用水供給のためのものであり、施工期間が用水供給終了から冬季に入るまでの非常に短い期間に限られた。調査、準備期間を除き、実施工が許される期間は30日程度であることから、施工に要する期間を最小限にする工夫が必要であると考えた。

（2）経済性、仕上等：本構造物の必要性からみて大きな断面改良は不要であり、先述したように建設時断面

キーワード：コンクリート補修、凍害劣化、無機質結晶形成材、コンクリート改善

連絡先：〒380-0935 長野市中御所1-8-13 東日本旅客鉄道株式会社長野土木技術センター 026-224-3378

の確保（欠損断面の修復）、また諸般の事情から仕上りの美しさも要求された。

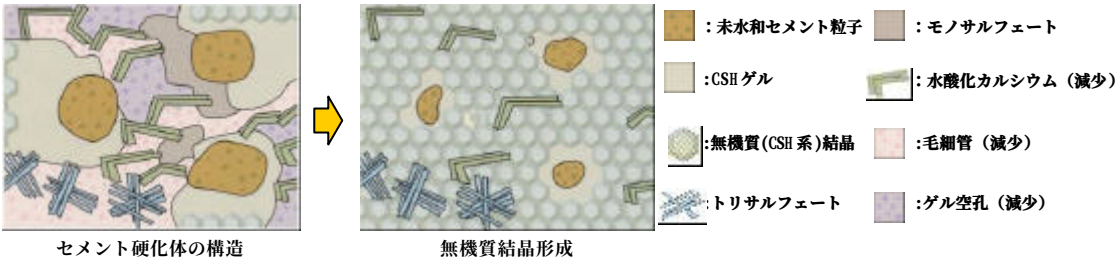
（３）**施工条件**：凍害劣化によりほぼ全面にコンクリート剥離、劣化現象が確認されている。劣化部の詳細調査に基づき、欠損した表面部の処理（超高压洗浄による不良コンクリートの除去）を先行作業として行う必要があり、事前調査では表面処理深さ、断面整形厚さは20 mm前後と推定された。

（４）**凍害劣化に対する抵抗性**：凍害発生の最も重要な要因は水であり、水分供給の遮断が可能な整形材料を選定することが重要であると考えた。

以上の要件より、不良コンクリートの除去、高压水による洗浄、断面欠損部のモルタル整形（修復）は左官方法による補修工法が有効であると判断した。

4. 補修材料

本補修に使用する材料を「無機質結晶形成材」を配合したモルタルとした。
無機質結晶形成



図ー２ 無機質結晶形成による抑制機構

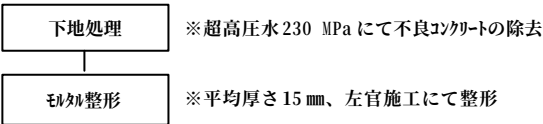
材とは、毛細管空隙内の自由水中に触媒性カルシウム化合物を供給、コンクリート内にある水溶性シリカ化合物と触媒性カルシウム化合物と反応し、珪酸カルシウム水和物（無機質）結晶を形成する粉末状の混和剤である。さらにコンクリート内で繰り返し反応を続け、躯体内の細密、不透水化が促進される。この反応は整形モルタル内のみの反応にとどまらず、既存の躯体内へ反応が進行し、構造物全体のコンクリート改善を行う。図ー２に無機質結晶形成による凍害劣化の発生抑制機構を示す。さらに補修後のモルタル片落下防止のために、付着強度の高い補修用モルタルを使用した（表ー１）。また断面形成において強度不足を補うため、また施工後のひび割れ等の発生抑止、左官施工の容易化のために繊維を配合した補修材である。

表ー１ 付着強度

使用した補修モルタル	平均値 1.5N/mm ² （超高压洗浄による下地処理後）
（参考） J R 標準	平均値 1.0N/mm ² かつ最低値 0.5 N/mm ²

5. 施工

図ー３に本補修工法の施工フローを示す。特に留意した点として、モルタル整形前の下地処理を超高压水で洗浄したことである。これにより整形モルタルの付着強度（施工性）の向上、施工後のひび割れ等の発生に対する抑止効果が図れたものと考ええる。写真ー２は補修後の水路橋全景である。



図ー３ 施工フロー

6. 無機質結晶形成の確認

環境条件に影響されるが、一般的に無機質結晶は施工完了後、約 60 日間で形成される。整形モルタル、また既存のコンクリート内に無機質結晶が、どの程度形成されているかを調べるには、サンプルを採取して電子顕微鏡による組織、結晶形態の観察を行うことにより確認することができる。今後、適正な時期を選定し、施工後の確認を行う予定である。

7. まとめ

一冬経過して本補修工法が、凍害劣化に対して抵抗性のある無機質結晶形成材の使用が有効であることが確認できた。また本水路橋のように鉄道には直接列車運行に関係のない線路横断構造物も多く存在しており、これら設備の補修、延命化を図ることも業務の一つである。本補修工法が、経年劣化した他の構造物の維持管理と補修の参考になれば幸いである。



写真ー２ 補修後の水路橋

【参考文献】MCR 科学技研：「ICR コート＝無機質結晶形成材＋補修モルタル（レンダロックSP）」技術資料