

緊張した腐食 PC 鋼材に対するリパッシブ工法の長期補修性能

詳細
要約



深川 柊

技術本部 技術部

白水 祐一

技術本部 技術部

概要

ブリーディングやグラウトの先流れによって発生するグラウト充填不足は、ポストテンション方式単純T桁橋のPC鋼材上縁定着部の背面やPC箱桁橋のウェブ曲げ上げ部において空隙が確認されることが多い。グラウト充填不足部においては、PC鋼材の腐食が確認されている場合もあり、腐食に起因するPC鋼材破断によって、構造物の耐荷性が低下することが懸念されている。対策としては、PCグラウト再注入による補修工法が一般的である。しかし、従来工法はPC鋼材束内部までグラウトが充填されにくいいため、多量の塩化物イオン（以下、Cl⁻）を含む錆層が残存する場合、再注入後においてもPC鋼材の腐食を促進するという問題がある。そこで当社は、この問題を解決するためにリパッシブ工法（以下、本工法）を開発し、グラウト充填不足が確認された凍結防止剤散布地域にあるPCT桁橋において、約4年半のモニタリングを行い、良好な補修結果が得られることを確認している。

本工法は、亜硝酸リチウム水溶液を先行で注入して鋼材を再不動態化させ、水溶液を排出した後に亜硝酸リチウム添加補修材を充填する工法であり、シース内へのCl⁻の侵入がある場合でも補修効果が認められている。しかし、緊張力が作用しているPC鋼材が腐食した状態に対しての長期的な補修効果は確認できていない。そこで本研究では、約8年間屋外暴露した供試体を使用し、本工法の長期補修性能を確認した。

リパッシブ工法の長期補修性能結果

1. 試験概要

供試体概要を図-1に示す。緊張架台をセット後、φ7mmのPC鋼線（SWPR1BL）を使用し、透明な塩化ビニル製シースの中に1本ずつPC鋼線を挿入した。所定の緊張力を導入した後、塩水噴霧による促進腐食を1年間実施し、本工法による充填と従来工法による充填を行った。本試験は、緊張架台1台につきφ7mmのPC鋼線を4本設置し、これを2台用意し、合計8本のPC鋼線を使用して試験を実施した。試験区間は中央部1000mm区間とし、試験区間以外はテープにより被ふくした。本工法により補修された鋼線がA～D、従来工法により補修された鋼線がE～Hである。鋼線Cに関しては、2018年に試験区間外での破断が確認されたため、本試験の対象外とした。試験項目は、電気化学的モニタリング、PC鋼線の錆層内イオン分析および腐食分析とした。

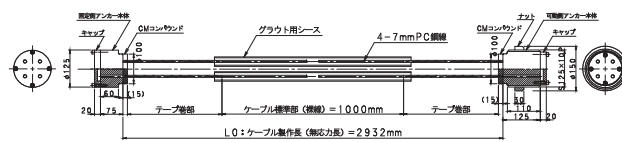


図-1 供試体概要図

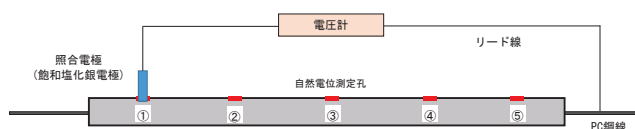


図-2 自然電位測定図

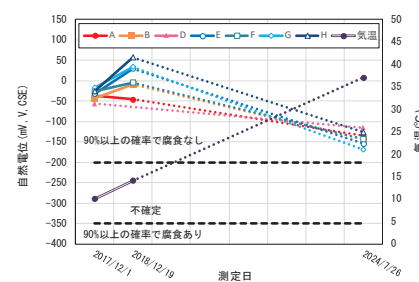


図-3 自然電位の経時変化および気温

2. 試験結果

2.1 自然電位

図-2の方法で測定した自然電位（各鋼線の3測点の平均）および気温を図-3に示す。各鋼線には測点を5箇所ずつ設けていたが、試験区間境界部に近い2箇所は値がばらついていたので、中央3測点の平均とした。全ての測点で、ASTM基準にある90%以上で腐食なしの判定となる-200mVよりも貴な値を示し、グラウト内部のPC鋼線が腐食環境にはないことを確認した。

2.2 PC鋼材の錆層内成分

表-1に錆層内イオン分析結果を示す。本工法を適用した鋼線A、B、D全てで、亜硝酸リチウムによる防錆効果があるとされるモル比（Cl⁻/NO₂⁻）<1.25の条件を満たし、約8年に渡る腐食抑制効果があることを確認した。

3. まとめ

自然電位モニタリングの結果、本工法は亜硝酸リチウムを添加したグラウトの保水性能により、計測初期は従来工法と比較して卑な傾向を示したが、長期的には貴な傾向へと変化した。ASTMによる腐食判定基準において、90%以上の確率で腐食なしとの判定を示す値であり、約8年間の屋外暴露環境下で補修材内部は良好な腐食抑制環境であることを確認した。また、本工法を適用後、約8年経過したPC鋼線の錆層内イオンのモル比が（Cl⁻/NO₂⁻）<1.25であることから、本工法が長期腐食抑制効果を有することを示した。

表-1 錆層内イオン分析結果

Cl ⁻ (wt%)	NO ₂ ⁻ (wt%)	SO ₄ ²⁻ (wt%)	Na ⁺ (wt%)	K ⁺ (wt%)	Cl ⁻ /NO ₂ ⁻ (モル比)
0.002	0.41	0.092	0.038	0.076	0.006
0.005	0.26	0.071	0.035	0.055	0.025
0.010	0.70	—	—	—	0.019
0.003	<0.001	0.19	0.18	0.19	—
0.004	<0.001	0.12	0.15	0.13	—
0.002	<0.001	—	—	—	—

Key Words: リパッシブ工法, 長期補修性能, 自然電位, 亜硝酸リチウム