

グラウト再注入による腐食抑制効果に関する定量的評価

西日本旅客鉄道（株） 正会員 ○近藤拓也 正会員 村田一郎
京都大学大学院 正会員 山本貴士 フェロー会員 宮川豊章

1. はじめに

PC 構造物の定着部を中心として、シース内にグラウト未充填箇所が認められた場合、グラウト再注入が実施される場合が多い。しかし、グラウト未充填部に長期間 PC 鋼材がある場合、腐食が生じている可能性がある。これら腐食した PC 鋼材に対してグラウトを再注入することにより、本来期待している防食および付着性能が発揮できるか否かは不明である。

そのため、シース内に空隙が存在し PC 鋼材が腐食した場合を模擬し、腐食 PC 鋼材にグラウト再注入を実施した場合における防食効果について検討を行った。最大約 700 日間にわたる暴露実験を行い、腐食速度について評価を行ったので、その結果について報告する。

2. 実験概要

(1) 試験パラメータ

本検討における試験パラメータを表-1 に示す。グラウト再注入以前における空隙箇所の PC 鋼材腐食度は、NaCl 溶液の散水期間を 4 種類と散水を行わなかったもので計 5 種類とした。グラウト再注入後の腐食速度を評価するため、グラウト再注入後約 450 日および約 700 日の 2 種類の暴露期間を設けた。

(2) 供試体作成方法

治具を用いて PC 鋼線（φ7mm SBPR1BL、試験区間 400mm）に $P_u \times 70\%$ の緊張力を導入した。PC 鋼材延長の 200mm 区間に予めグラウトを注入し、残り 200mm 区間に所定の期間 NaCl 溶液を散水した。その後、グラウト再注入を行うシリーズについては、散水区間にグラウトを注入した。このようにして作成した供試体は、所定期間暴露を行った。使用したグラウトは、予めグラウトを行った部分については、1970 年代に建設されたものを想定した、そして再グラウトを行った部分については、現在一般に使用されるタイプのグラウトを使用した。

表-1 試験パラメータ

要因	内容
空隙箇所への NaCl 溶液散水期間	5 種類 (0 日, 7 日, 28 日, 63 日, 112 日)
再注入後暴露期間	2 種類 (約 450 日, 約 700 日)
グラウト再注入	2 種類 (あり, なし)

(3) 評価方法

それぞれの暴露期間終了後、緊張力を解放し供試体を解体した。その後 JCI-SC1 法に基づき錆を除去後、任意の直交する 2 方向で直径を測定した。測定間隔は 10mm とした。

3. 試験結果

(1) PC 鋼材の腐食傾向

JCI-SC1 法に基づき除錆を行った後における PC 鋼線のうち、塩水散布を 63 日間実施した PC 鋼材の直径減少比を図-1 に示す。なお、旧グラウト部分で腐食が目視により認められなかったため、旧グラウト部分で最大直径を示した箇所を 1 とし、その値に対する比を直径減少比として示した。

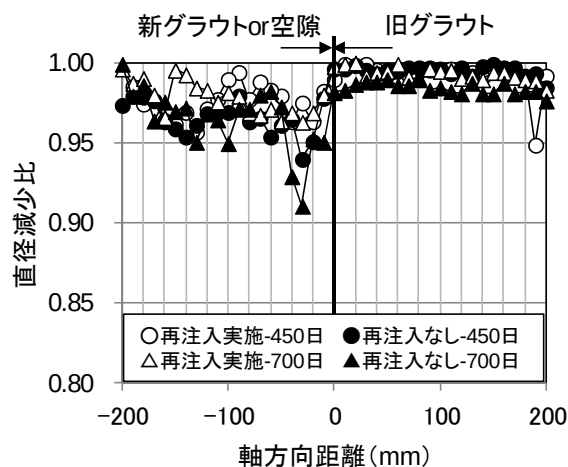


図-1 PC 鋼線の直径減少比分布(塩水散布 63 日)

キーワード グラウト再注入, 腐食速度, 緊張力

連絡先 〒601-8411 京都市南区西九条北ノ内町 5-5 西日本旅客鉄道（株） 京都土木技術センター

グラウト再注入を実施していない供試体では、グラウト－空隙部界面の空隙側付近（－50mm～0mm の範囲）で局部的に直径減少が認められる箇所が存在する。また、塩水散布期間が 112 日では、さらに局部的な直径減少が認められた。これは、空隙部分と旧グラウト部分で PC 鋼線の腐食抵抗性が大きく異なるため、いわゆるマクロセル現象が生じたものと考えられる。

(2) 直径測定に基づくグラウト再注入効果に関する検討

グラウト材齢 450 日および 700 日で解体した PC 鋼線のグラウト再注入部もしくは空隙部における、直径減少比の最小値から算出し、年換算した PC 鋼材の腐食速度を図－2 に示す。再注入を実施していない供試体では、塩水散布を 28 日以上行ったものから直径減少速度が大きくなる傾向を示した。また、塩水散布期間の増加とともに直径減少速度が増加する傾向を示した。

グラウト再注入を実施した供試体については、再注入を実施していない供試体と比較し、直径減少速度がほぼ 0 で推移している。直径減少速度算定に使用した試験供試体数は 1 本であり、測定誤差等によるばらつきを含んだ数値となっているが、塩水散布 112 日では直径減少速度が正の値を示した。このことから、過度に腐食が進行した PC 鋼材に対してグラウト再注入を行った場合、腐食抑制効果が小さくなる可能性をこの結果は示しているものと考えられる。

桑原らの研究¹⁾において、著しい錆が発生した PC 鋼材に対してグラウト再注入をした場合に、腐食電流が発生することが報告されている。今回の実験においては、塩水散布 63 日と 112 日を挟み、腐食電流発生有無の境界線が存在すると考えられる。しかし、塩水散布 112 日以上の場合で PC 鋼材にグラウト再注入を実施した場合においても、腐食速度を著しく低減できるものと考えられる。

図－3 に示すグラウト再注入前の結果と重ね合わせると、PC 鋼線表面に全面錆が発生している状況であっても、局部腐食もしくは層状の錆が確認されなければグラウト再注入効果が発揮されることが考えられる。また、局部腐食もしくは層状の錆が確認されたとしても、グラウト再注入により腐食進展を抑制できるものと考えられる。

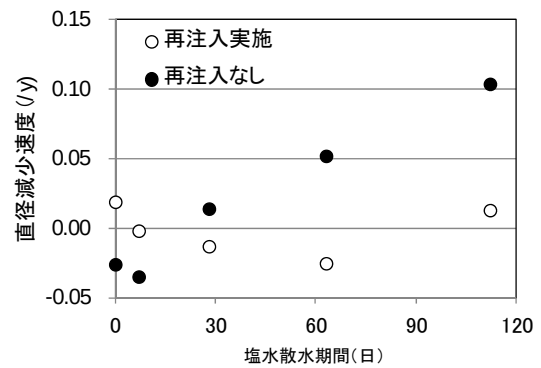
4. おわりに

本稿では、塩水散布により腐食した PC 鋼材にグラウトを再注入し、約 450 日および約 700 日間暴露試験を実施後、直径測定を行うことにより腐食速度を定量的に算出した。結果を下記に示す。

- (1) 腐食が進行した PC 鋼線にグラウト再注入を行っても、腐食を完全に抑制できない可能性を示した。
- (2) ただし、(1)であってもグラウト再注入を行うことにより、相当な腐食抑制を図れる可能性を示した。

【参考文献】

- 1) 桑原ら；グラウト中に埋設された錆びた PC 鋼材の腐食特性試験，土木学会第 57 回年次学術講演会，V-566，pp.1131-1132，2003.10



図－2 直径減少速度の比較



(部分的に錆が確認できる状態)

(a)塩水散布 7 日



(錆がほぼ全面に発生している状態)

(b)塩水散布 63 日



(表面に凹凸が確認できる状態)

(c)塩水散布 112 日

図－3 グラウト再注入前の PC 鋼線表面状況