

PCグラウト充填不足の状況に応じた再注入工法の適用性検討

株式会社高速道路総合技術研究所 正会員 〇村西 信哉
株式会社高速道路総合技術研究所 正会員 長谷 俊彦
一般社団法人 プレストレスト・コンクリート建設業協会 正会員 深川 直利
一般社団法人 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 渡邊 晋也

1. はじめに

一部の既設PC橋において、施工当時の技術水準の未熟さなどによるPCグラウトの充填不足が確認されており、既設PC橋の耐久性能を確保するため、PCグラウト再注入を実施する必要がある。充填不足の状況および原因には様々なケースが考えられ、PC鋼材とシースの組合せによりシース内の空隙が小さく充填されにくい状況や、施工時の緊張作業により意図せずカプラーがずれてシースを閉塞した状況などがある。

再注入工法には圧入工法、真空工法、自然流下工法などが挙げられる。過去の研究において、真空工法が充填性に優位となることを確認しているが、真空工法は真空ポンプを含め注入機材が大型化するため、施工条件によっては適用できないことも考えられる。

本研究は、幾つかの充填不足の状況を模擬した供試体をそれぞれ作製し、再注入実験を行い、充填不足の各種状況における再注入工法の適用性を検討した。

2. 実験内容

2. 1 細径管試験

過去の調査¹⁾により、グラウト充填不足が発生する割合はPC鋼棒を有するPC橋が多く、特にシース径φ38mmとPC鋼棒の径φ32mmの組合せにおいて充填不足が多いことが明らかとなっている。この条件をモデルケースとし、片側3mmの狭隘な空間に対する充填性能を確認する簡易な試験を実施した(図-1)。この試験方法は過去の研究²⁾で行ったものに、今回のモデルケースにあわせて細径管部を変更したものである。注入はスクイズ式グラウトポンプで行い、圧力値を参考に計測した。本試験を通過した材料から、次項の再注入実験に使用する材料を選定することとした。



図-1 細径管試験

使用材料と試験結果を表-1に示す。過去の研究²⁾と同様に、市販されているPCグラウトに防錆材を混合したものとした。また表中No.1の材料は、1980年代頃に使用されていたグラウト材とした。

試験の結果、水粉体比の大きい材料は細径管を通過しやすい傾向が確認された一方、ブリーディングも生じやすい傾向が確認された。

表-1 使用材料(細径管試験)

No.	グラウト	水粉体比 (%)	JP漏斗流下時間(秒)	フロー値 (mm)	混合する防錆材	細径管試験通過	ブリーディング
1	過去に使用されていたグラウト材	48.0	2.9	294*280	なし	◎	発生
2	低粘性型	44.0	10.4	217*214	なし	○	無
3	低粘性型	44.0	10.7	213*210	亜硝酸リチウム	○	無
4	低粘性～高粘性	38.0	4.7	374*360	なし	○	発生
5	低粘性～高粘性	47.0	4.7	330*316	イオン交換樹脂	○	無
6	超低粘性型	36.0	3.7	328*322	なし	×	無
7	超低粘性型	36.0	3.5	354*347	亜硝酸リチウム	×	無
8	超低粘性型	42.9	3.7	323*320	イオン交換樹脂	○	無
9	超低粘性型	36.0	4.0	348*344	塩素吸着剤	○	無
10	超微粒子セメント	74.0	2.7	420*415	なし	◎	発生
11	超微粒子セメント	74.0	2.7	413*393	亜硝酸リチウム	◎	発生

◎:通過、○:通過、ただし高圧力、×:通過せず

キーワード PCグラウト充填不足、PCグラウト再注入

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1 (株)高速道路総合技術研究所 TEL042-791-1943

2. 2 再注入実験

再注入実験は、次の5ケースの充填不足の状況を想定して行った。即ち、①PC鋼棒のみ、②PC鋼線、③PC鋼棒でカプラーを有するもの、④③の条件に加え、カプラー部が半分程度既設グラウトで充填されているもの、⑤建設時に緊張作業によるカプラーのずれによりシースを閉塞しているものを想定し、それぞれを模擬した供試体を作製した。本稿では、最も再注入の条件として厳しいと想定される実験ケース⑤（図-2）の結果を主に説明する。シースの閉塞は、PC鋼棒を手締めで緊張しカプラーによる閉塞を再現した。

再注入実験で使用する材料は、防錆材を混合したグラウトで、前項の細径管試験を通過し、かつブリーディングが確認されなかったものを使用した（表-2）。再注入工法は、注入口と排出口を設けた圧入工法、注入口と吸引および排出口を同一とした真空工法1穴タイプ、注入口と吸引および排出口を別々とした真空工法2穴タイプとした。本実験で行った真空工法は、再注入する空洞部をポンプで真空吸引し、その後スクイズ式グラウトポンプによる圧入により注入したものである。

再注入実験の結果を、表-2に示す。再注入したPCグラウトが硬化したのち、コンクリートブレーカーにより解体し、充填状況を確認した。カプラー閉塞部には通気があることを事前に確認しており、充填不足は一つの連続した空間と考え、充填状況を判定した。真空工法1穴タイプは、すべての材料が充填されていることが確認された（写真-1）。一方、真空工法2穴タイプは一部充填不足がある、もしくは充填されていない材料があった。圧入工法ではすべての材料が充填できておらず、シース内に残留した空気が充填を阻害した可能性が考えられた（写真-2）。また、本稿では割愛したが、実験ケース⑤以外の再注入実験の結果では、真空工法1穴タイプ以外の工法でも良好に充填されていることが確認された。

3. まとめ

充填不足の各種状況を模擬した供試体を作製し再注入実験を行った。再注入の条件として最も厳しいと想定されるカプラーのずれによりシースが閉塞している条件（実験ケース⑤）では、真空工法1穴タイプが優位な結果が得られた。その他の条件（実験ケース①～④）では他の再注入工法でも良好に充填されていたことから、現場条件と充填不足の状況に応じて適切な再注入工法を選定することが良いものと考えられる。なお、実験ケース⑤は閉塞の程度が定量化できておらず試験体ごとによらつきがある可能性があり、この点については今後の課題である。また、充填不足の状況を的確に把握することも今後取り組むべき課題である。

参考文献

- 1) 東・中・西日本高速道路㈱：高速道路資産の長期保全及び更新のあり方 報告書、高速道路資産の長期保全及び更新のあり方に関する技術検討委員会，2014.1
- 2) 萩原直樹，広瀬 剛，中村浩章，渡邊晋也：PC 再グラウト材料の基礎性状に関する研究，第26回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，2017.10

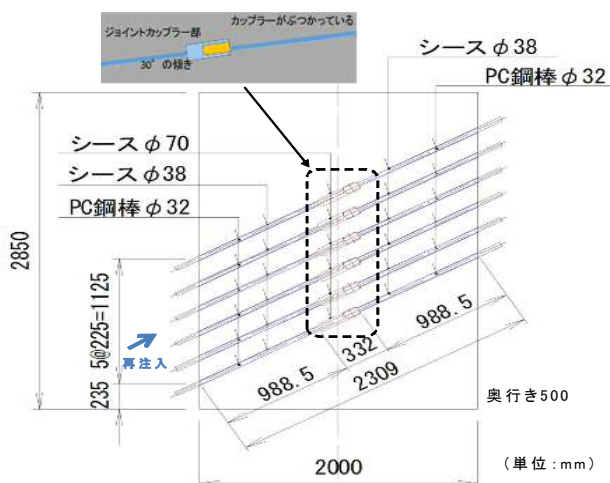


図-2 再注入実験（実験ケース⑤）



写真-1 充填が良好な例



写真-2 充填が不十分な例

表-2 使用材料（再注入実験）

No.	グラウト	混合する防錆材	再注入実験		
			圧入工法	真空工法1穴タイプ	真空工法2穴タイプ
3	低粘性型	亜硝酸リチウム	×	○	○
5	低粘性～高粘性	イオン交換樹脂	×	○	△
8	超低粘性型	イオン交換樹脂	×	○	○
9	超低粘性型	塩素吸着剤	×	○	×

○：完全充填、△：一部充填不足あり、×：充填されず