

グラウト充填不足部における PC 鋼より線束の腐食性状に関する実験的検討

ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) 正 会 員 ○福田 圭祐 神戸大学大学院 学生会員 河野 航平

神戸大学 学生会員 宮代 凌成 神戸大学大学院 正 会 員 森川 英典

神鋼鋼線工業(株) 正 会 員 堀井 智紀

1. はじめに： 1960 年代から 1970 年代に建設された既設ポステン PC 桁にて、PC グラウトの充填不足および PC グラウト充填不足部における主ケーブルの腐食が確認されている¹⁾。上記の年代に建設された既設ポステン PC 桁の主ケーブルには、主に PC 鋼線束(12φ7mm)や PC 鋼より線束(12S12.4mm)が使用されている。グラウト充填不足部の PC 鋼線束(12φ7mm)の腐食発生性状に関する研究事例²⁾はあるものの、PC 鋼より線束の腐食発生性状に関する研究事例は見当たらない。本稿では、PC 鋼より線束の腐食性状を検討するために、グラウト充填不足部の PC 鋼より線束を模擬した供試体を用いて促進腐食実験を行うとともに、促進腐食させた PC 鋼より線の静的引張試験を実施した。

2. 実験概要： 供試体の概要図を図-1 に示す。PC 鋼より線には、上記の建設時期に使用されていた 7 本より線φ12.4mm(L=110cm)を使用した。静的引張試験のつかみ代となる PC 鋼より線の両端 20cm はエポキシ塗料を塗布し、防錆処理した。供試体は、既設ポステン PC 桁の主ケーブル曲上げ部におけるグラウト充填不足部を模擬し、PC 鋼より線を 12 本平行にシース上側に束ねて、曲上げ部における PC 鋼より線束の偏在を再現した。シースには、グラウト充填状況や腐食状況を確認するために、塩化ビニル製の透明パイプを使用した。グラウトの配合は表-1 に示すように、上記の建設当時に用いられていた配合を採用した。

供試体を 1 日 1 時間 3%の塩水への浸漬と腐食促進養生箱(気温 50℃、湿度 80%)に静置するサイクルを所定期間繰り返して、促進腐食させた。供試体一覧を表-2 に示す。促進腐食終了後、供試体を解体し、各 PC 鋼より線を常温の 10wt%のクエン酸二アンモニウム溶液に 2 日間浸漬させた後、水洗いとブラッシングにより除錆した。

除錆後、各 PC 鋼より線の局部腐食発生位置やディプスバーを用いて局部腐食深さ、質量減少率を計測した。その後、各供試体の 6 本の PC 鋼より線を素線ごとに解体し、電子ノギスを用いて残存直径を計測した。残りの 6 本計 18 本の PC 鋼より線に対して、JIS G 3536 に基づいて静的引張試験を行い、最大引張荷重と破断伸びを計測した。

3. 実験結果： 各供試体のより線の腐食状況、平均質量減少率、最大局部腐食深さを表-3 に示す。3W と 5W のより線外周には、点状的に腐食を生じており、局部腐食が発生している。8W のより線外周には、全面的に腐食が生じており、3W および 5W と比べて局部腐食も進行している。

各 PC 鋼より線における局部腐食の最多発生断面位置および最大局部腐食深さ発生断面位置を図-2 に示す。局部

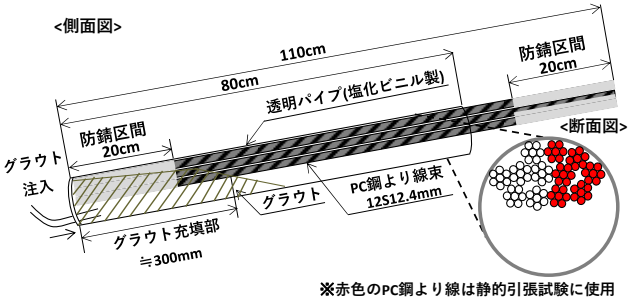


図-1 供試体概要図

表-1 グラウト配合表

配合表(kg/m ³)				
水セメント比	水	セメント	減水剤	アルミ粉
42%	570	1356	3.39	0.07

表-2 供試体一覧

供試体名称	促進腐食期間
3W	3週間
5W	5週間
8W	8週間

表-3 腐食状況・平均質量減少率・局部腐食深さ

供試体名称	腐食状況 (除錆後)	平均質量減少率 (%)	最大局部腐食深さ (mm)
3W		4.1	0.4~0.7
5W		5.0	0.3~0.7
8W		10.7	0.7~0.9

※質量減少率=(より線の腐食質量減少量÷腐食前のより線質量)×100

キーワード グラウト充填不足, PC 鋼より線, 腐食, 引張試験, 破断

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 中央ビル 8F ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) TEL 06-6303-1452

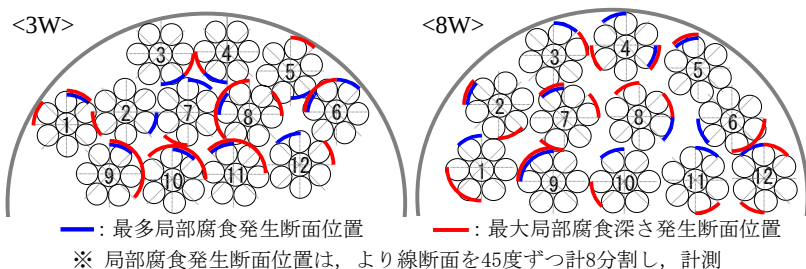


図-2 最多局部腐食・最大局部腐食深さ発生断面位置

腐食は、シーと PC 鋼より線や PC 鋼より線同士の接触箇所でも発生しやすく、局部腐食深さも大きくなる傾向にある。これは、PC 鋼より線同士の接触箇所にて表面張力等により塩水の液膜が生じるため、局部腐食が発生および進行しやすかったと考えられる。残存直径計測結果より算出した PC 鋼より線素線の断面減少率を図-3に示す。心線の断面減少率は、側線に比べて、小さい傾向にある。また、側線の断面減少率は、同じ PC 鋼より線内でもばらつきが見られ、これは側線外周に局部腐食が形成される影響と考えられる。

静的引張試験における荷重－変位曲線の一例を図-4に示す。8WのPC 鋼より線ではひずみ硬化域が確認できず、3W・5WのPC 鋼より線に比べて、最大引張荷重と破断伸びが大きく低下した。PC 鋼より線の破断部の一例を写真-1に示す。3W・5WのPC 鋼より線では、断面中央付近を起点として放射状に進展しており、絞りも生じている。一方、8WのPC 鋼より線では局部腐食を起点に進展しており、絞りを生じておらず、脆性的な破断が生じたと推察される。質量減少率と最大荷重残存率の関係を図-5に示す。質量減少率5%程度の場合、質量減少率に対して最大引張荷重低下率の方がやや大きい傾向にある。質量減少率10%程度の場合、質量減少率に対して最大引張荷重低下率の方が2倍程度になっており、局部腐食により脆性的な破断が生じた影響と推察される。また、1本のPC 鋼より線単独で促進腐食させた腐食 PC 鋼より線による実験結果の近似式³⁾と比較すると、質量減少率10%程度では本実験結果のほうが最大引張荷重低下率が大きい。これはより線同士の接触箇所に局部腐食が形成されやすかったことが影響していると考えられる。

4. まとめ：局部腐食はシーと PC 鋼より線や PC 鋼より線同士の接触箇所でも発生しやすく、局部腐食深さも大きくなる傾向にあった。また、質量減少率10%程度を達した場合、局部腐食を起点に脆性的な破断が生じ、最大引張荷重残存率が大きく低下する傾向にあった。

参考文献：1)公益社団法人プレストレストコンクリート工学会：既設 PC ポストテンション橋保全技術指針，2022.1，2)白川，森川，鴨谷：PCT 橋のグラウト充填不良部における鋼線腐食メカニズムに関する実験的検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.33，No.2，2011.7，3)近藤，荒巻，西井，村田，宮川：腐食 PC 鋼より線の力学的性質と外観性状について，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，pp.81-88，2012

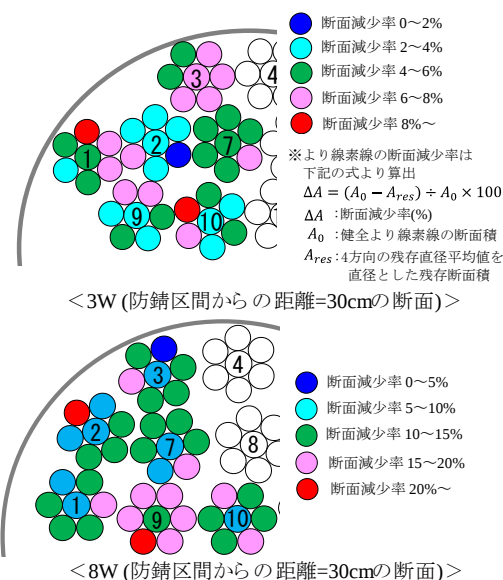


図-3 PC より線素線の断面減少率

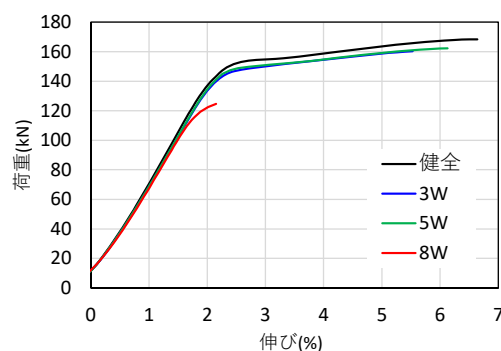


図-4 荷重－変位曲線

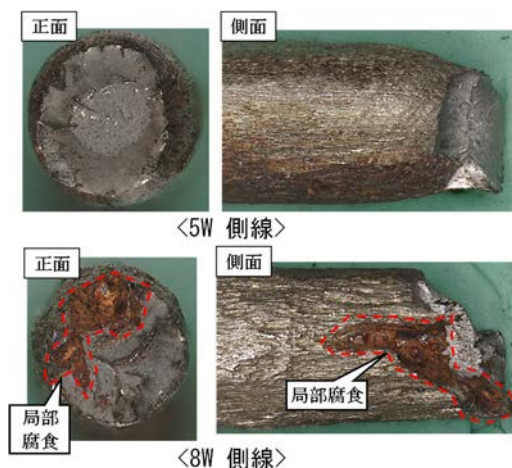


写真-1 静的引張試験の破断状況

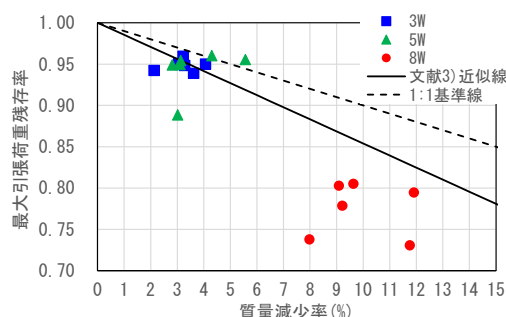


図-5 質量減少率と最大引張荷重残存率