

PC 部材のグラウト未充填部における PC 鋼より線の腐食過程に着目したプレストレス変化

京都大学 学生会員 ○八木 健志 学生会員 柘植 啓介
京都大学 正会員 高谷 哲 正会員 山本 貴士

1. 研究背景

グラウト注入や材料の技術が十分でなかった時期に施工された PC 桁では、PC 鋼材とシースの間にグラウト充填不足部が存在する事例が確認されている。そのようなグラウト充填不足部では PC 鋼材がグラウトにより防錆されないため、塩分や凍結防止剤を含んだ水が浸入することで PC 鋼材が腐食する可能性がある。また PC 鋼材の腐食と耐荷性能の関係については、特にポストテンション方式 PC においては、腐食の形態、グラウト充填状況、グラウトと PC 鋼材の付着などの要因が互いに影響するため、明確な関係性は整理されていない。耐荷性能のうち、曲げひび割れ発生荷重や初期の剛性に対しては、残存プレストレスの影響が大きい、これを定量的に評価する手法が十分でないという現状がある。

そこで本研究では、グラウト未充填部を有するポストテンション方式 PC はりおよびグラウト充填不足部を模擬した供試体を作製し、PC 鋼材の腐食進展に伴う緊張力変化およびプレストレス変化を検討するとともに、腐食後のはりの耐荷性能を検討した。

2. 実験概要

供試体の形状・寸法を図-1 に示す。供試体 No.0 および No.1 は、幅×高さ(有効高さ)×スパン長=100

×200 (133) ×1400mm の PC はりとし、PC 鋼材には、SWPR7BL を用いた。供試体 No.0 は健全(グラウト完全充填)、No.1 はスパン中央 600mm をグラウト未充填部(=鋼材腐食区間)とした。供試体 No.2 は、No.1 のグラウト未充填部から左右どちらかの片側スパンのみをモデル化した供試体で、鋼製ラムチェアによりグラウト未充填部を模擬しコンクリート躯体とグラウト充填部を介して結合した。これらの供試体には、W/C=41% (強度 54.8kN/mm²) のコンクリートおよび W/C=33% のセメントペーストをグラウトとして用いた。供試体 No.3 は鋼製フレームに PC 鋼より線のみを緊張し、腐食させた。

腐食促進試験について、No.1 は約 130 日間の電食試験(電流密度 660μA/cm²)、No.2 および No.3 は約 90 日の乾湿繰返し促進の後、約 40 日間の電食試験(電流密度 268μA/cm²)を行った。

3. 腐食試験結果

(1) 緊張力変化

各供試体の腐食期間中の緊張力変化を図-2 に示す。なお、図中の凡例 No.2-C は、図-1 に示したラムチェアとコンクリートに間に設置しているロードセルにより計測した値で、腐食部の緊張力を示している。凡例 No.2-E は、グラウト長 1000mm を経た供試体端部

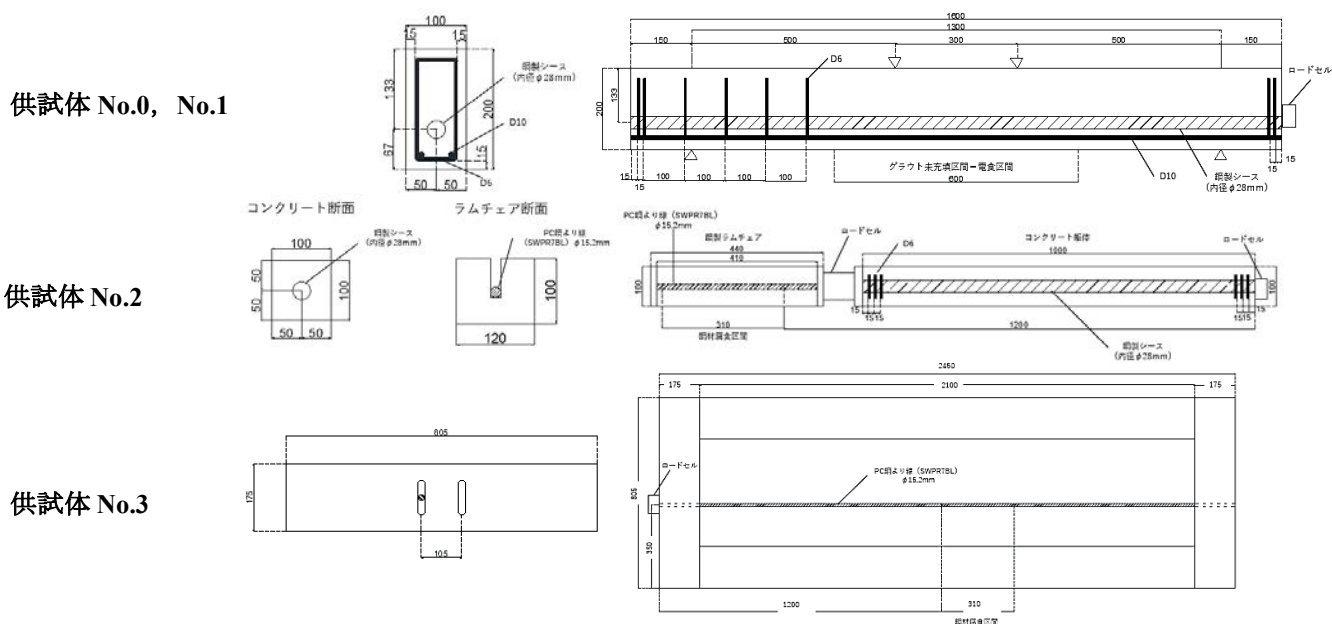


図-1 供試体形状・寸法

キーワード グラウト充填不足, プレストレス, PC 鋼より線, 腐食ひび割れ
連絡先 〒615-8540 京都府京都市西京区京都大学桂 TEL 080-2509-6807

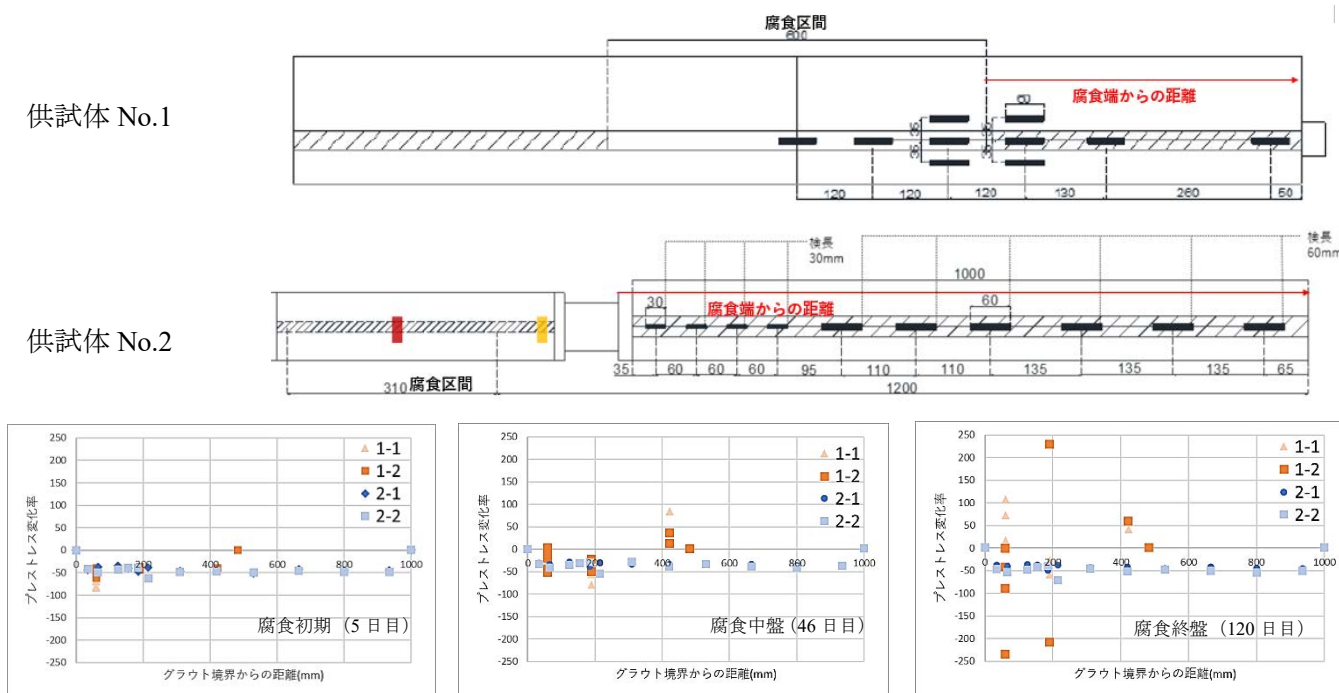


図-3 No.1 と No.2 のひずみゲージ貼付け位置およびプレストレス分布の比較

の緊張力を表している。

供試体寸法が同じはりタイプの供試体 No.0 と No.1 を比較すると、No.0 でもクリープ、乾燥収縮に伴う緊張力の低下が見られるものの、腐食供試体の No.1 の減少量が大きく、鋼材腐食の影響が表れている。

電食開始後の No.2 について、腐食部の緊張力 (C) が減少しているのに対し、端部 (E) では減少が見られない。この No.1 および No.2 の結果より、鋼材腐食が緊張力減少に影響する範囲は、腐食端部、すなわちグラウト境界面を 0 として、No.1 のグラウト長 $500\text{mm} \div 33\phi$ (ϕ : PC 鋼より線径) より大きく、No.2 のグラウト長 $1000\text{mm} \div 65\phi$ より小さいことが伺える。しかし、PC 鋼より線の腐食量測定の結果、No.1 の腐食部での腐食量が約 30%であった。すなわち、腐食量から推定できる緊張力の低下が、はり端部で計測されていないことから、 33ϕ 地点でもグラウトの定着効果は大きく発揮されていたことが考えられる。

次に No.2 と同腐食条件の PC 鋼より線のための No.3 を比較すると、No.2 の腐食部緊張力 (C) に対して No.3 の緊張力減少量が小さい。すなわち、グラウト

未充填区間に対して腐食領域の割合が小さい場合、端部に現れる緊張力の減少量が小さい。PC 鋼より線の健全部の延長が長いことにより、より線間の応力の分配等が生じていた可能性がある。

(2) プレストレス変化

No.1 および No.2 のコンクリート部に貼付したひずみゲージの値をもとに、腐食期間中の軸方向のプレストレス変化を算出した。腐食初期、中盤、終盤での No.1 と No.2 のプレストレス変化を図-3 に示す。

鋼材腐食が生じているものの、腐食ひび割れがコンクリート部に進展していない No.2 ではプレストレス分布の変化が小さい。一方、鋼材腐食に加え、グラウト充填部近傍のコンクリートまで腐食ひび割れが進展した No.1 では、プレストレスの変化量が大きい。また、No.1 では、特に最大ひび割れ幅付近でプレストレス変化量が大きかったことから、ひび割れの拡大によるコンクリートの軸方向の剛性低下の影響でコンクリートのプレストレスが鋼材の腐食の場合よりも大きくなったと考えられる。

5. 結論

(1) グラウト未充填部での PC 鋼材腐食により緊張力が低下する範囲は、グラウト充填部との界面から 33ϕ より大きく、 65ϕ より小さかったが、 33ϕ 地点においてもグラウトの定着効果が大きいことがわかった。また、グラウト未充填区間に対して腐食領域の割合が小さい方が緊張力減少が小さくなることが分かった。

(2) 腐食ひび割れの進展および拡大によりコンクリートの軸方向の剛性が低下し、コンクリートのプレストレス減少量が鋼材の腐食の場合よりも大きくなることが分かった。

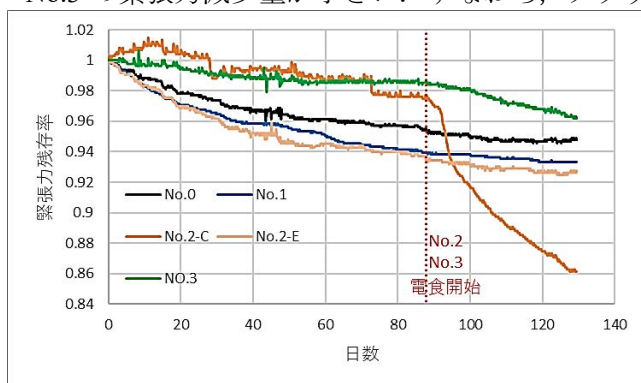


図-2 電食期間の各供試体における緊張力残存率推移