

第V部門

グラウト充填不足部腐食 PC 鋼より線の漏洩磁束法での検知と PC はりの耐荷性能への影響

京都大学 学生員 ○加藤 亮平 京都大学 学生員 中森 翔大
 京都大学 正会員 高谷 哲 京都大学 正会員 山本 貴士

1. 研究目的

本研究では、せん断スパンに斜めひび割れ発生の可能性のある比較的せん断余裕度の小さいポストテンション方式 PC はりを対象として、グラウト充填不足部で PC 鋼より線が腐食した PC はりの耐荷特性を明らかにすることを目的とした。また、漏洩磁束法を用いたグラウト充填不足部での PC 鋼より線の腐食検知の可能性も合わせて検討した。

2. 実験概要

供試体は、幅×高さ(有効高さ)×全長(スパン長)=100×200(133)×1600(1400)mm の矩形断面の PC はりとした。 $\phi 12.7\text{mm}$ の 7 本より PC 鋼より線を有効高さ 133mm で配置し、ポストテンション方式によりプレストレスを導入した。PC 鋼より線には、引張強度の約 70% の緊張力を与え、下縁の応力が 9.8N/mm^2 となる三角形分布としてプレストレスを導入した。

実験要因はグラウトの充填状況(図-1)とグラウト充填不足部での PC 鋼より線の腐食量とした。PC 鋼より線の腐食促進はグラウト充填不足部への塩水注入、もしくは電食で行った。電食では PC 鋼より線の素線が破断する程度の腐食量を目標とし、PC 鋼より線の腐食促進を行った。

プレストレスの導入前に、図-2 に示す上縁、下縁、側面にひずみゲージを貼り付け、ひずみの経時変化を測定した。また、電食によってグラウト充填不足部の PC 鋼より線を腐食させる供試体では、電食開始後に永久磁石を内蔵した磁石ユニットを用いて、供試体の側面から PC 鋼より線を磁化させ、PC 鋼より線上の PC はり側面に垂直な方向成分の磁束密度分布を測定した。着磁は 1 度だけ行い、それ以降は磁束密度分布の測定のみを行った。加えて、PC 鋼より線の腐食状況を確認するため、X 線撮影を行った。

荷重は、スパン長 1400mm に対し曲げスパン 400mm の対称 2 点 1 方向漸増繰返し曲げ試験とした。荷重試験終了後、供試

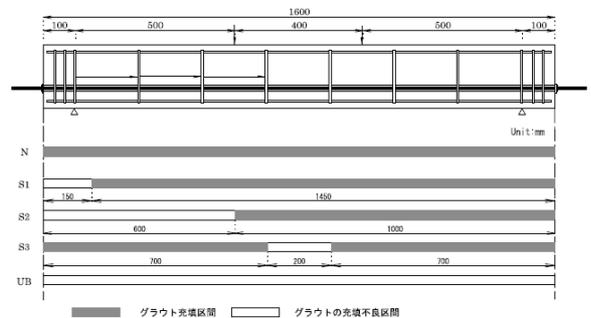


図-1 グラウト充填不足箇所

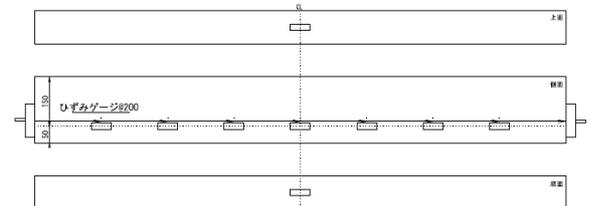


図-2 ひずみゲージ貼り付け位置

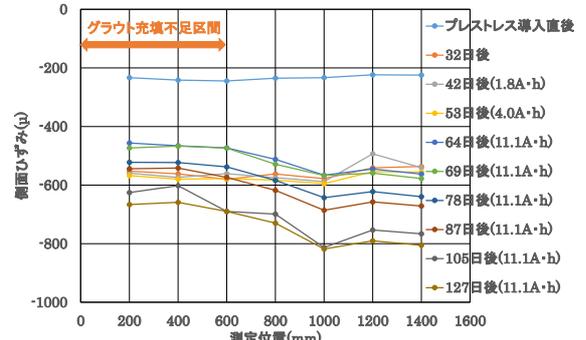


図-3 側面ひずみの経時変化

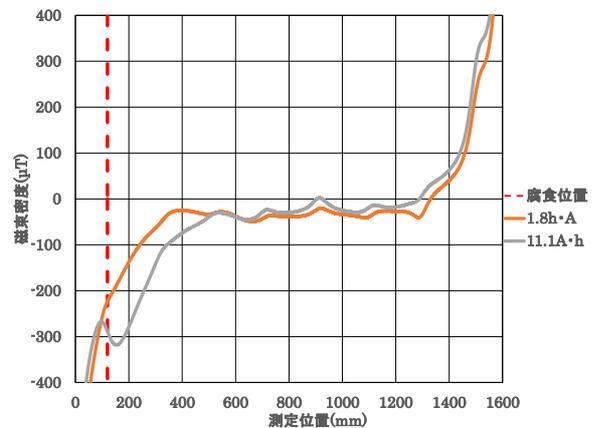


図-4 磁束密度分布と X 線撮影結果

体より PC 鋼より線を取り出し、除錆後、PC 鋼より線の最小断面直径を測定した。

3. 実験結果および考察

グラウト充填不足区間 S2 シリーズの PC 鋼より線を電食で腐食させた供試体の側面ひずみの経時変化を図-3 に示す。グラウト充填不足部位のひずみが電食開始後に引張(正)側へ変化し、プレストレスが減少している。しかし、グラウト充填不足部との界面から 400mm 以遠では大きなひずみ変化がないことから、プレストレスの減少範囲は限定的になっていることが確認できる。磁束密度分布の変化と X 線撮影結果を図-4 に示す。PC 鋼より線の断面欠損位置で磁束密度分布に S 字型の波形を確認できたことから、漏洩磁束法で PC 鋼より線が完全に破断する前に断面欠損を検知できる可能性を示せた。

最小断面直径比(最小断面直径/公称直径)とプレストレス残存割合の関係を図-5 に示す。プレストレス残存割合は、曲げひび割れ発生荷重から残存緊張力を計算し、導入直後の緊張力で残存緊張力を除すことで求めた。定着部付近にグラウト充填不足がある S1 シリーズでは、プレストレスの減少範囲が作用する曲げモーメントの小さい範囲内で限定されていたため、断面欠損が大きくなっても曲げひび割れ発生荷重が低下せず、プレストレス残存割合に大きな低下は見られなかった。塩水注入と電食で PC 鋼より線を腐食促進させた S3 シリーズのひび割れ性状を図-6 に示す。グラウト充填不足部で PC 鋼より線の断面欠損が大きくなると、ひび割れ分散性が低下した。この傾向は、S1・S2 シリーズでも確認できた。S2 シリーズの荷重-変位関係の包絡線と曲げひび割れ発生直後までの曲げモーメント-曲率関係を図-7、図-8 に示す。最小断面が小さくなるにつれて、最大荷重が低下する傾向が見られた。PC 鋼より線の腐食量が大きくなるにつれて、グラウト充填不足部でプレストレスが減少したことで、プレストレスの減少範囲で発生した曲げひび割れが局所的に進展したことや、載荷荷重が大きくなると素線が破断し、PC 鋼より線の断面欠損が大きくなったことで、局所的な鉄筋比の低下がもたらされ、その断面の曲率が増大したことが原因と考えられる。図-8 より、曲げひび割れ発生以前で PC 鋼より線の腐食量に関わらず曲げ剛性に大きな差は見られなかった。そのため、PC 部材の変位やたわみの大きさの変化からグラウト充填不足部の PC 鋼材の腐食位置や腐食量を判断することは困難であると考えられる。

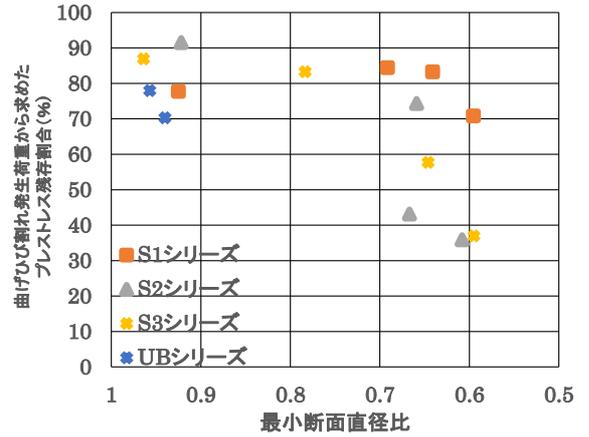
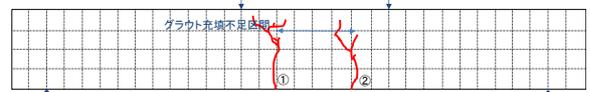


図-5 プレストレス残存割合



(i) S3 シリーズ (塩水)



(ii) S3 シリーズ (電食)

図-6 ひび割れ性状

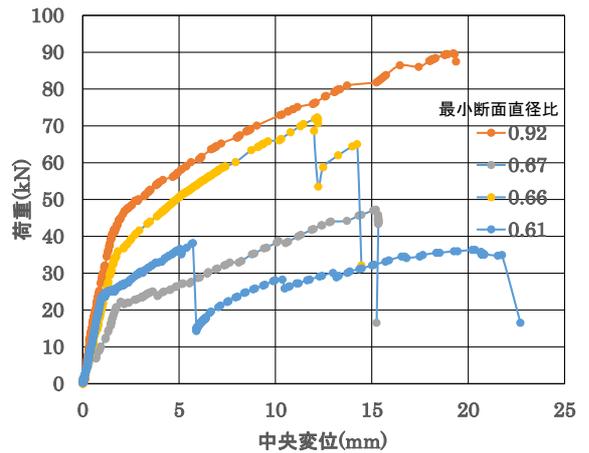


図-7 荷重-変位関係 (S2 シリーズ)

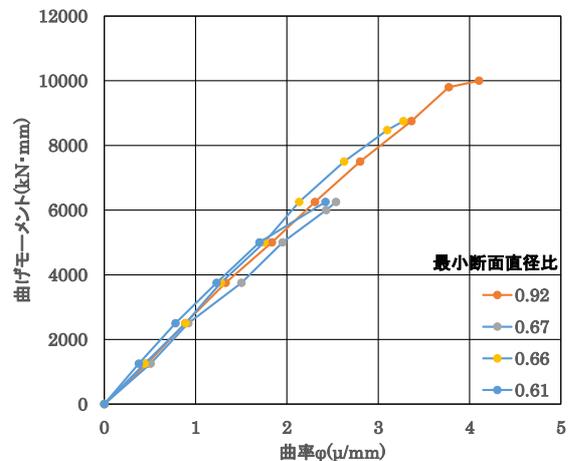


図-8 曲げモーメント曲率関係 (S2 シリーズ)