

グラウト未充填部における PC 鋼材が腐食した PC はりの耐荷特性

京都大学 学生会員 ○中森 翔大 京都大学 正会員 山本 貴士
 京都大学 正会員 高谷 哲 京都大学 フェロー 宮川 豊章

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、グラウト未充填部で PC 鋼より線が腐食した PC はり部材の曲げおよびせん断耐荷特性を明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

2.1 供試体

供試体の形状・寸法を図-1 に示す。鋼製スパイラルシースの内部に $\phi 12.7\text{mm}$ PC 鋼より線(SWPR7B, $f_{pu}=1580\text{N/mm}^2$)を有効高さ 133mm で配置し、スパン中央下縁の目標プレストレス 9.8N/mm^2 を目標に 98kN の緊張力を与えた。曲げせん断耐力比¹⁾ ($=V_y \cdot a/M_u$) は 0.98, コンクリートの目標配合強度は 40N/mm^2 とした。

2.2 実験要因, 載荷方法および測定項目

グラウト未充填区間を図-1 にあわせて示す。未充填区間が、端部からせん断スパンまでと等曲げスパンまで至るもの(供試体 A-0・B-0)に対し、供試体 A-20・B-20 では未充填区間の PC 鋼材を腐食させた。グラウト未充填区間に 5%食塩水を充填させ、PC 鋼より線を陽極、シースを陰極とする電食(電流密度 0.865mA/cm^2)で PC 鋼より線を腐食させた。目標質量減少率は、電食区間の PC 鋼より線に対して 20%とした。載荷は、スパン長 1400mm に対し曲げスパン 200mm の対称 2 点 1 方向漸増繰返し曲げ試験とした。測定項目は、荷重、スパン中央変位、両支点変位、スパン中央上下縁ひずみとした。載荷試験終了後、供試体より PC 鋼より線を取り出し、JCI-SC1 法に基づき除錆を行った後、電食区間の PC 鋼より線の質量を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 外観および腐食状況

電食後の供試体側面、底面に腐食ひび割れは確認できなかった。グラウト未充填区間でのみ PC 鋼より線が腐食しており、腐食膨張圧がコンクリート表面に伝わらなかったと考えられる。載荷結果一覧と PC 鋼より線の腐食状況を表-1 に示す。質量減少率は目標値を下回った。腐食生成物がシース内に溜まっていたことが観察され、これによって電食効率が低下したと考えられる。

3.2 プレストレスの残存割合

荷重-変位関係の屈曲点から判断した曲げひび割れ発生荷重とコンクリート曲げ強度を考慮して PC 鋼より線の残存緊張力を算出し、これを導入直後の緊張力で除すことで、プレストレスの残存割合(表-1)を算出した。なお、導入時の定着具の滑動量を測定していなかったため、すべての供試体の滑動量に 3mm^2 を仮定して導入直後の緊張力($=64\text{kN}$)とした。腐食供試体で、プレストレスの低下が大きくなるものがあった。PC 鋼より線の断面が腐食で減少

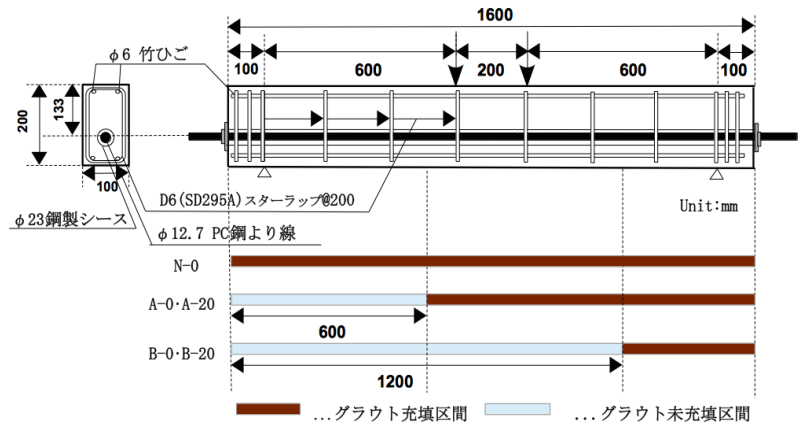


図-1 供試体の形状・寸法およびグラウト充填状況

キーワード ポストテンション PC はり, グラウト未充填, 鋼材腐食

連絡先 〒615-8246 京都市西京区京都大学桂 C1-458 TEL : 075-383-3173 FAX : 075-383-3177

し、緊張力が低下したと考えられる。

3.3 荷重-変位関係

荷重-変位関係を図-2 に示す。完全充填よりも、未充填区間が存在する供試体で、曲げひび割れ発生以降の曲げ剛性が小さくなる傾向がみられた。しかし、腐食の有無が曲げ剛性に与える影響は明確でなかった。このことから、質量減少率が 10%程度の場合、PC 鋼より線の腐食よりもグラウト未充填区間が存在する方が曲げ剛性に大きな影響を与えるといえる。

3.4 ひび割れ性状、破壊形式および最大荷重

載荷試験後のひび割れ性状とグラウト充填区間の関係を写真-1 に示す。全ての供試体で写真-1 のように曲げひび割れが分散せず、両載荷点下の曲げひび割れのみが進展した。ただし、未充填が存在する供試体で、未充填区間の曲げひび割れが大きく開口し、その断面で圧壊が進行しやすくなる様子がみられた。このことにより、曲げひび割れが局所化した断面で曲率が大きく増加し上縁コンクリートがより早期に終局ひずみに達することで、未充填区間をもつ供試体の最大荷重が若干小さくなったと考えられる。また、供試体 A-0、A-20 では、せん断スパンの比較的曲げモーメントの大きい位置に存在するグラウト充填・未充填界面付近を起点とした曲げひび割れから斜めひび割れが進展した。グラウト界面付近で鋼材の付着が急変するため、曲げひび割れの起点になりやすいと推察される。健全および質量減少率 10%の時のプレストレス減少の影響を考慮したせん断耐荷力の計算値¹⁾を図-2 中に示す。

10%の腐食ではせん断耐荷力の低下は計算上わずかであった。しかし、腐食量が大きく、局所的な腐食が生じると、プレストレスの低下に伴うせん断耐荷力の低下も大きくなることが予想される。このことと、前述のグラウト界面に起因する斜めひび割れの進展が影響して、破壊形式が曲げ引張破壊から斜め引張破壊に変化することも考えられる。

4. 結論

本研究の範囲内で得られた主な結果をまとめて結論とする。

- (1) PC 鋼より線の腐食よりもグラウト未充填区間が曲げ剛性の低下に与える影響が大きかった。
- (2) グラウト未充填部の曲げひび割れが大きく開口し、その断面で圧壊が進行しやすく、最大荷重が小さくなる傾向がみられた。
- (3) 等曲げ区間にグラウトが充填されており、グラウト界面がせん断スパンの曲げモーメントの比較的大きい領域に存在すると、そのグラウト界面付近を起点とした曲げひび割れから斜めひび割れが進展する傾向がみられた。

参考文献

- 1) 土木学会:2012 年制定コンクリート標準示方書[設計編], pp.412-414, 丸善, 2012.
- 2) 小林和夫ら:プレストレスコンクリート構造学, オーム社, 1979.

表-1 腐食状況および載荷結果一覧

供試体名	質量減少率 (%)	曲げひび割れ発生荷重 (kN)	プレストレスの残存割合 (%)	最大荷重 (kN)	破壊形式
N-0	0.0	24.1	89.4	57.9	曲げ引張
A-0	0.0	25.4	95.6	54.1	曲げ引張
A-20	8.8	21.3	69.6	50.2	曲げ引張
B-0	0.0	25.3	95.0	53.5	曲げ引張
B-20	13.3	23.5	82.8	48.4	曲げ引張

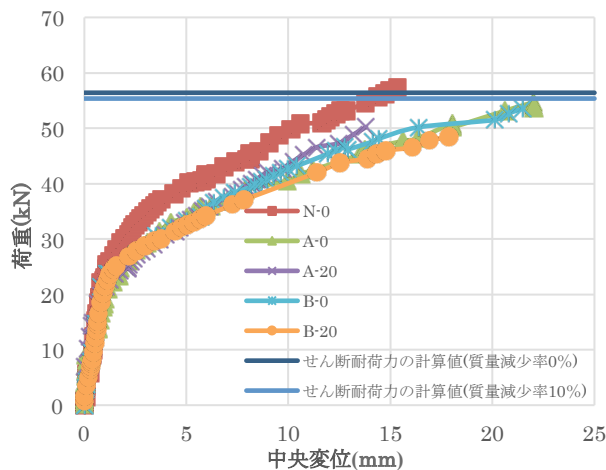


図-2 荷重-変位関係

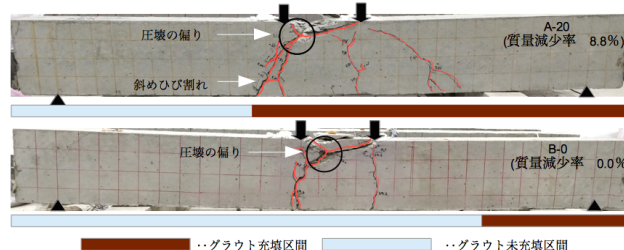


写真-1 載荷試験後のひび割れ性状例