

PC はりの純曲げスパンのグラウト未充填部 PC 鋼材腐食と耐荷性能の関係

京都大学 学生会員 ○奥野 喜久 西日本旅客鉄道(株) 正会員 近藤 拓也
 京都大学 正会員 高谷 哲 京都大学 正会員 山本 貴士
 京都大学 フェロー会員 宮川 豊章

1. 研究目的

本研究では、中央スパン付近のグラウト未充填部で PC 鋼材が腐食した PC はりの耐荷性能を明らかにすることを目的として、グラウト未充填部の PC 鋼棒を電食させた PC はり供試体の曲げ載荷試験を行い、その耐荷性能を検討した。

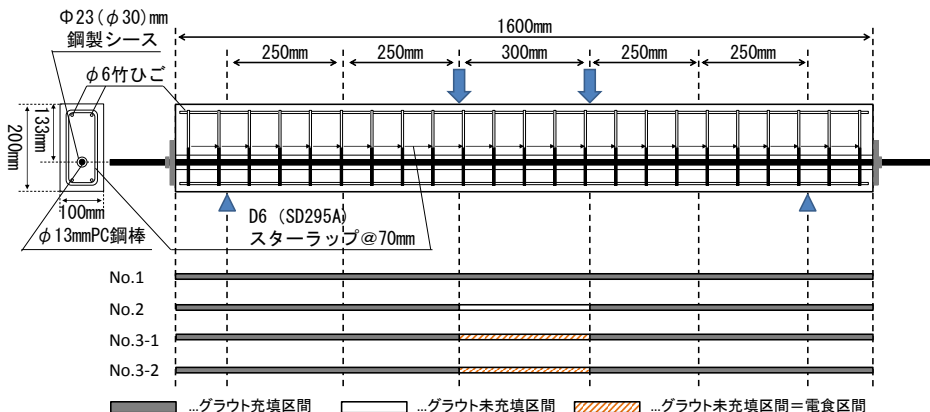


図 - 1 供試体の形状・寸法およびグラウト充填状況

2. 実験概要

2.1 供試体

供試体は図 - 1 に示すような PC はりとし、鋼製スパイラルシースの内部に $\phi 13\text{mm}$ PC 鋼棒(B 種 1 号, $f_{pu}=1470\text{N/mm}^2$)を配置し、所定の強度発現を確認後 98kN(引張強度の 50%)の緊張力を与えると同時に、図 - 1 に示す各区間にグラウト(W/C=40%)を充填した。なお、グラウト充填区間の PC 鋼棒にはブチルゴムを巻いて絶縁対策を施した。せん断耐力比 $V_y \cdot a/M_u$ は 1.45, コンクリートの目標強度は 40N/mm^2 とした。

2.2 実験方法・測定項目

No.3-1, No.3-2 では、シース内のグラウト未充填部に 5%食塩水を充填させ、PC 鋼棒を陽極、シースを陰極とし、電流密度 0.865mA/cm^2 で電食試験を行った。腐食量の大小を積算電流量で変化させ、No.3-1 で $15.6\text{A} \cdot \text{h}$, No.3-2 で $103.9\text{A} \cdot \text{h}$ とした。載荷は、スパン長 1600mm に対し曲げスパン 300mm 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、スパン中央から 50mm の位置での中央変位(両側面の点対称の位置に 2ヶ所)、両支点変位、上面ひずみ、底面ひずみ(曲げスパン内に 50mm 間隔)とした。載荷試験終了後、供試体から PC 鋼棒を取り出し JCI-SC1 法に基づき除錆を行った後、電食区間の PC 鋼棒の質量を測定するとともに、断面直径を軸方向の 50mm 間隔で、同一断面 2 方向についてノギスを用いて測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 外観および腐食状況

電食後の供試体の側面、底面には腐食ひび割れは見られなかった。グラウト充填率が 0%の区間でのみ PC 鋼棒が腐食しても腐食膨張圧はコンクリートに伝わりにくく、コンクリート表面のひび割れに至らなかったものと考えられる。PC 鋼棒の腐食状況を表 - 1 に示す。No.3-1 と No.3-2 の質量減少率は同程度であった。PC 鋼棒の腐食生成物により陽極と陰極の間に電流回路ができ、電解質(食塩水)を介した電食が進みにくかった可能性がある。

3.2 プレストレスの残存割合

載荷結果一覧を表 - 1 に示す。なお、プレストレスの残存割合は底面のひずみゲージ値から判断した曲げひび割れ発生荷重とコンクリートの曲げ強度を考慮して PC 鋼棒の緊張力を逆算し、導入時の緊張力で除すことで算出した。このため、曲げ強度のばらつきの影響などもあって、No.2 でプレストレスの残存割合が 100%を超える算定結果になったと考えられる。筆者らは PC 鋼棒全長が腐食したアンボンド PC はりでは、PC 鋼棒の平均断面減

キーワード グラウト未充填, 曲げスパン, PC 鋼棒, 腐食, 耐荷性能

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 TEL : 075-383-3173 FAX : 075-383-3177

表 - 1 腐食状況および載荷結果一覧

供試体名	質量減少率 (%)	平均断面残存率 ¹⁾ (%)	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
No.1	0.00	100	42.4	99.5	86.4	曲げ引張
No.2	0.00	100	40.1	104.4	76.6	曲げ引張
No.3-1	9.75	90.0	39.5	87.4	70.4	曲げ引張
No.3-2	10.3	91.4	37.5	88.3	71.1	曲げ引張

少分もしくはそれ以上のプレストレスの低下が生じると報告している¹⁾が、本実験の場合でも同様の傾向がみられた。曲げスパン内のPC鋼棒が腐食した場合、PC鋼棒の断面減少分以上のプレストレスの低下が生じ曲げひび割れ発生荷重が低下する可能性がある。

3.3 荷重 - 変位関係

載荷試験時の荷重 - 変位関係を図 - 3 に示す。グラウトが完全に充填されている No.1 に対して、曲げスパン内にグラウト未充填部が存在する No.2, No.3-1, No.3-2 では曲げひび割れ発生以降の曲げ剛性が低下する傾向がみられた。しかし、グラウト未充填部でのPC鋼棒腐食の影響は明確ではなかった。グラウト未充填部の存在によって曲げ剛性が低下した影響が支配的で、グラウト未充填部での部分的なPC鋼棒腐食による曲げ剛性の差がみられなかったものと考えられる。一方、最大荷重については、曲げスパン内にグラウトが充填されていないことで10%程度低下し、PC鋼棒の断面減少にとまってさらに10%程度低下した。ここで、ボンドタイプを仮定しPC鋼棒の断面減少を考慮して算出した最大荷重の計算値²⁾と実験値の関係を図 - 4 に示す。曲げスパン内のグラウト未充填部でPC鋼棒が腐食した場合、既報¹⁾と同様にPC鋼棒の平均断面減少を考慮することで最大荷重の低下率を表現できる可能性がある。ただし、質量減少率2%のPC鋼棒腐食が最大荷重に与える影響はみられなかったという報告²⁾もあり、今後様々なPC鋼棒の質量減少率を設定し、更なる検討が必要である。

4. 結論

- (1) 曲げスパン内にグラウト未充填部が存在しその箇所でPC鋼棒が腐食した場合、PC鋼棒の断面減少分以上のプレストレスの低下が生じ曲げひび割れ発生荷重が低下する可能性がある。
- (2) PC はりの最大荷重は、曲げスパン内のグラウト未充填によって10%程度低下し、さらにPC鋼棒の断面減少分低下した。

参考文献

- 1) 奥野ら：アンボンドPC はりの曲げ耐荷性能に与えるPC鋼材腐食の影響，第20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，pp.33-38, 2011.10
- 2) 阪上ら：PC 曲げ部材の耐荷性能に与えるPC鋼材腐食の影響，土木学会第57回年次学術講演会講演概要集，V - 619，pp1237-1238，2002.9

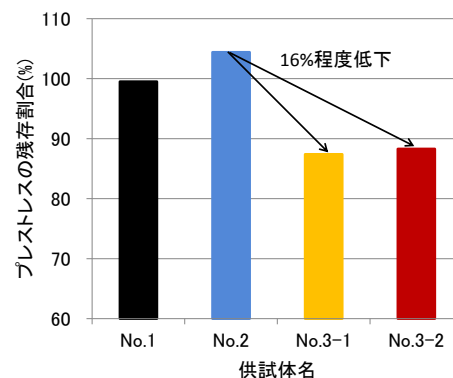


図 - 2 プレストレスの残存割合

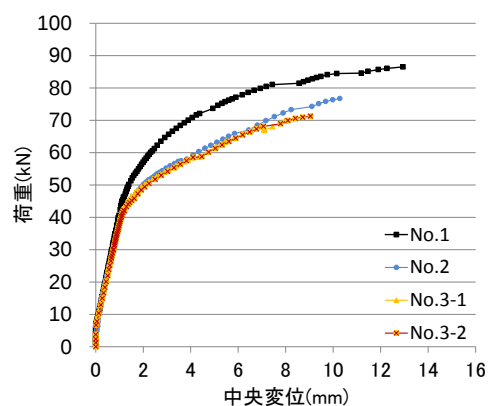


図 - 3 荷重 - 中央変位関係

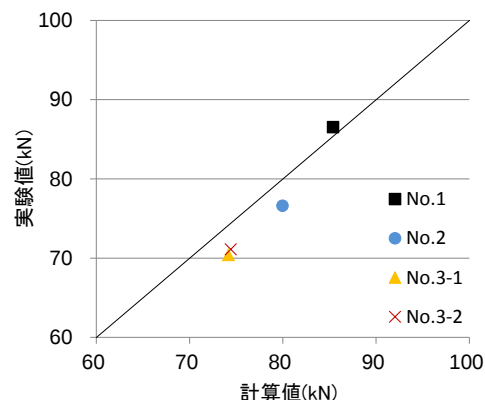


図 - 4 最大荷重の計算値と実験値