

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、定着部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。

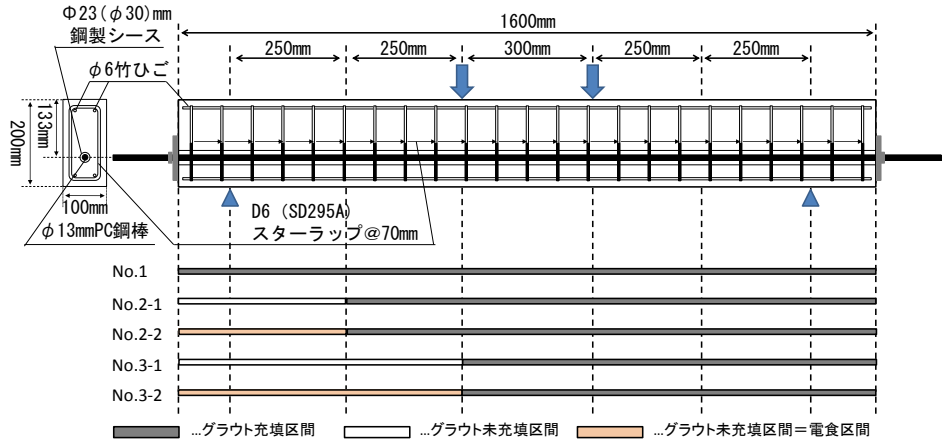


図 - 1 供試体の形状・寸法およびグラウト充填状況

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φ13mmPC鋼棒(B種1号, $f_{pu}=1470N/mm^2$)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ともに、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 $V_y \cdot a/Mu$ は1.45, コンクリートの目標強度は40N/mm²とした。

2.2 実験方法・測定項目

No.2-2, No.3-2では、シース内のグラウト未充填区間に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/cm²で電食試験を行った。目標質量減少率は、電食区間のPC鋼棒に対して30%(圧壊時にPC鋼棒が破断する可能性有り)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.2-2, No.3-2では、通電された電流がグラウト充填区間でも消費されたと考えられ、目標質量減少率を大きく下回る結果となった。

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.2-1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

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 ²⁾ (%)	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.2-1	0.00	100	39.3	68.8	曲げ引張	
No.2-2	20.4	81.9	39.0	94.0	72.7	曲げ引張
No.3-1	0.00	100	39.2	94.6	79.2	曲げ引張
No.3-2	16.0	81.8	38.0	79.6	69.8	曲げ引張

減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²⁾が、部分的に PC 鋼棒が腐食した場合にはグラウト充填区間での定着によりプレストレスの低下が PC 鋼棒の平均断面減少分以下に抑えられる可能性がある。

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、グラウト未充填区間が存在する No.2-1~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、グラウト未充填区間での PC 鋼棒腐食の影響はみられなかった。このことから、グラウト未充填区間の存在が曲げ剛性の低下に与える影響は大きく、グラウト未充填区間での部分的な PC 鋼棒腐食が曲げ剛性の低下に与える影響は小さいと考えられる。一方、最大荷重については、No.2-1 と No.2-2 を比較すると PC 鋼棒の腐食による低下はみられなかったが、No.3-1 と No.3-2 を比較すると 10%程度低下した。No.3-2 では、写真 - 1 に示すようにグラウト界面付近の曲げひび割れ幅が拡大し圧壊が左側の載荷点に偏る様子がみられた。PC 鋼棒の腐食により載荷点下のグラウト界面付近で PC 鋼棒の抜け出しが大きくなることで曲げひび割れが拡大し、その断面で曲率が局所化した結果上縁コンクリートの終局ひずみへの到達が早まり最大荷重が低下したものと考えられる。

4. 結論

- (1) 定着部付近のグラウト未充填部での PC 鋼棒が部分的に腐食した場合、グラウト充填部での定着によりプレストレスの低下は PC 鋼棒の平均断面減少分以下であった。
- (2) グラウト未充填部の存在が曲げ剛性の低下に与える影響は大きく、グラウト未充填部での部分的な PC 鋼棒腐食が曲げ剛性の低下に与える影響は小さかった。

参考文献

- 1) 上原子ら：塩害による鋼材腐食を考慮した実 PC 上部工の構造性能評価，コンクリート工学年次論文集，vol.31，No.2，pp1525-1530，2009.7
- 2) 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

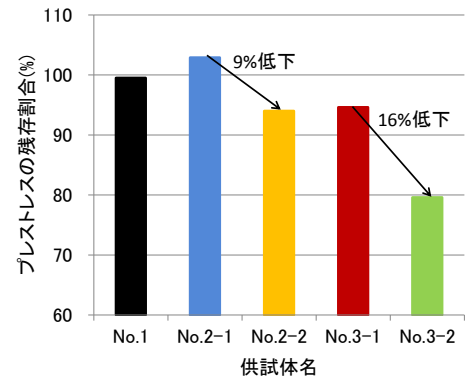


図 - 2 プレストレスの残存割合

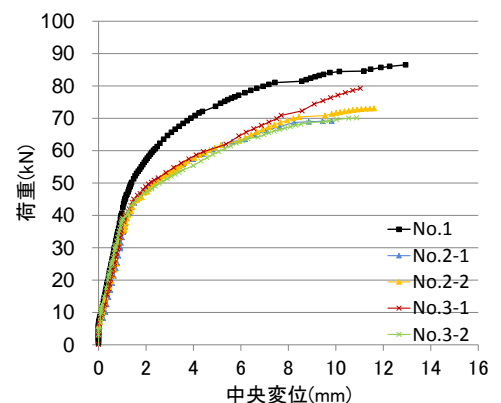


図 - 3 荷重 - 中央変位関係

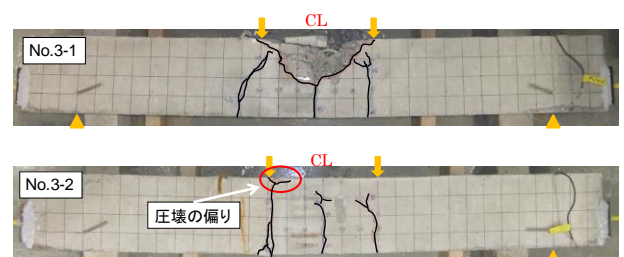


写真 - 1 載荷試験後のひび割れ性状例