

京都大学 学生会員 ○大鳥 翔平 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、PC 鋼材の腐食とその分布がプレテンション PC はりの残存プレストレスに与える影響を明らかにすることを目的とし、電食により PC 鋼材の腐食位置を変化させた供試体に対し残存プレストレス推定に用いる曲げひび割れ発生荷重を求めるための曲げ載荷試験を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体

供試体の形状、寸法を図 1 に示す。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 PC はりとし、7 本より ϕ 12.7mm の PC 鋼より線(SWPR7B)を用いてプレテンション方式によりプレストレスを導入した。緊張力を 98kN とし、目標初期導入プレストレスを 9.8N/mm^2 とした。

2.2 実験要因

PC 鋼材の計画腐食区間は、はり端部から 500mm、曲げスパン 400mm および全長 1600mm とした。計画腐食区間に対する目標質量減少率は、いずれも 10%とし、比較用に腐食のない健全(0%)を設定した。

2.3 実験方法および測定項目

供試体片側スパンの PC 鋼材にひずみゲージを 200mm 間隔で 5 箇所貼り付け、プレストレス導入前後、電食前の PC 鋼材のひずみを測定した。載荷は、スパン 1400mm に対し曲げスパン 400mm の対称 2 点 1 方向曲げ試験とし、供試体降伏までは 5kN ずつ荷重を増加させた。

3. 実験結果および考察

3.1 プレストレス導入時の PC 鋼材の定着挙動

プレストレス導入時の供試体端部からの各位置における PC 鋼材のひずみ変化を図 2 に示す。グラフの縦軸は、PC 鋼材の緊張による初期ひずみからの減少量を示す。初期緊張力 98kN による引張ひずみは約 5000μ であり、減少量が多いほど残存緊張力が小さくなることを表す。おおむね端部から 400mm までの区間で引張ひずみの減

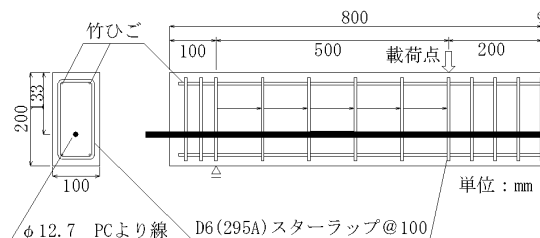


図 1 供試体の形状・寸法

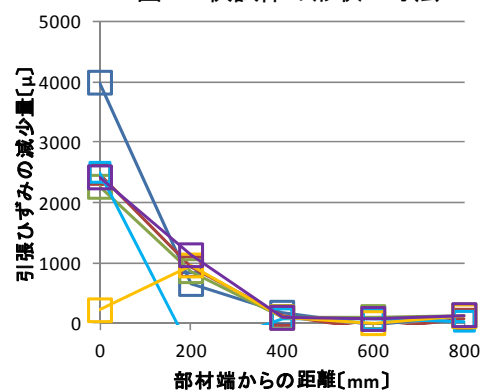


図 2 プレストレス導入前後のひずみ変化

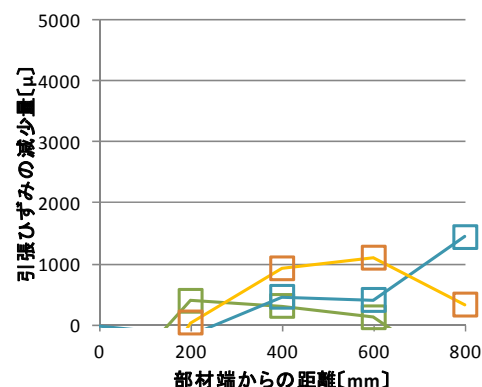


図 3 導入後から電食までのひずみ変化

少がみられる。今回用いた ϕ 12.7mm PC 鋼より線の伝達長は 200mm 以上 400mm 以下であるといえる。

プレストレス導入後から電食開始までの PC 鋼材のひずみ変化を図 3 に示す。グラフの縦軸は、プレストレス導入後の引張ひずみからの減少量を示す。ゲージの破損等により適切な測定ができなかった供試体のデータは省いた。はり中央部に向かうほど引張ひずみの減少量が大きくなる傾向にあり、はり中央でおよそ 1000μ 程度の減少となった。PC 鋼材のひずみが 1000μ 減少したときの有効プレストレスは 7.92N/mm^2 であり、クリープ等による減少量の計算値¹⁾が 8.13N/mm^2 であることから、導

表 1 曲げひび割れ発生荷重と残存プレストレス

腐食位置	目標腐食量 [%]	計測腐食量 [%]	P_{cr} [kN]	σ_{psr} [N/mm ²]
健全	—	—	28.1	4.67
全長 1	10	11.3	34.7	7.14
全長 2	10	12.9	27.5	4.42
500mm	10	14.2	25.5	3.69
曲げスパン	10	13.7	25.8	3.81

入後からの PC 鋼材のすべりによる減少も含まれると考えられる。

3.3 曲げひび割れ発生荷重および剛性

曲げ載荷試験により得られた曲げひび割れ発生荷重 P_{cr} と残存プレストレス σ_{psr} を表 1 に示す。 σ_{psr} は実験の荷重-変位曲線から求めた P_{cr} と管理供試体の曲げ強度を用いて次式から求めた。

$$M_{cr} = (\sigma_{psr} + f_b) \cdot W$$

ここに、 W ：断面係数(mm³)

f_b ：コンクリートの曲げひび割れ強度(N/mm²)

P_{cr} , σ_{psr} と計画腐食区間長さの関係を、それぞれ図 4、図 5 に示す。

計画腐食区間長さ 0mm (健全) の残存プレストレスは、初期導入プレストレス(9.8N/mm²)、また有効プレストレス σ_{pse} からの低下が大きい。プレストレス導入に際して伝達長の不足はなかったものの、最大曲げモーメント区間から部材端部までの長さが、プレテンション部材の必要定着長 65φ²に対して不足していることで、載荷の初期段階から鋼材にすべりが生じて曲げひび割れ発生荷重の低下を生じた可能性がある。

計画腐食区間長さ 1600mm の 1 体を除いて、残存プレストレスは、健全(腐食区間長さ 0mm)よりも低下している。計画腐食区間 500mm の場合、スパン中央から腐食区間端部までの長さが 300mm 未満となり、この長さは今回の伝達長以下になっていると推察される。このことから、プレストレスの注目断面から腐食している区間までの長さが伝達長に満たない場合、プレストレスの減少が大きくなる可能性があるといえる。

一方、計画腐食区間長さが曲げスパン 400mm の供試体では、部材端の定着部の PC 鋼材が腐食しないことでプレストレスの低下は小さいと予想されたが、大きく低下した。供試体側面の腐食ひび割れの状況を図 6 に示す。腐食ひび割れが側面に水平に現れており、このひび割れ

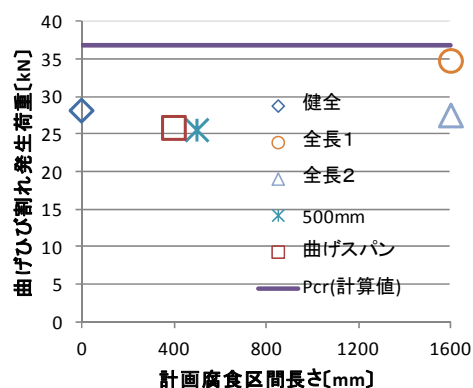


図 4 腐食位置と曲げひび割れ発生荷重

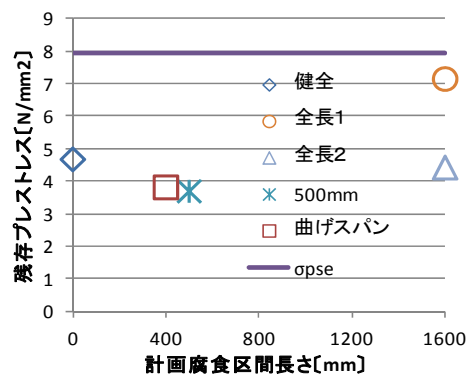


図 5 腐食位置と残存プレストレス



図 6 曲げスパン腐食供試体の腐食ひび割れにより断面高さおよび断面係数が小さくなり、曲げひび割れ発生荷重から求めた残存プレストレスが低下したと考えられる。

4. 結論

本研究で得られた主な結果をまとめて結論とする。

- (1) φ 12.7mm PC 鋼より線の伝達長は、今回の供試体で 200mm 以上、400mm 以下であった。
- (2) プレストレスの注目断面から腐食区間までの長さが伝達長に満たないような範囲で PC 鋼材が腐食すると、プレストレスが低下し、曲げひび割れ発生荷重が低下した。
- (3) 定着域の PC 鋼材が健全であっても、プレストレスの注目断面付近に断面水平方向の腐食ひび割れを伴う PC 鋼材の腐食が生じた場合、曲げひび割れ発生荷重や曲げ剛性が低下する。

参考文献

- 1) 土木学会：2007 年制定コンクリート標準示方書[設計編]，pp.223-224，2007.3
- 2) 日本道路協会：2012 年制定道路橋示方書・同解説 I 共通編 III コンクリート橋編，pp.200-201，2012.3