

鋼材が腐食したプレテンション PC はりの曲げ載荷実験

長岡技術科学大学 学生会員 ○ 陸 賢 正会員 田中 泰司
 正会員 山口 貴幸 正会員 下村 匠

1. はじめに

近年、劣化した鉄筋コンクリート構造物の耐荷性能についての研究は、数多く行われているが、そのほとんどが RC 部材を対象にしたものであり、PC 部材を対象とした検討例はごく少数というのが現状である。そこで、プレテンション PC はり試験体を作成し、室内実験室において劣化促進試験を行い、載荷試験により緊張材の腐食劣化と部材の構造性能の低下についての関係性を検討した。

2. 実験概要

図-1 に本研究で用いた試験体の寸法形状、および配筋状況を示す。試験体は、断面が 100×150mm、長さが 2200mm、等曲げ区間長が 300mm、支点間長が 2000mm のプレテンション PC はりである。軸方向に PC 鋼より線φ2.9-3 本よりを緊張材として用い、支点部にせん断補強筋 D6 を用いた。導入したプレストレス量は、道路橋示方書¹⁾の許容限界値である 1170N/mm²とした。またコンクリートの圧縮強度及び PC 鋼より線φ2.9-3 本よりの物性値を表-1 に示す。試験パラメータは鋼材の質量減少率とした。基準となる健全な試験体と質量減少率の目標値を 3,6,9,12,15%とした試験体の計 6 体を作成した。なお試験体の一覧を載荷試験結果と併せて表-1 に示す。

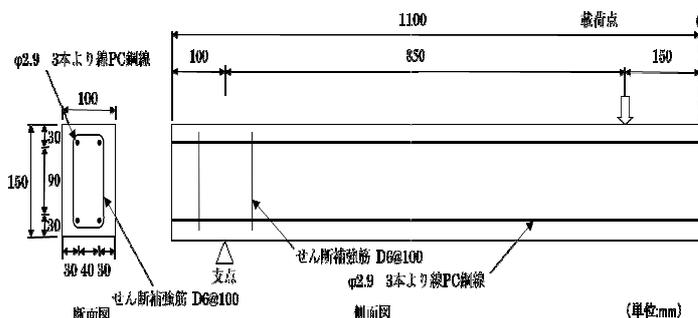


図-1 試験体の寸法・形状及び配筋状況

劣化促進方法として、本研究では電食法²⁾を用いた。電食には、直流安定化電源を用いた。はり部材の曲げ性状の確認を実験目的としたため、電食範囲は下段 2 本の等曲げ区間 300mm とした。

曲げ載荷試験は、図-1 に示すように、単純支持・2 点集中載荷で行い、荷重制御による単調載荷とした。計測項目は、載荷荷重、変位、コンクリートのひずみとした。変位は、スパン中央、載荷点、支点の両側面で計測した。コンクリートのひずみは、上面ははり中央に 1 か所、下面は等曲げ区間内に 6 か所ひずみゲージを貼付して計測した。

載荷試験終了後に、下段 PC 鋼材の等曲げ区間をはつり出し、10%クエン酸水素二アンモニウム水溶液に常温 (10℃) で 24 時間浸漬し、腐食生成物を除去した。単位長さ当たりの質量を測定し、同等の処理を施した健全な鋼材と比較することにより質量減少率を算出した。

表-1 載荷実験結果

試験体名	コンクリート		PC 鋼材		質量減少率 (%)	P _{cr} (kN)	P _u (kN)	ひび割れ荷重比	終局荷重比	破壊モード
	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)						
N	55.7	40.9	1922	201	0.0	8.69	23.6	1	1	曲げ引張破壊
D-3	53.6	33.4			2.71	11.1	23.2	1.28	0.98	曲げ引張破壊
D-6					5.18	7.23	21.3	0.83	0.9	曲げ引張破壊
D-9					8.14	6.51	18.5	0.75	0.78	鋼材破断
D-12					10.4	4.40	18.2	0.51	0.77	鋼材破断
D-15					13.8	1.42	10.1	0.16	0.43	鋼材破断

キーワード プレストレストコンクリート, プレストレス力, 鋼材腐食, 耐荷性能

連絡先: 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 環境・建設系コンクリート研究室
 TEL: 0258-47-1611-6310

3. 実験結果

(1) 曲げ載荷実験結果

表-1 に実験結果一覧, 図-2 に試験体の荷重-中央変位関係を示す. 載荷試験の結果, PC 部材は鋼材腐食が進行するに従い, 曲げ耐力と曲げ変形能ともに低下した. また, 曲げひび割れ発生荷重も腐食の進行に伴う低下が見られた.

(2) ひび割れ状況と破壊モード

図-3 に各試験体のひび割れ状況を示す. 破壊モードは健全な試験体 (N) および腐食の程度が比較的小さい試験体 (D-3,D-6) は曲げ引張破壊, 腐食の程度が大きい試験体 (D-9,D-12,D-15) は鋼材破断であった.

(3) 各荷重における質量減少率の関係

曲げひび割れ発生荷重および最大荷重と質量減少率の関係を図-4, 図-5 にそれぞれ示す. 曲げひび割れ発生荷重の実験値を用いて残存プレストレス力を考察することにした. 曲げひび割れ発生荷重および最大荷重の計算値は, 腐食による鋼材の断面減少のみを考慮し, 一般の PC 断面の計算法を用いて算出した. なお, 曲げひび割れ強度³⁾はコンクリート標準示方書「設計編」より用いて求めた.

図-4 より D-3 では計算値を上回るが, その他の試験体では, 計算値以上に残存プレストレス力は低下した. これは, 計算では等曲げ区間内の腐食が一樣であると仮定したのに対して, 実験では局所的に腐食が進行し, その影響が顕著にあらわれたためと考えられる. 平均的な腐食量と局所的な腐食量の関係や, 残存プレストレス力の評価方法については, 別途検討が必要である. 図-5 より N および腐食の程度が小さく破壊モードが曲げ引張破壊である試験体は, 等曲げ区間の平均質量減少率を用いることで, 鋼材腐食による曲げ耐力の低下を評価できるが, 腐食の程度が大きく破壊モードが鋼材破断となる試験体は, 曲げ耐力の低下がこの傾向よりも大きくなるのがわかる.

4. まとめ

- 1) 鋼材の腐食が進行することによって, 部材の曲げ耐力と変形能は低下する傾向がある.
- 2) 曲げひび割れ発生荷重は, 鋼材の平均的な断面減少率から予想される値以上に小さくなる傾向にある. 残存プレストレス力を適切に評価するには, 鋼材断面の局所的な減少率を把握する必要がある.

参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説 III, 日本道路協会, 2002
- 2) 田森清美ら, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.10, No.2, pp.505-510, 1988
- 3) 2007年制定, コンクリート標準示方書[設計編], 土木学会

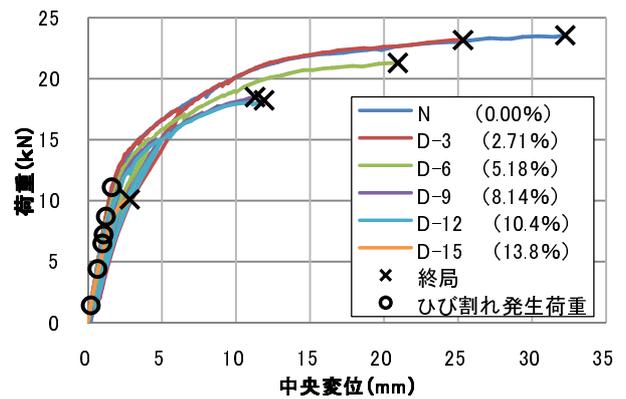


図-2 荷重-中央変位関係

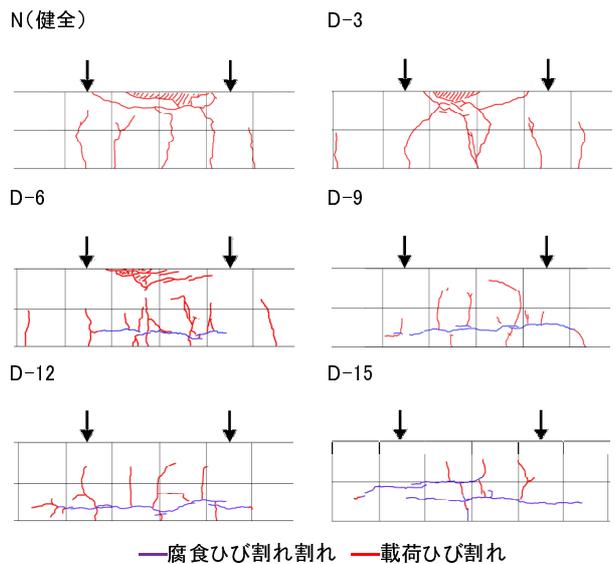


図-3 ひび割れ状況

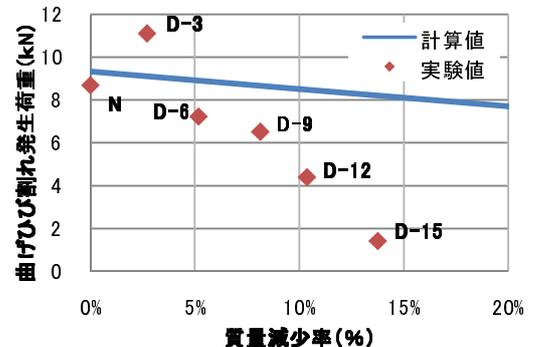


図-4 曲げひび割れ荷重-腐食量の関係

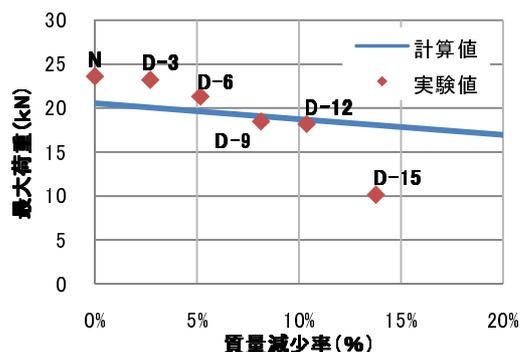


図-5 最大荷重-腐食量の関係