

1. はじめに

本研究では、PC 部材のうち、はり部材を対象にプレテンション 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と、曲げ載荷実験を行った。さらに、PC 鋼材の引張試験を行い、緊張材の腐食状況を確認するとともに、部材の構造性能の低下との関係を検討した。

2. 鋼材腐食させたプレテンション PC はりの曲げ載荷実験

2.1 供試体形状

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 の矩形断面で、長さが 2200mm のプレテンション PC はりである。軸方向にφ2.9-3 本よりの PC 鋼より線を緊張材として上段 2 本、下段 2 本用い、定着部補強のためにシリーズ 1 の支点部にはせん断補強鉄筋 (D6) を配置した。試験体に導入した初期プレストレス量は、1170N/mm<sup>2</sup> と (降伏強度の約 6 割) し、プレストレスによるコンクリート断面の応力の計算値を 6.18 N/mm<sup>2</sup> とした。コンクリートの圧縮試験を行った結果、圧縮強度は N・D-15 で 55.7N/mm<sup>2</sup>、D-3・D-6・D-9・D-12 で 53.6 N/mm<sup>2</sup>、弾性係数は N・D-15 で 40.9kN/mm<sup>2</sup>、D-3・D-6・D-9・D-12 で 33.4kN/mm<sup>2</sup> であった。φ2.9-3 本よりの PC 鋼より線の物性値は、降伏強度 1922 N/mm<sup>2</sup> で、弾性係数 201 kN/mm<sup>2</sup> である。電食は曲げ性能に対する鋼材腐食の影響を確認するために、等曲げ区間で通電腐食を行った。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 N に加えて、質量減少率の目標値を 3,6,9,12,15% とした試験体の計 6 体を作製した。

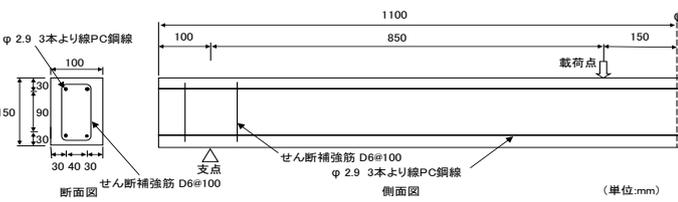


図-1 試験体寸法および配筋

2.2 劣化促進試験

電食は、直流安定化電源を用いて、試験体の PC 鋼材からコンクリートへと直流電流を流すことにより行った。また、陰極に用いた銅板の上に電食範囲の吸水スポンジを設置し、これを試験体下面に密着させることにより、

所定の範囲に電流が流れるように制御した。電食範囲は、下段 2 本のはり中央 300mm とした。腐食量の調整については、既往の研究式を参考に通電時間を決定した。また、電流密度は、電食対象となる鋼材の初期表面積に対して 8.65 (A/m<sup>2</sup>) とした。

2.3 載荷実験概要

曲げ載荷試験は、図-1 に示すように、等曲げ区間長 300mm、支点間長 2000mm の単純支持・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。

2.4 PC 鋼材の質量減少率の測定

載荷試験終了後に、試験体から電食範囲の PC 鋼材をはり出し、濃度 10% のクエン酸水素二アンモニウム水溶液に常温 (約 10°C) で 24 時間浸漬し、ブラシ処理を行うことにより腐食生成物を除去した。電食区間の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。

3. 曲げ載荷実験結果

表-1 に実験結果の一覧、図-2 に荷重-中央変位関係を示す。鋼材腐食が進行するに従い、曲げ耐力と曲げ変形能がともに低下した。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。しかし、初期剛性の低下はほとんど見られず、すべての試験体でおおむね同程度の結果となった。これは、腐食量が比較的小さいことに加え、既往

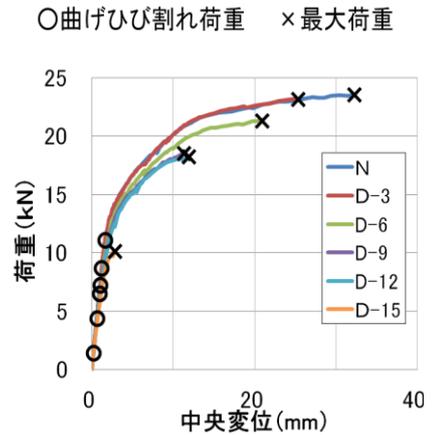


図-2 荷重-中央変位関係

表-1 曲げ載荷実験結果

試験体名	質量減少率 (%)	Pcr (kN)	Pu (kN)	最大変位 (mm)	破壊モード
N	0.00	8.69	23.6	32.2	M
D-3	2.14	11.1	23.2	25.3	M
D-6	4.79	7.23	21.3	20.9	M
D-9	7.98	6.51	18.5	11.3	S
D-12	10.4	4.40	18.2	11.9	S
D-15	14.0	1.42	10.1	2.82	S

Pcr:曲げひび割れ発生荷重, Pu:最大荷重,

M:曲げ引張破壊, S:鋼材破壊

の研究でも指摘されているように、局部的に腐食が進行しても、付着劣化の範囲が小さければ部材全体の剛性に大きな影響を及ぼすほどにはならないからである。

#### 4. 腐食させた PC 鋼材の引張試験

鋼材腐食させて PC 鋼材の引張試験を行うことで、鋼材の機械的性質を把握することとした。

コンクリートに埋め込んだ鋼材(500mm)を電食させた後、はつり出し除錆処理を施した。電食区間は 200mm とし、電食方法ははり試験体と同様の条件で行った。引張試験は、油圧ジャッキを用いて、端部をチャックで固定し鉄板を加圧することにより鋼材を引張ることとした。また標点間距離を 335mm とした。計測項目は、荷重、ひずみとした。鋼材のひずみは、鋼材の両端からアラミド繊維を変位計と結ぶことにより変位を計測した。

#### 5. 引張試験結果

引張試験結果を図-3 に示す。凡例には、各試験片の質量減少率を併記した。引張試験を行った結果、腐食の進行に伴い、破断ひずみ、降伏荷重、最大荷重は低下する傾向がみられた。図-4 に各機械的性質と質量減少率を示す。これより、剛性を除き、最大荷重、降伏荷重、破断伸びで腐食量以上に低下する傾向がみられた。中でも、破断伸びは腐食の程度が小さくても著しい低下がみられた。

#### 6. 部材の耐荷力計算

##### 6.1 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と質量減少率の関係を図-5 に示す。計算には、鋼材の機械的性質を考慮して算出した。図-5 において、腐食の少ない D-3 では計算値を上回るが、その他の試験体では、概ね実験値の低下傾向を捉えることができた。しかし腐食の進行とともに計算値との乖離がみられた。これは、腐食ひび割れの影響によりコンクリートの曲げ強度が低下したためと考えられる。

最大荷重と質量減少率の関係を図-6 に示す。計算値は、腐食による鋼材の降伏荷重および最大荷重低下を考慮し、一般の PC 断面の計算法を用いて算出した。これより、実験値と概ね一致しており、鋼材の強度低下を考慮することで、最大荷重を概ね予測することができた。

#### 7. まとめ

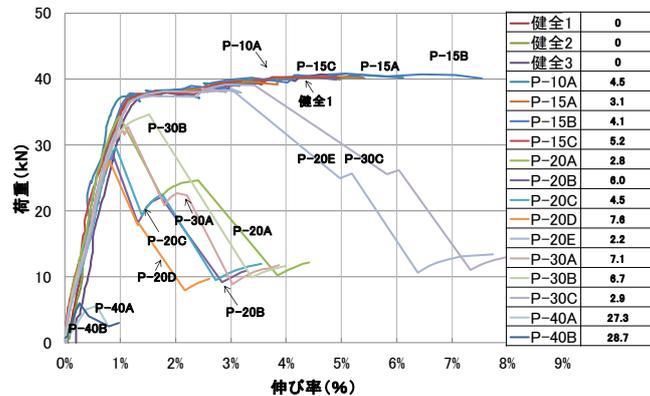


図-3 荷重-伸び率関係

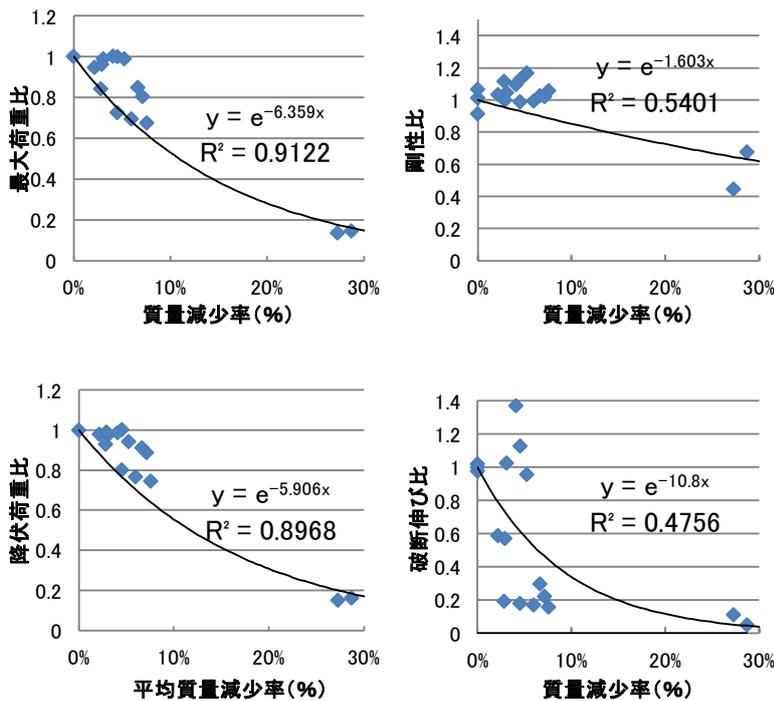


図-4 PC 鋼材の各機械的性質と質量減少率の関係

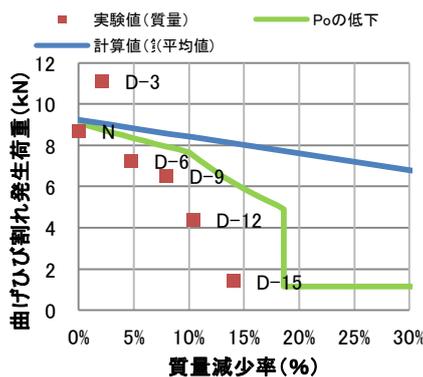


図-5 曲げひび割れ発生荷重と質量減少率

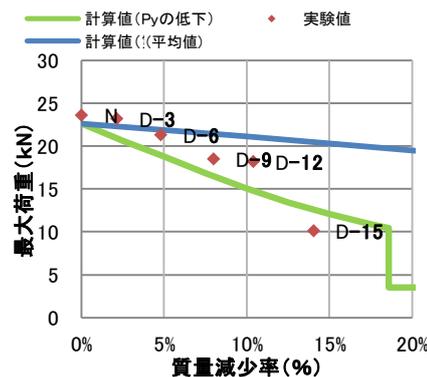


図-6 最大荷重と質量減少率の関係

PC 鋼材の腐食が進行すると、部材の曲げ耐力と変形性能は低下した。鋼材腐食した PC はり部材の曲げひび割れ発生荷重は、鋼材の各機械的性質を把握することで概ね傾向を捉えることができた。実験値と乖離した点は、腐食ひび割れによるコンクリートの曲げ強度の低下が考えられる。最大荷重は、腐食による鋼材の降伏荷重および最大荷重低下を考慮することで概ね予測することができた。