

電食と繰返し載荷を併用した実験による剛性と鉄筋ひずみの評価

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○元濱 浩人, 渡辺 健, 中田 裕喜, 本田 翔平, 岡本 大
鉄建建設(株) 正会員 山内 真也, 柳 博文

1. はじめに

鉄筋腐食に起因する性能変化に関する既往の検討は, 自然暴露による鉄筋腐食または電食後の供試体に対する載荷実験によるものが多い^(例えば 1), 2). 本研究は, RC はりに対して電食と繰返し載荷を併用した実験を実施したものである.

2. 実験概要

表-1 および図-1 に供試体の諸元と電食方法を示す. 鉄道高架橋スラブを模擬した RC はりを 2 体作製し, 電食開始時期を変数とした. スポンジを接触させた範囲(以降, 強制腐食区間)は, 支間中央から長手方向に 200~600mm とし, 幅方向は全面とした. 事前試験の結果から, 200 万回時に軸方向鉄筋に沿うひび割れの発生を再現するように電流量を決定し, 電食期間中は電流を一定とした. 電食した期間は, No.1 では繰返し回数が 100 万回~200 万回, No.2 では 1 回~200 万回とした.

載荷は 4 点曲げ載荷とし, 荷重は 34~83kN (長手方向鉄筋の応力 100~175N/mm²) で振幅させた.

3. 実験結果

3.1 ひび割れ状況

いずれの供試体も初期載荷で曲げひび割れが発生し, 繰返し回数の増加につれて初期載荷で発生した曲げひび割れがやや進展した. 電食を開始後, 側面から観察される曲げひび割れ箇所, 錆汁の発生を確認した.

表-1 試験体のパラメーター一覧

試験体	f'_c (N/mm ²)		強制腐食範囲 (mm)	電食開始時期 (載荷回数)	実績累積電流量 (A・h)	鉄筋応力振幅 (N/mm ²) (載荷点荷重振幅 (kN))
	開始時	終了時				
No.1	34.0	33.0	せん断スパン: 200~600 ^{*1}	100万~200万	252	100~175 (34~83)
No.2	32.2	31.6		0~200万	253	

f'_c : コンクリート圧縮強度, ^{*1}: 支間中央を 0 とした時の長手方向距離

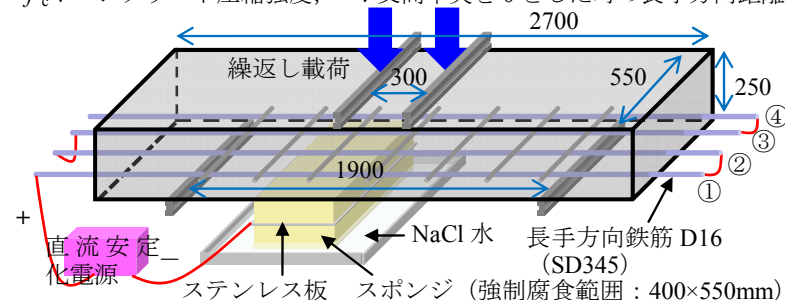


図-1 試験体概要図 (単位: mm)

図-2 に, No.1 の 200 万回時における, 下面のひび割れ幅と腐食率の関係を示す. 強制腐食区間付近に最大で幅 0.45mm のひび割れを確認した. 電食のみによる事前試験によれば, ひび割れ幅 ω と腐食率 C の関係は, $C=5.11\omega+3$ ($\omega>0$) であった. この関係を用い, No.1 で計測した腐食によるひび割れ幅と腐食率の分布を示したのが図-2 である. No.1 の C は, 最大で約 5% であったと考えられる.

3.2 腐食が剛性、残留変位に及ぼす影響

図-3 に, No.1 の荷重-たわみ関係を示す. 載荷回数の増加に伴い荷重に対する変位は増加したが, その増分は電食開始以降も大きな違いはみられなかった.

図-4 に, No.2 における荷重-たわみ関係において 1000 回目の載荷時に対する各載荷の剛性の比 (以下, 剛性比) を示す. 電食期間に依存した剛性比の変化が見られ, 腐食率約 5% である今回の試験体では, 特に電食期間でやや増加した. No.1 に対しても, 電食を開始した 100 万回以降, 剛性比はやや増加した. 図-5 に, No.2 において π ゲージ (計測長: 50mm) で計測した長手方向鉄筋に沿うひび割れの幅を示す. 90 万回目載荷時には腐食ひび割れの幅が大幅に増加したが, これは電食後に剛性比の増加が鈍化する時期と一致する. これは, 繰返し載荷により剛性比は低下するが, 電食開始後, 腐食に伴う鉄筋の体積膨張により, 付着応力が増加する

ため剛性比は増加する一方で, 腐食量が増加しひび割れが発生した後はコンクリートによる拘束が低減されるために剛性比の増加が鈍化した可能性が考えられる.

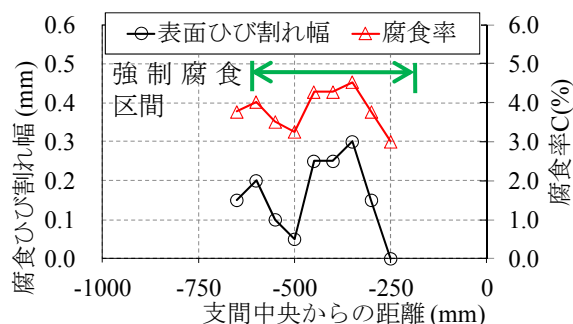


図-2 ひび割れ幅と腐食率の関係 (No. 1)

keyword: 腐食, 電食, 繰返し載荷, 付着特性

連絡先: 〒185-8540 国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7281

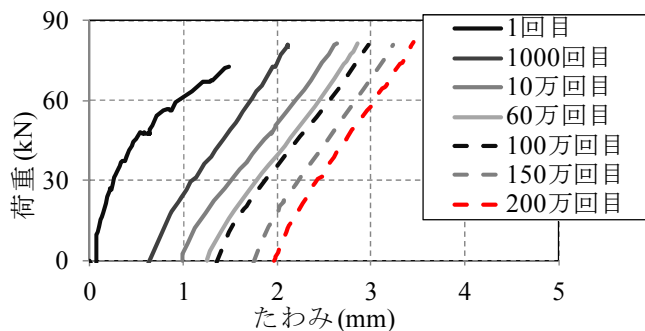


図-3 荷重-たわみ関係 (No. 1)

なお、腐食率の最大値は約 5%であったが、この程度であれば RC 部材の剛性の低下は少ないと考えられる。

3.3 腐食が鉄筋ひずみに及ぼす影響

図-6 に、端部に配置した鉄筋①のひずみ分布を示す。ひずみは 200mm 間隔で配置したゲージを用いて計測した。その結果、強制腐食区間におけるひずみは、電食を行わなかった右側スパンの同一距離におけるひずみに対して、電食期間のひずみ増分が大きくなった。図-7 に、No.1 の鉄筋①のひずみについて、電食した左側スパンから支間中央で対称位置にある右側スパンで計測したひずみの差を示す。右側スパンでは鉄筋腐食の影響が小さいと考えれば、この差は鉄筋の腐食により変化した鉄筋のひずみの差と捉えることができる。電食開始後、ひずみ差が正の方向に増加していることから、左側スパンのひずみが増加したことがわかる。この増加の要因として腐食による鉄筋の断面積減少および付着力の低下が考えられる。この鉄筋の断面積減少を考慮するために、推定した腐食率 C を用いて $1-C$ を計測した長手方向鉄筋のひずみに乗じた。そして、図-7 と同様に左右の長手方向鉄筋のひずみの差を算出し、図-8 に示した。断面減少を考慮しても強制腐食区間では正の増加がみられたことから、腐食やそれに起因したひび割れに伴い付着力が低下したことで、ひずみが増加することが推察された。なお、本ひずみと計測で得られたひずみの比は最大 17%であった。

4. まとめ

電食と繰返し載荷を併用した実験を行い、腐食率 5% 時においてこれらが部材の剛性低下に与える影響を明らかにした。また、ひび割れの進展に伴う付着力の低下により、鉄筋のひずみが増加することが推察された。

参考文献

1)大屋戸ら：鉄筋の腐食性状が鉄筋コンクリート部材の曲げ性状に与える影響，土木学会論文集 E, Vol.62, No.3, pp.542-554, 2006. 2)村上ら：鉄筋腐食により定着不良を生じた RC はり部材の耐荷性状評価，土木学会論文集 E2(材料・コンクリート構造), Vol.67, No.4, pp.605-624, 2011.

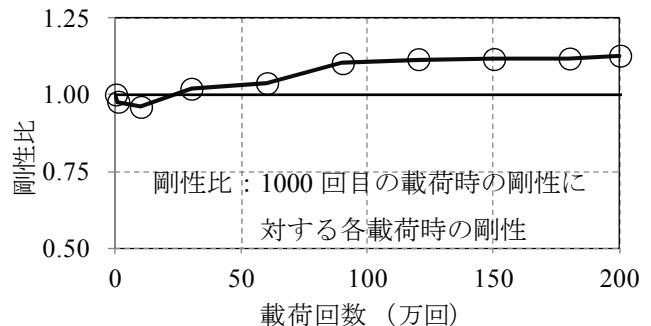


図-4 剛性比の履歴 (No. 2)

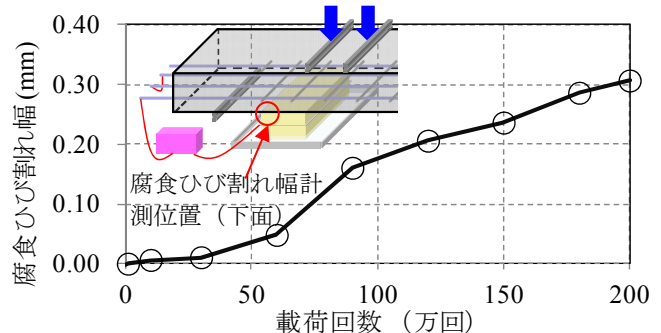


図-5 83kN 載荷時の腐食によるひび割れ幅 (No. 2)

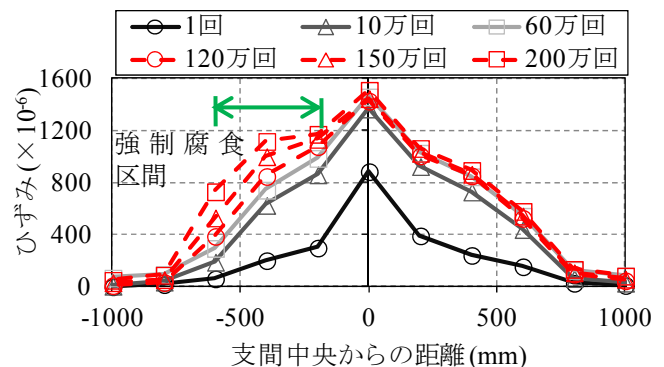


図-6 端部鉄筋のひずみ分布 (No. 1)

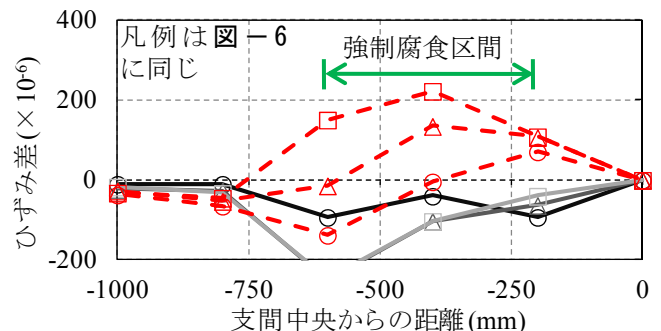


図-7 左スパンに対する右スパンのひずみ差 (No. 1)

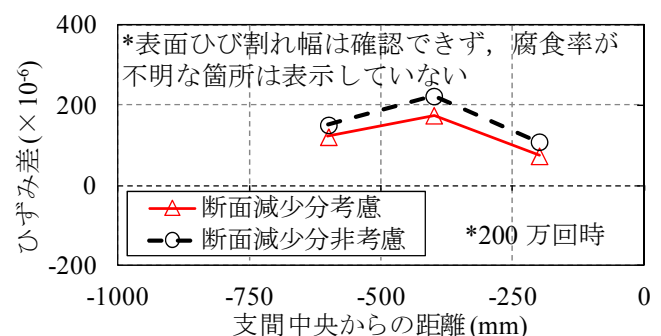


図-8 断面減少分を考慮したひずみ差 (No. 1)