

京都大学 学生員○藤岡 慶祐 学生員 金 珉旭
正会員 山本 貴士 正会員 服部 篤史 フェロー 宮川 豊章

1. 研究目的

断面修復した鉄筋コンクリートにおける鉄筋腐食膨張圧による再劣化を定電流電食実験で模擬することにより、再劣化におけるひび割れ発生・進展のパターンやそれに対する各種要因の影響を明らかにし、再劣化防止に適した材料選定と施工における留意点を見出すことを目的とした。

2. 実験概要

(1) 供試体 図1に示すように、 $400 \times 400 \times 150\text{mm}$ で、縦横3本ずつ150mmピッチで格子配筋した下地供試体の中央 $200 \times 200\text{mm}$ に、打設時に凝結遅延剤を塗布した内部型枠を設置し、脱型時に引き抜くことにより断面修復部を形成し、養生後に断面修復材を打設した。電食範囲を除く全ての鉄筋表面には絶縁防錆処理を行った。断面修復部のないもの（健全）を含む全14体を作成した。供試体は付着強度 - はつり深さ - 電食範囲とし、健全はC-電食範囲とした。

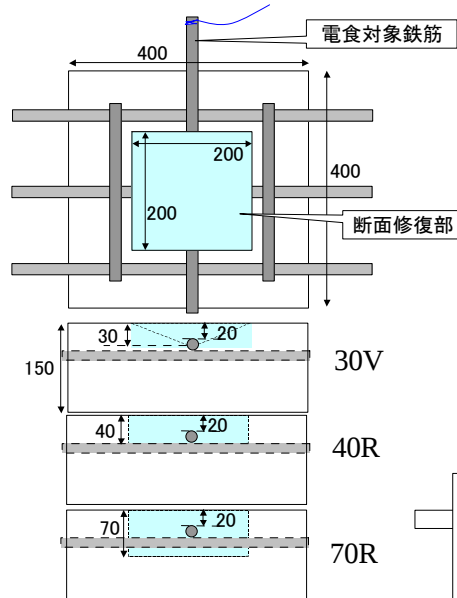


図1 供試体概要と断面修復部のはつり深さ(単位:mm)

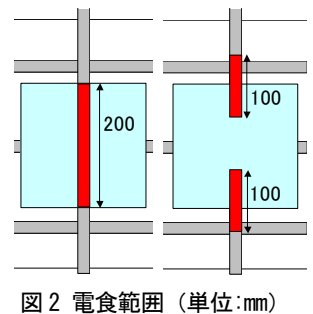


図2 電食範囲 (単位:mm)

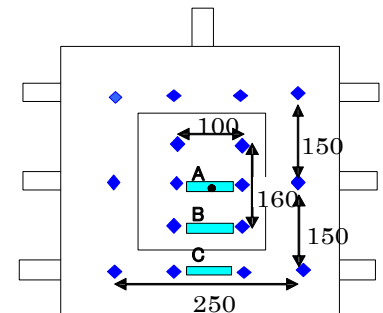


図3 ひずみゲージ・ゲージプラグ貼付位置

(2) 実験要因 断面修復材を付着強度で 2.5N/mm^2 (PCM) と 1.2N/mm^2 (CM) の2種類、はつり深さを図1に示す30V, 40R, 70Rの3種類、電食範囲を図2に示す中央200mmと断面修復部と健全部の境界（以下修復境界）を中心とした $100+100\text{mm}$ の2種類、それぞれ設定した。

(3) 試験方法 3%NaCl水溶液を満たした電食槽に陽極とする対象鉄筋がちょうど溶液中に漬かるように供試体を設置し、腐食電流密度を対鉄筋表面積で 1.0mA/mm^2 として144時間電食を行った。電食期間は、予備実験結果を参考に幅0.2mmの軸方向ひび割れが生じた上で、その後もひび割れの拡大が観察できるよう余裕をもたせて設定した。底面に敷いた陰極銅板 ($350 \times 350\text{mm}$) との距離は20mmとした。

(4) 測定項目 図3に示す3ヶ所に60mmひずみゲージ、16ヶ所に塩化ビニル製ゲージプラグを貼り、図4に示す8区間の長さ変化をコンタクトゲージにより測定した。

3. 実験結果および考察

(1) ひび割れ性状 図5に示すように、目視観察の結果、まず電食範囲の中央を起点として軸方向ひび割れが発生し、電食の進行と共に両端へ延伸した。これは、図6に示すひずみ分布にも表れている。 $100+100\text{mm}$ では断面修復部中央にひび割れの不連続が見られた。また、修復部中央からの腐食生成物の漏出はみられなかった。付着強度1.2は2.5よりも腐食生成物の漏出範囲が広く、修復境界からの漏出も際立っていた。これ

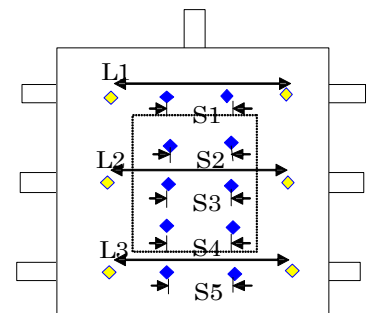


図4 コンタクトゲージによる測定箇所

は修復境界の密着性に問題があり、電流が流れやすく腐食が進行し易かったと考えられる。これは実際の腐食においても腐食生成物の侵入に対する抵抗性が弱く、腐食し易いと考えられる。はつり深さによる比較では、30Vで対象鉄筋直上の軸方向ひび割れ部に加えて修復境界にも漏出がみられた。はつらずに剥落した状態のままの修復では鉄筋腐食膨張圧に対する断面修復材の剥離抵抗性が低いことを示すと考えられる。

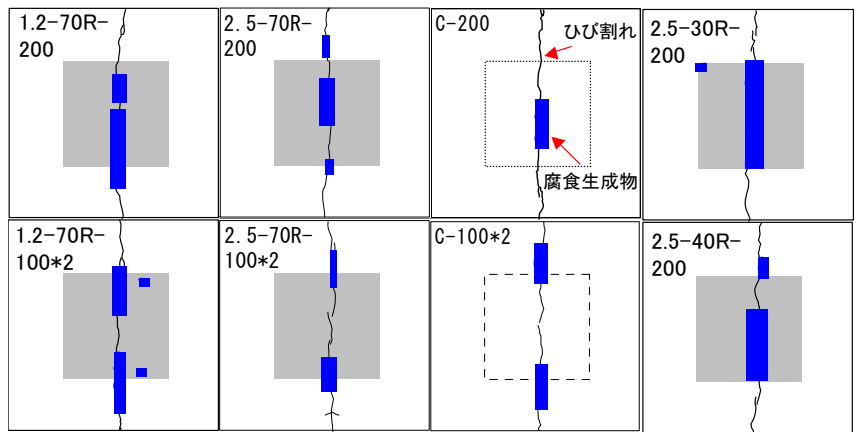


図5 ひび割れ性状

(2) ひび割れの進展と変位の集中 コンタクトゲージ値を用いて、短区間 S1, S3, S5 とそれぞれを含む長区間 L1, L2, L3 の変位の比 $\Delta S / \Delta L$ の電食終了直後における値を図7に示す。1.0を超える場合は図8のような浮き上がりが生じていると考えられる。図7から付着強度が大きくても、電食範囲 200mm において 40R, 70R や健全供試体と比較して 30V は浮き上がりが大きい。

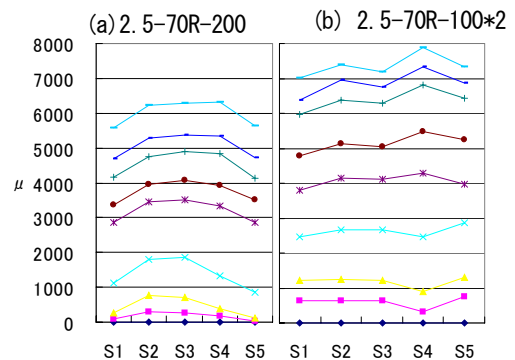


図6 ひずみ分布

(3) ひび割れの進展とひずみ増加速度 供試体中央のひずみゲージ A およびコンタクトゲージ S3 におけるひずみの経時変化の、初期の数時間におけるひずみの漸増期間を除き、線形近似した直線の勾配をひずみ増加速度 (μ/day) と定義した。ひずみの大部分がひび割れ拡大によるものと仮定すればひび割れ拡大速度とほぼ同義である。その値を図9に示す。図9(a), (b)より、いずれの電食範囲でも付着強度 $1.2 < \text{付着強度}$ $2.5 < \text{健全}$ となった。図9(c)よりはつり深さによる傾向は顕著ではなかった。

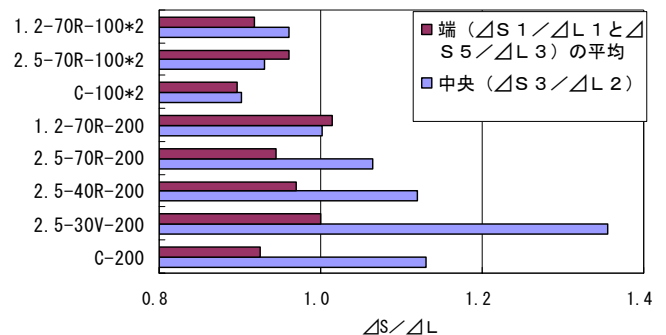


図7 変位の鉄筋軸直上への集中

4. 結論

(1) 剥落のままの修復では

図8 浮き上がりに伴う変位拡大の模式図

鉄筋腐食要因を外部から遮蔽する性能が弱いことに加えて腐食膨張圧による浮き上がりが顕著であり、鉄筋の裏側まで矩形にはつる方が再劣化の防止に有効である。

(2) 付着強度が大きい断面修復材を用いた場合、腐食生成物の漏出が顕著ではなく、ひずみ増加速度が大きいという点で健全なコンクリートに近い挙動を示した。

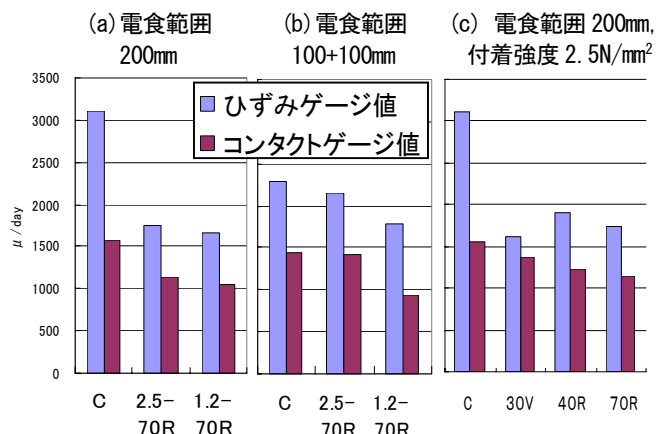


図9 ひずみ増加速度と付着強度・はつり深さ