

力学性能も考慮した RC 梁の局部腐食に対する合理的な補修方法の提案

金沢工業大学大学院 学生会員 ○花岡 大伸
 金沢工業大学 正会員 宮里 心一
 東亜建設工業 (株) 正会員 羽瀨 貴士
 東亜建設工業 (株) 正会員 網野 貴彦

1. はじめに

塩害により劣化した鉄筋コンクリートに対する補修効果は、これまでに塩化物イオンの浸透抑制効果、内部鉄筋の電気化学的特性、あるいは再劣化のメカニズムなどが検討されてきた¹⁾。しかしながら、補修効果を構造部材の力学性能と関連付けた研究事例は少ない。

以上の背景から本研究の目的は、塩害により局部腐食が生じた鉄筋コンクリート梁に対して補修（工法の種類と補修時期がパラメータ）を施し、補修後における鉄筋コンクリートの力学性能（内部鉄筋の力学性能、梁の曲げ耐力）を評価する。

2. 内部鉄筋の引張試験

2.1 供試体概要

本研究では、局部腐食（マクロセル腐食）を生じさせるため、ひび割れを有する供試体を用いて実験を行った。供試体の概要を図1に示す。ここで供試体は、中央部に厚さ0.1mmのステンレス板を鉄筋に接するように配置し打設を行った。さらに、水中養生（水温20℃）を28日間行った後、3点曲げ載荷を行い、ステンレス板を引抜くことによりひび割れ開口幅0.1mmのひび割れを供試体中央部に導入した。なお、供試体には促進暴露の際に用いるチタンメッシュを上面から10mm位置に埋設した。

脱型後、供試体は水中環境下（20℃）において初期養生を28日間行った。その後、補修前の劣化を促進させるため、図2に示すとおり通電による劣化促進暴露を行った。すなわち、電食ではなく、通電により塩化物イオンの浸透を促進させた。また、本研究では通電期間を変化させることにより、補修前の劣化程度に相違を設けた。補修工法は代表的な、ひび割れ注入、表面被覆、および断面修復（補修範囲：供試体中央部幅250mm×鉄筋の裏側10mmまで）を選定した。本研究の実験ケースを表1に示す。さらに本研究では、各補修を施した供試体に対して、補修後の劣化を促進させるため、50%RHの環境下において塩害促進暴露を行った。ここでの塩害促進暴露とは、3%の塩水浸漬（50℃）1日＋乾燥（50℃）2.5日を1サイクルとした乾湿繰返しを行うことである。

2.2 測定概要

鉄筋の引張試験は、暴露終了後の供試体から内部鉄筋を取出し、万能試験機および伸び計（50mmの範囲が対象）を用いて行った。なお、降伏点、引張強さ、およびヤング係数は、健全時の直径で除した値として評価した。

キーワード：塩害、局部腐食、補修、力学性能、曲げ耐力

連絡先：〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘7-1 TEL 076-248-1305 FAX 076-294-6713

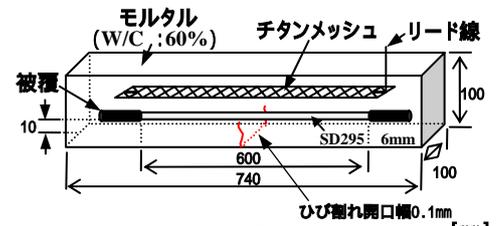


図1 供試体の概要

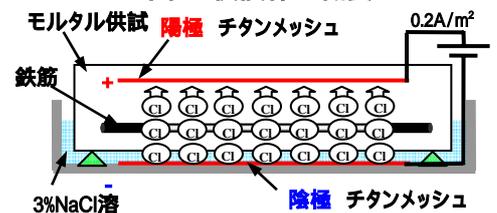


図2 通電による劣化促進暴露

表1 実験ケース

劣化度	補修工法	ひび割れ注入	表面被覆	断面修復
劣化度 (小)				-
劣化度 (中)				
劣化度 (大)		-	-	

劣化度 (小): 通電期間=1日間, ひび割れ部の鉄筋位置Cl濃度=2.8kg/m³
 劣化度 (中): 通電期間=7日間, ひび割れ部の鉄筋位置Cl濃度=7.8kg/m³
 劣化度 (大): 通電期間=14日間, ひび割れ部の鉄筋位置Cl濃度=18.3kg/m³

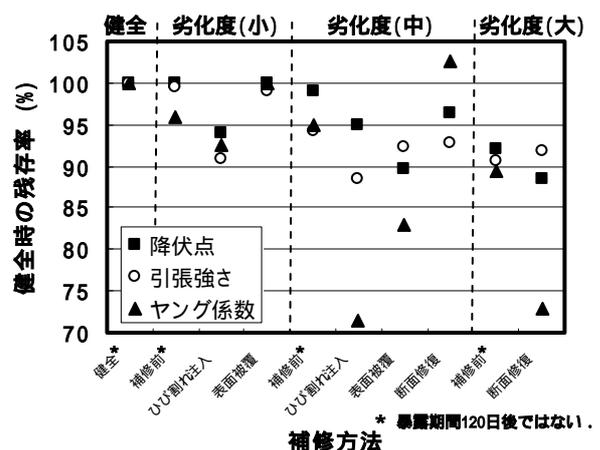


図3 補修方法と鉄筋の力学性能残存率の関係

* 暴露期間120日後ではない。

2.3 実験結果

塩害促進暴露 120 日後における補修方法と鉄筋の力学性能残存率の関係を図 3 に示す。これによれば、ひび割れ注入を行ったものは、補修時期（補修前の劣化度）に拘らず、補修前よりも力学性能が低下している。また、表面被覆を行ったものは、補修時期が早い（劣化度（小））場合には、補修後の力学性能は健全時とほぼ同等であるのに対し、補修時期が遅い（劣化度（中））場合には、補修前よりも力学性能がやや低下している。さらに、断面修復を行ったものは、補修時期（補修前の劣化度）に拘らず、補修後の力学性能は補修前とほぼ同等であることが認められる。

3. 梁の曲げ試験

3.1 供試体概要

前章と同様な補修および暴露が施されたモルタル梁を用いた。なお、供試体に埋設する鉄筋は十分な定着を確保するため、両端に 90°フックを設けた。

3.2 測定概要

曲げ試験は、図 4 に示す条件で行った。また、試験後には供試体内部の鉄筋を取り出し、腐食減量（ひび割れ部 15mm の範囲における鉄筋の質量減少率）を測定した。

3.3 実験結果

塩害促進暴露 120 日後における荷重-変位曲線を図 5 に示す。これによると、劣化度（小）の場合に表面被覆を行ったものに比べ、劣化度（中）の場合の表面被覆およびひび割れ注入による補修を行ったものは、最大荷重が小さいことが認められる。また、図 6 に補修方法と最大荷重比の関係を、図 7 に補修方法と腐食減量の関係を、および図 8 に腐食減量と最大荷重比の関係を示す。これらによると、補修時期が遅くなる程、腐食減量が増加し、それに伴い最大荷重が低下していることが認められる。すなわち、梁の曲げ性能を考慮しても、腐食の進行を抑制する補修方法が有効であることが確認された。

4. 結論

本研究で得られた主な結論を以下に示す。

予防保全的な表面被覆は、塩害環境下においても補修後の鉄筋の力学性能が低下することがなく、梁の曲げ耐力も低下しないことが確認された。

補修時期が遅くなるのに伴い、補修効果の低下が懸念された。局部腐食に対しても、塩化物イオンの供給を抑制する補修方法は有効であることが梁の力学性能からも確認された。

【参考文献】1) 花岡大伸, 宮里心一, 矢野真義, 守分敦郎: 腐食形態を考慮した鉄筋コンクリートの補修技術に関する基礎的研究, 材料, Vol/54, No.3, pp.320-325, (2005)

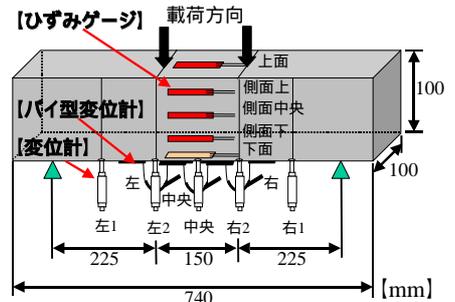


図 4 曲げ試験の概要

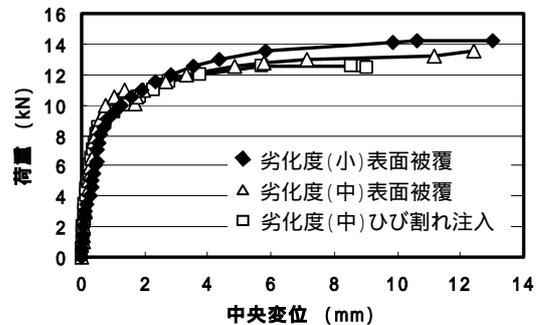


図 5 荷重-変位曲線の例

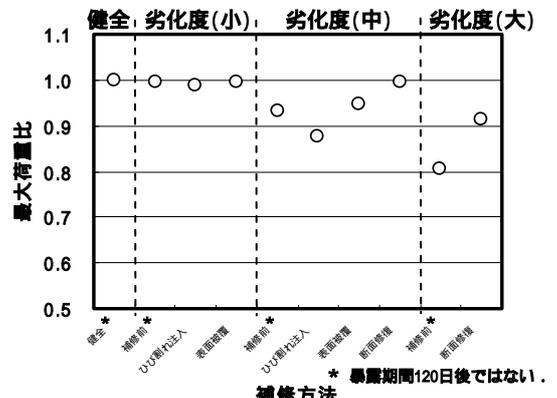


図 6 補修方法と最大荷重比の関係

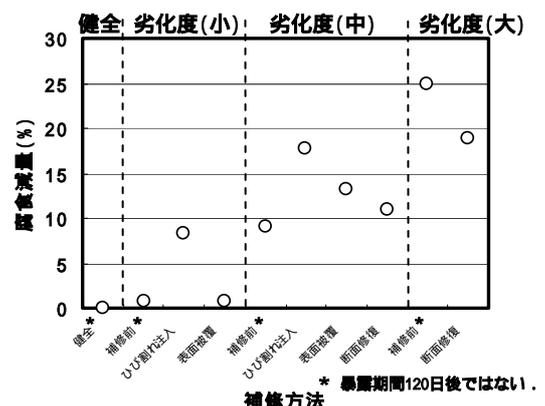


図 7 補修方法と腐食減量の関係

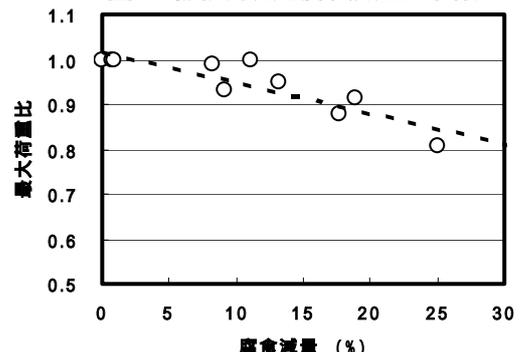


図 8 腐食減量と最大荷重比の関係