

塩害劣化した RC 構造物に対する電気防食の前処理に関する検討

東京工業大学 学生会員 ○邊木 蘭 慧 正会員 岩波 光保 中山 一秀
 東亜建設工業 正会員 網野 貴彦 正会員 福岡 繁
 ナカボーテック 正会員 大谷 俊介 正会員 石井 辰弥
 M テクニカルソリューション 正会員 守分 敦郎

1. 背景

RC 構造物の電気防食において、構造物にひび割れや腐食による内部ひび割れ、浮きがある場合には、セメント系材料によるひび割れ注入補修や浮き部に対する電気抵抗率の小さい材料による断面修復補修などの行為(以下、前処理)によって防食電流の不均一性を招く可能性のある要因を取り除いた上で、電気防食工法を適用することが原則である¹⁾。しかし現状では、前処理を必要とする鉄筋やコンクリートの劣化の程度については明確には定められておらず、現行の断面修復による前処理が必ずしも合理的とはいえない場合がある。

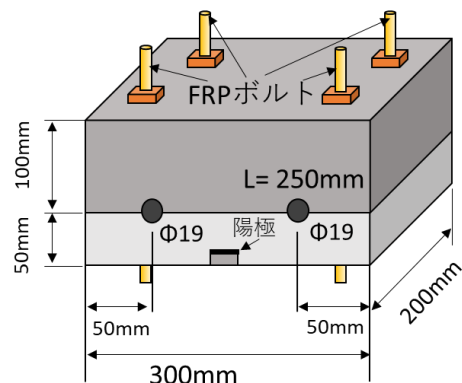


図1 試験体寸法

2. 研究の目的

本研究の目的は、腐食により生じた鉄筋間の内部ひび割れを対象に、電気防食を適用する際の効率的な前処理を提案するための基礎研究として、無補修や内部ひび割れ注入補修、断面修復を施した RC 部材における電気防食効果を明らかにすることである。

3. 通電実験概要

3. 1 試験体概要

本実験では、図1に示す寸法 300×200×150mm のコンクリート試験体を用い、鉄筋にはΦ19mm×L250mm の磨き丸鋼を用いた。母材コンクリートの配合は W/C=53.5%とし、練り混ぜ時に食塩 10kg/m³ を外割で添加した。

内部ひび割れや種々の補修状況を模擬するため、図2に示す計9ケースの試験体を作製した。試験体 No.1 が通常の断面修復を模擬した試験体であるのに対して No.2 は電気抵抗率が高い断面修復材を使用している。また、No.3 は断面修復時の修復深さを変化させており、鉄筋裏までを断面修復材によって被覆してある。一方、No.4～8 は鉄筋間に発生する内部ひび割れを力学的割裂によって模擬した試験体である。試験体の力学的割裂は、コンクリートカッターで試験体側面に四方から切り込みを入れ、くさびを切り込みに打ち込むことにより行った。防食電流の回路を限定するために、鉄筋間以外の部分はブチルゴムを挟んで絶縁としている。さらに、隅角部に樹脂製チューブにより貫通孔を設け、FRP ボルトを用いて均等に締め付けることにより、割裂試験体の上部と下部の一体化を図った。No.4 は比較用として内部ひび割れを補修しないまま放置した状態を模擬しており、No.5 は、内部ひび割れを無補修のまま電気防食を行った。また、No.6～8 は内部ひび割れに対するモルタル注入補修を実施した状況を模擬するため、割裂後に No.6, 7 は鉄筋間全面に、No.8 は鉄筋間中央に局所的にモルタルを塗布した。鉄筋下面を完全に絶縁にして、モルタルを経由して上部に流れた防食電流のみの電流分布や防食効果を検討するために、No.6 は鉄筋下面にもブチルゴムを挟んだ。また、各前処理の影響を考察するために、比較用に内部ひび割れのない試験体を作製した(No.9)。

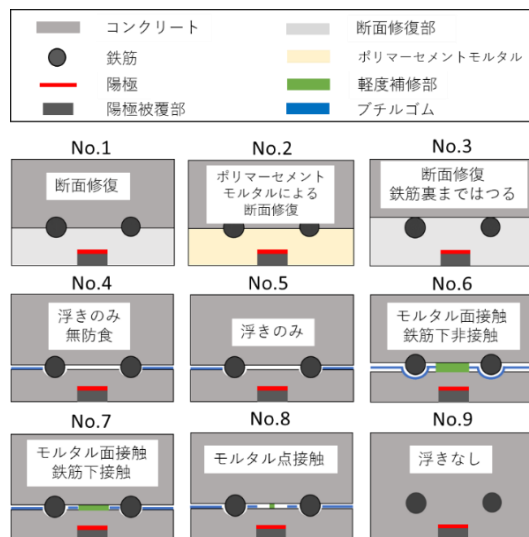


図2 試験体仕様

キーワード 電気防食, 前処理, 電流分布, 塩害, RC 構造物

連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 緑が丘 1 号館 513 号室 東京工業大学 土木・環境工学系

3. 2 通電方法

本実験では、外部電源装置を用いて No.1～3 では 100mV のカソード分極量が得られるように電流量を調整し、No.5～8 では No.9 で 100mV のカソード分極量が得られた電流量と同量の電流を印加した。全ての試験体は、ヒーターとポリ袋で作製した簡易な温室内において、温度 15℃～20℃の湿潤環境(R.H.90%以上)を保ち、5 ヶ月間の通電を行った。

4. 実験結果と考察

通電実験後の内部鉄筋の外観を、No.3 と No.7 を代表として写真 1 に示す。No.3 に関しては外観上の腐食は全く見られず、防食が非常によく機能していたと考えられる。一方で、No.7 に関しては鉄筋下側に深刻な腐食が見られた。これは鉄筋の力学的割裂後に一体化を図ったものの、鉄筋とコンクリートの間には空気層が生じて、鉄筋下側が大気腐食した結果であると考えられる。鉄筋上側については、完全に防食されており、補修部のモルタルを介して鉄筋上側に流入した防食電流が腐食を抑制したと考えられる。

5. 数値解析概要

通電実験の割裂試験体では、空気層に起因する鉄筋下側の大気腐食が、前処理に応じた電気防食効果の差を不明確にした。本来は、鉄筋下側はコンクリートと付着しているため、鉄筋下側に空気層が生じていない状況での電気防食効果について数値解析を用いて検討した。数値解析は、独自に開発した差分法による解析ツールを用いて行い、試験体断面を正方形のメッシュモデルに変換して、入力された陽極や鉄筋のオン電位、各材料の電気抵抗率、鉄筋の分極曲線を考慮に入れて解析を行った。入力する鉄筋の分極曲線に応じて、「腐食なし」、「腐食小」、「腐食大」の3段階の腐食程度の鉄筋を模擬しており、それぞれ腐食が発生していない状態、腐食が発生しているもののひび割れが外観に表れていない状態、腐食ひび割れが顕在化した状態と定義した。また、内部ひび割れはメッシュ要素の電気抵抗率を空気と同程度に設定することで表現した。

6. 解析結果と考察

解析結果について、代表として No.3 と No.7 を示す(表 1)。示された結果は、実験で印加した防食電流と同量の電流を印加した場合のものである。No.3 では、腐食小まではカソード分極量が大きく、断面修復後の電気防食が効果的であることを示している。断面修復試験体である No.1, 2 においても同様の傾向がみられた。No.7 では、コンクリートとの付着を確保した鉄筋下側に加えて、鉄筋上部にも補修部のモルタルを介して電流が到達し、腐食小の状態で 109mV、腐食大の状態で 6mV のカソード分極が得られた。この結果から、内部ひび割れ注入補修を前処理として施した後に電気防食を行った場合でも、腐食の程度が軽微であれば十分な防食効果が得られることが示唆された。

7. まとめ

通電実験と数値解析により、内部ひび割れが生じている程度の軽微な腐食においては、断面修復だけでなく内部ひび割れ注入補修を前処理として施した場合でも、十分な電気防食効果が得られることが示唆された。内部ひび割れ注入補修を施した試験体を用いた通電実験による防食効果の再確認、適切なひび割れ補修位置や範囲、防食可能な鉄筋の腐食状態の定量評価に関しては今後の課題としたい。

参考文献

1) 土木学会：電気化学的防食工法設計施工指針(案), p.79, 2001



写真 1 通電実験後の鉄筋の外観

表 1 数値解析結果(左 : No. 3, 右 : No. 7)

腐食程度	分極量(mV)	腐食程度	分極量(mV)
腐食なし	225	腐食なし	-
腐食小	136	腐食小	109
腐食大	6	腐食大	6