

新潟大学大学院 学生員 中村一彦

新潟大学工学部 正会員 佐伯竜彦

1. はじめに

塩害により補修を行った鉄筋コンクリート構造物が、短期間で再び劣化し、時には再度補修が必要となる場合がある。補修により構造物の耐用年数を延ばすには適切な補修工法の開発が必要であり、そのためには塩害再発メカニズムを明らかにする必要があると考えられる。

本研究においては、予想される塩害再発要因のうち、補修部と未補修部の間に生じる塩分濃淡によるマクロセル腐食¹⁾に着目し、モデル供試体により補修後の鉄筋の腐食性状について検討した。

2. 実験概要

本研究では、図1のような、未補修部に相当する普通セメントモルタルに塩分を混入し、3種類の補修材A: 普通セメントモルタル、B: ポリマーセメントモルタル、C: ジェットセメントモルタルを打継いだ補修供試体および比較のための無補修供試体を作製した。混入塩化物イオン量はセメント重量に対して1%、3%、5%の3種類とした。普通セメントモルタルの水セメント比はすべて65%とし、ジェットセメントモルタルの水セメント比は45%とした。また、未補修部の塩化物イオン濃度が5%で補修材B、Cを打継いだ供試体には補修材にも塩分(未補修部に相当する普通セメントモルタル中のセメント重量に対して1%)を混入した。補修、無補修両供試体は4×4×16cmの角柱とし、中央部にφ10mm(SS400)のみがき丸鋼を埋め込み、両端部をエポキシ系の接着剤でシールした。初期養生条件は無補修供試体の場合は湿布養生を1週間行い、補修供試体は既設モルタルを1週間湿布養生後、補修材を打継ぎ、さらに1週間湿布養生を行った。腐食促進方法は高温高湿状態3日間(温度50℃、相対湿度75%)、低温低湿状態4日間(温度20℃、相対湿度60%)を繰り返す乾湿繰り返し法とした。測定は促進10週目に行い、測定項目は腐食面積率、腐食重量減少率、自然電位とした。

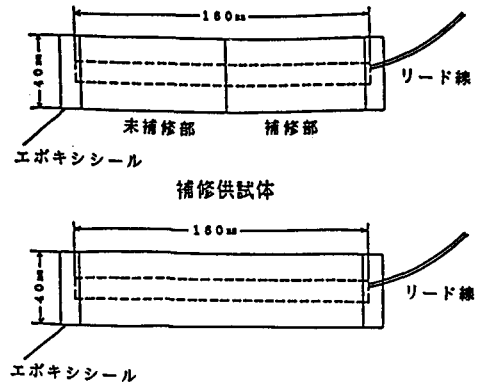


図1. 供試体

3. 結果と考察

(a) 鉄筋の腐食性状

混入塩化物イオン濃度が5%の無補修供試体および補修材Cを打継いだ供試体中の鉄筋の自然電位の分布と腐食面積率の分布をそれぞれ図2、図3に示す。図より、無補修供試体中の鉄筋はほぼ均一に腐食し、補修供試体中の鉄筋は塩分を混入した未補修部分で腐食している。これは自然電位の分布によく対応し

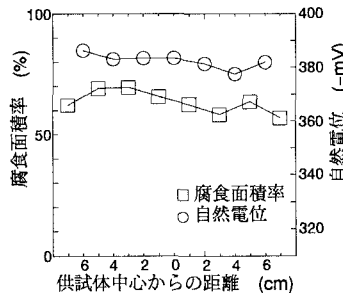


図2. 鉄筋の自然電位と腐食面積率の分布(無補修供試体、塩化物イオン濃度5%)

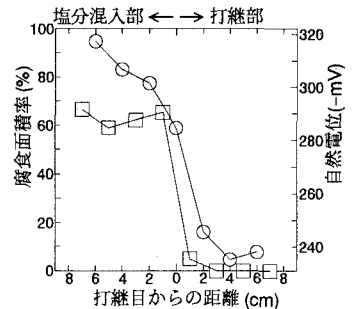


図3. 鉄筋の自然電位と腐食面積率の分布(補修材: C、塩化物イオン濃度5%)

ている。また、図3より、既設モルタル部での自然電位は打継部側よりも卑であり、電位差があることからマクロセル腐食であると考えられる。

(b) 補修供試体の腐食量の比較

未補修部分の塩化物イオン濃度が1%、5%の場合の各供試体中の鉄筋の腐食面積率と腐食重量減少率をそれぞれ図4、図5に示す。図4より、塩化物イオン濃度が1%の場合、補修材Cを打継いだ供試体中の鉄筋の腐食量が大きくなっているが、その他の補修供試体の腐食量は無補修供試体より小さい。これは少なくとも塩化物イオン濃度が小さい場合は補修による悪影響が無いことを示していると考えられる。一方、図5より、塩化物イオン濃度が5%の場合、各供試体中の鉄筋の腐食量は1%の場合よりも大きくなり、補修供試体中の鉄筋の腐食量は無補修供試体を上回っている。特に腐食重量減少率は補修、無補修供試体との差が大きい。このように、未補修部での塩化物イオン濃度が高くなり補修部との塩分濃度差が大きくなった場合、つまり、時期が遅れた場合の補修は悪影響を及ぼす可能性があると考えられる。さらに、補修材に塩分を混入すると塩分を混入しない場合よりも腐食重量減少率が小さい。これは塩分を混入したことにより、未補修部との塩分濃度差が小さくなり、マクロセル作用が弱まったためと考えられる。また、図に示す通り、補修供試体中の鉄筋の腐食量は補修材の種類によって異なっている。これは補修材によって酸素の浸透速度と電気抵抗が異なっていることが原因として考えられる²⁾。本研究では酸素の拡散係数は測定していないが、各補修材の圧縮強度を測定した。酸素の浸透速度は硬化体組織の緻密さに依存するため、圧縮強度が大きいものほど酸素の浸透速度は小さくなると考えられる。図6に材令7日での各補修材の圧縮強度と腐食重量減少率の関係を示す。図より、補修材の圧縮強度が大きいほど腐食重量減少率が小さい傾向となっている。しかし、各補修供試体中の鉄筋の腐食量を圧縮強度だけでは説明できないため、電気抵抗による影響を併せた評価が必要と考えられる。

4. まとめ

本研究では、補修した構造物の塩害再発メカニズムのうち、塩分濃淡によるマクロセル腐食に着目して実験を行ったが、補修部と未補修部間の塩分濃度差が大きくなった場合、補修が悪影響を及ぼす可能性があることが確認できた。また、補修材に塩分を混入し、未補修部との塩分濃度差を小さくすると、腐食の進行が抑制された。これはマクロセル作用だけを考えた場合は妥当な結果であると言える。しかし、塩害再発には他の原因も挙げられるため、本実験結果をそのまま実際の構造物に当てはめることはできないと考えられる。従って、実際の構造物の補修状況等を踏まえて検討を続ける必要があると思われる。

参考文献

- 1) 石橋、北後：鉄筋コンクリート床版下面に施工した各種補修工法の効果、コンクリート工学年次論文報告集12-1、pp.429~434、1991
- 2) 日本コンクリート工学協会：コンクリート構造物の補修工法研究委員会報告書、1992

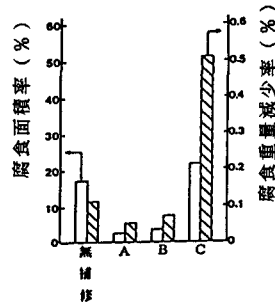


図4. 各供試体中の鉄筋の腐食量
(塩化物イオン濃度1%)

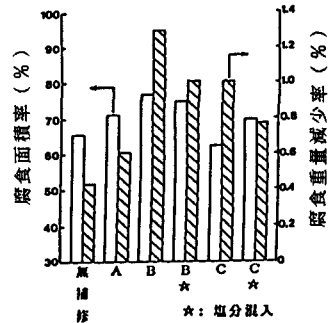


図5. 各供試体中の鉄筋の腐食量
(塩化物イオン濃度5%)

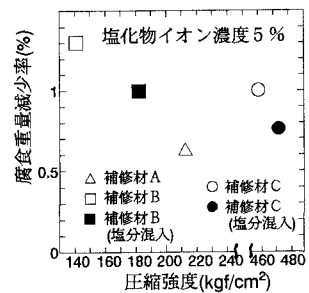


図6. 補修材の圧縮強度と腐食重量減少率の関係