断面修復工法における界面処理が亜硝酸混和モルタルの補修性能に及ぼす影響

福岡大学大学院 学生会員 ○久保田崇嗣，学生会員 山田正健
正会員 櫨原弘貴，正会員 添田政司，正会員 村上哲

1. はじめに

近年，亜硝酸リチウムを混和した修復モルタルの断面修復工法への適用がなされてきている．亜硝酸リチウムを混和することで，亜硝酸イオンが既存コンクリートに浸透し，補修部と既存部の界面における腐食の進展を抑制することが可能である．しかし，断面修復する際には，はつり部に断面修復材と既存コンクリートの接着を確保するため，プライマー等を塗布する界面処理がなされており，この界面処理材によって亜硝酸イオンの拡散を阻害する可能性が示唆されている．そこで本研究では，界面処理材の違いが亜硝酸イオンの拡散に及ぼす影響と既存部での防錆効果について，既存部の NO_2^- の測定および既存部と補修部の各種鉄筋の腐食状況により検討を行った．

2. 実験概要

図-1 に供試体概要を示す．供試体は 10×10×40cm とし，その半分となる 10×10×20cm 部分を補修部，残りの部分を既存部と想定して作製した．埋設した鉄筋は，φ9mm×35cm の短鉄筋および 1.5cm を 4 本と 14cm の 2 本を**図-1** に示す様にエポキシ樹脂で接合して，鉄筋間は，リード線で連結させた 2 種類である．なお，いずれも磨き丸鋼鉄筋を用いており，かぶり 3.5cm 位置にスペーサーにて並行に埋設した．

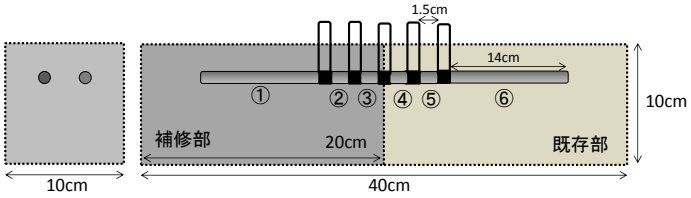

図-1 供試体概要

表-1 モルタル配合

亜硝酸添加率 (%)	W/C (%)	S/C	練混ぜ水 (kg/m³)		単位量 (kg/m³)	
			W	Li	C	S
50	60	3	144	144	480	1440

既存部のモルタルは，早強セメントを用いた水セメント比 60%，s/c3.0 の配合で作製し，予め塩化物を 5kg/m^3 添加したものを用いた．2 日間の湿布養生後は，既存部の表面が凸凹になる様にブラスト処理を行ってから，界面処理材の塗布を行った．界面処理材は，無処理，既存部との付着を高めることを目的としたポリマーエマルジョンのプライマー，反応型けい酸塩系表面含浸材を用いた 3 種類としている．なお界面処理材の塗布は，いずれも各種メーカーの規定に準拠して行っている．一方の，補修部のモルタルは，既存のモルタルと同一配合で練混ぜ水に対して 0.4mol/L の亜硝酸リチウム水溶液を 50%の割合で置換したものを用いた．また，比較用に界面処理材を施さずに亜硝酸リチウム添加なしのモルタルで補修を模擬したものも作製した（解体は 300 日のみ）．**表-1** には，補修部のモルタル配合を示す．供試体を作製後は，温度 20^{0}C，湿度 80%以上の環境下に 115 日まで設置して，さらに 300 日間までは塩水シートの上に静置させた．その間は，測定項目として，鉛照合電極を用いた自然電位の測定，リード線間の電流量を無抵抗電流計によって 7 日ごとに測定した．試験終了時は，供試体を解体して鉄筋腐食面積率の測定，既存部の粉体を界面部から 10mm 深さごと 40mm まで採取して，粉体 3±0.001g と蒸留水 30g±0.001g を混合させて 24 時間攪拌した後にイオンクロマトグラフによって亜硝酸イオン量の測定を行った．

3. 結果および考察

図-2 には，試験期間 115 日における各種鉄筋位置の腐食面積率を示す．界面部における補修部側の腐食は，無処理およびけい酸塩系表面含浸材による処理で確認された．一方の，塩化物を予め添加した既存部側では，

キーワード 亜硝酸リチウム，断面修復，プライマー，けい酸塩系表面含浸材，鉄筋腐食
連絡先 〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1 福岡大学 TEL:092-871-6631

界面処理方法による違い関らず，いずれの箇所においても腐食が確認され，明確な違いはなかった．次に，図-3 には，試験期間 300 日目における各種鉄筋位置の腐食面積率を示す．界面処理を行ったものは，いずれもが無処理および亜硝酸塩を混和していない無処理に比べて，明らかに腐食が低減されていることが分かる．115 日と 300 日で解体したもので多少なりとも供試体間の誤差は認められるが，特に，けい酸塩系表面含浸材を用いた補修部側の界面域における腐食は認められなかった．これは，亜硝酸イオンの防錆効果による腐食抑制以外にも界面処理を行ったことで，既存部と補修部の接着性が向上して，界面部からの塩化物イオンの浸透や酸素の供給を低減できたものと思われる．一方の，既存部側の腐食状況について見ると，界面処理を行った場合の腐食面積率は，NO.5 鉄筋位置までの範囲において，いずれも無処理よりも小さい結果を示した．

図-4 には，300 日目における各種供試体の既存部側の亜硝酸イオン濃度分布および 115 日目における無処理の濃度分布を併せて示す．この結果，亜硝酸イオンの濃度分布は，いずれも界面部から既存部の端に行くに従って減少する傾向を示し，濃度拡散によって移動していることが分かる．また，亜硝酸イオンの既存部への拡散は，界面処理によって阻害されるといった状況は確認されず，むしろ無処理よりも濃度が高くなる結果を示した．けい酸塩系表面含浸材やプライマーには，コンクリートの接着性を向上する働きがあるため，既存部と補修部の接着性が無処理に比べて向上したことで，亜硝酸イオンの拡散が容易になったものと考えられる．なお，無処理の亜硝酸イオンは，115 日から 300 日にかけて大きく減少しているが，これは，鉄筋の防錆を図るために亜硝酸イオンが鉄イオンとの反応によって消費されたものと考えられる[1)]．また，この傾向は，けい酸塩系表面含浸材にも界面域において少なからず確認された．

以上のことから，亜硝酸リチウムを添加したモルタルを用いて断面修復を行う場合には，界面処理の影響によって亜硝酸イオンの既存部への拡散を阻害すると考えられたが，むしろ既存部と補修モルタルとの接着性が向上することで亜硝酸イオンの既存部への拡散が容易となり，界面域における防錆効果が高まることが分かった．

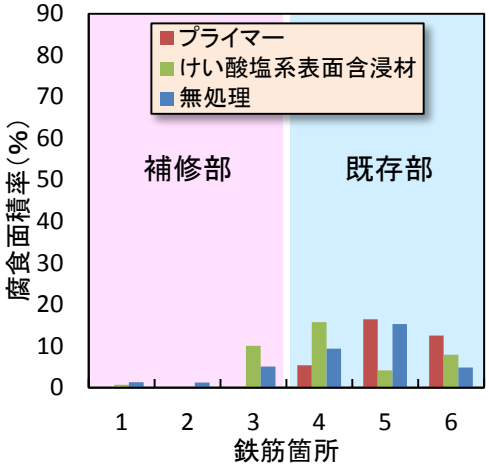

図-2　鉄筋腐食面積率（115 日）

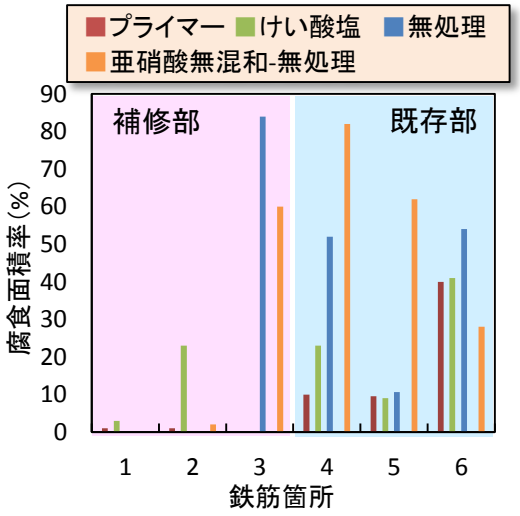

図-3　鉄筋腐食面積率（300 日）

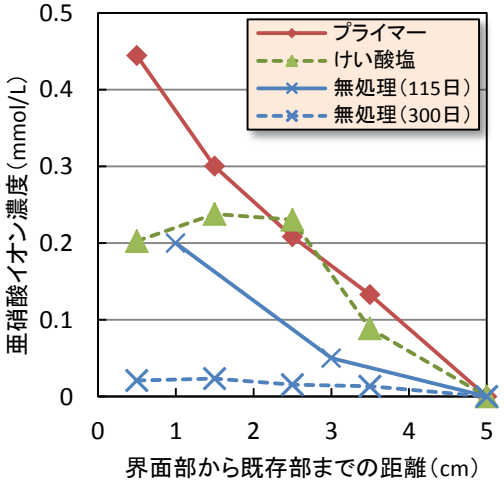

図-4　亜硝酸イオン濃度分布

4. まとめ

(1)　界面処理を施すことで亜硝酸イオンの拡散を阻害することはなく，むしろ既存部に拡散し易くなることが分かった．

(2)　亜硝酸イオンが拡散し易くなったことで既存部との界面部において，腐食を低減できることが分かった．

参考文献

1) Nishijima,D, Hazehara.H & Soeda.M, Fundamental study on the corrosion prevention property of nitrite in mortar by electrochemical evaluation. Journal of EASEC： Structural Engineering and Construction, 14, pp.181-184, 2015