

はつり量が異なるコンクリートへの LiNO_2 併用型断面修復材の適用に関する基礎的研究

福岡大学大学院 学生会員 ○岡部 偉大 福岡大学大学院 学生会員 庄野 克哉
福岡大学 正会員 樋原 弘貴 福岡大学大学院 正会員 添田 政司

1. はじめに

塩害により鉄筋腐食が進行したコンクリートの浮き・剥離箇所を修復する方法に断面修復工法がある。断面修復工法は、鉄筋の背面までコンクリートをはつり除去した上で修復するべきであるが、供用中の構造物において鉄筋背面まではつり取ることが構造上困難な場合がある。近年では、鉄筋防錆性が確認されている亜硝酸リチウムが活用されており、断面修復材に混和することで拡散によりはつり量を低減できる可能性がある。しかし、はつり量が少ない場合の防錆効果については検討されていない。そこで本研究では、塩害を模擬した環境にて、異なるはつり量の供試体に濃度の異なる亜硝酸リチウム併用型断面修復工法を適用し、鉄筋防錆効果について自然電位と分極抵抗により評価を行った。

2. 実験概要

本実験で用いる供試体は、断面修復工法における劣化コンクリートのはつり除去後の状態を模擬して図-1 に示す様に既設コンクリートの打設および鉄筋の配筋を行った。はつり量の内訳は、埋設鉄筋が完全に露出した背面はつりと鉄筋の半分が露出した半分はつり、鉄筋表面まではつり取った表面はつりの3つである。既設コンクリートは、 $W/C=53\%$ であり、図-1 に示すいずれの高さまで打設を行っている。また、既設コンクリートには塩害により侵入した Cl^- が残存していることを模擬して Cl^- 量が 5.0kg/m^3 または 10.0kg/m^3 となるようにあらかじめ塩分を内在させた。埋設させた鉄筋は、 $\phi 10\text{mm} \times 60\text{mm}$ の磨き丸鋼鉄筋 2 本と同径のステンレス鉄筋である。既設コンクリートの作製後は、屋外環境にて 10 日間静置させ、鉄筋表面の腐食を確認した後に断面修復工法を実施した。

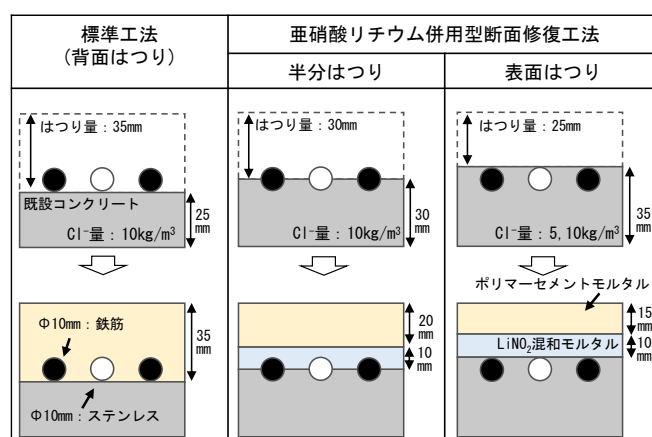


図-1 供試体概要およびはつり量水準

表-1 補修工法水準

はつり量	背面はつり	半分はつり			表面はつり					
既設部(Cl ⁻ 量)	10kg/m ³	10kg/m ³			5kg/m ³			10kg/m ³		
NO ₂ ⁻ /Cl ⁻	0	0	1.0	2.0	0	1.0	2.0	0	1.0	2.0

表-1 に本実験における断面修復工法の水準を示す。従来のはつり量である背面はつり供試体は、ポリマーセメントモルタルのみで修復し、亜硝酸リチウム混和モルタルは適用していない。この従来の背面はつりおよびポリマーセメントモルタルによる断面修復工法を以下に標準工法と称す。次に、亜硝酸リチウム併用型供試体は、はつり面から 10mm 亜硝酸リチウム混和モルタルにて補修を行った。混和モルタルの濃度内訳は、既設コンクリート内の Cl^- 量に対して $\text{NO}_2^-/\text{Cl}^-: 1.0, 2.0$ である。また、比較用として無混和 ($\text{NO}_2^-/\text{Cl}^-: 0$) のものを設けた。亜硝酸リチウム混和モルタルの適用後は、ポリマーセメントモルタルにより規定の高さまで補修を行った。なお、補修完了後の鉄筋かぶりは 25mm でいずれの供試体においても一律である。補修後の供試体は、塩害環境を模擬して Cl^- 濃度 3.0% の塩水で浸漬を行い、定期測定として鉄筋の自然電位と分極抵抗の測定を実施し、経時的に防錆性能を評価した。なお、自然電位測定は補修面から測定し、分極抵抗は埋設ステンレス棒を対極として用いて測定を行った。

3. 結果および考察

図-2 には、既設部に Cl^- を 10kg/m^3 混和した表面はつり供試体における各 $\text{NO}_2^-/\text{Cl}^-$ の自然電位の経時変化を標準工法供試体と併せて示す。この結果、表面はつり供試体の自然電位は、いずれも初期段階から -400mV よりも卑下しており、腐食有りと推定されるが、その後の電位は同等で推移している。一方の標準工法の自然電位は、いずれの

測定期間においても-350mv よりも貴であった。以上より、現時点では亜硝酸リチウム併用型においても防錆効果は確認されず適用は難しいものと考えられた。一方で、著者らが長期的に実験を行った亜硝酸リチウム内部圧入試験では、Cl⁻量が同等の 10kg/m³においても NO₂⁻の拡散により高い防錆効果が得られている¹⁾。この結果を踏まえると、断面修復工法においても NO₂⁻が鉄筋背面まで拡散することにより防錆効果が期待されるが、今のところ、拡散による防錆効果が発揮されていない。そのため、長期的な検討を行う必要がある。

次に、図-3 には、既設部に Cl⁻を 5.0kg/m³ 混和した表面はつり供試体における各 NO₂⁻/Cl⁻の自然電位の経時変化を標準工法供試体と併せて示す。この結果、表面はつり供試体の NO₂⁻/Cl⁻ : 0 の電位は、標準工法と比べて卑下しており、測定期間においては変動なく推移している。一方、亜硝酸リチウムを混和した NO₂⁻/Cl⁻ : 1.0, 2.0 の初期電位は、標準工法よりも低いものの長期的に貴化しており -350mv より貴を示す傾向にある。今後、NO₂⁻の拡散につれて電位がさらに貴化し、標準工法と同等以上の防錆効果が期待できると考えられた。

図-4 には、半分はつり供試体における各 NO₂⁻/Cl⁻の自然電位の経時変化を標準工法供試体と併せて示す。亜硝酸リチウム無混和である半分はつりの NO₂⁻/Cl⁻ : 0 の電位は、110 日以降に -350mv よりも卑下した。一方の、亜硝酸リチウムを混和した NO₂⁻/Cl⁻ : 1.0, 2.0 の自然電位は、測定開始直後から貴化傾向を示し、補修後 90 日で標準工法より貴となった。この結果、断面修復材に亜硝酸リチウムを併用することにより、鉄筋半分まではつり量により標準工法以上の防錆効果が得られることが分かった。

図-5 には、各供試体の 140 日目における分極抵抗の測定結果を示す。分極抵抗においても、表面はつりの分極抵抗値は標準工法と比べて低い結果を示しており適用は難しいと考えられた。しかし、半分はつりの亜硝酸リチウムを混和した NO₂⁻/Cl⁻ : 1.0, 2.0 では、標準工法と同等の抵抗値が得られ、半分はつりの NO₂⁻/Cl⁻ : 0 と比べても抵抗値は大きくなっていることから、亜硝酸リチウムの拡散により、腐食速度を抑制できていると言える。

4. まとめ

- (1) 亜硝酸リチウム併用型断面修復工法を用いることで、はつり量が鉄筋半分までの場合でも標準工法と同等以上の防錆効果が得られた。
- (2) はつり量を鉄筋表面までとした場合は、鉄筋近傍の Cl⁻量が、5.0kg/m³ 以下であれば、標準工法と同等の防錆効果が得られる可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 児島あかりら：塩害劣化環境下における亜硝酸 Li の圧入量が異なるコンクリートの長期的な防錆性能の評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.42，pp.1462-1467，2020

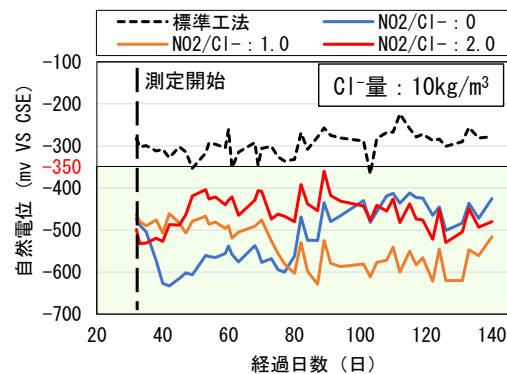


図-2 自然電位経時変化
(標準工法および表面はつり)
(Cl⁻量 10kg/m³)

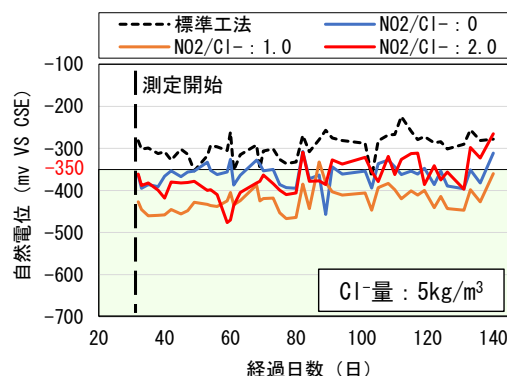


図-3 自然電位経時変化
(標準工法および表面はつり)
(Cl⁻量 5kg/m³)

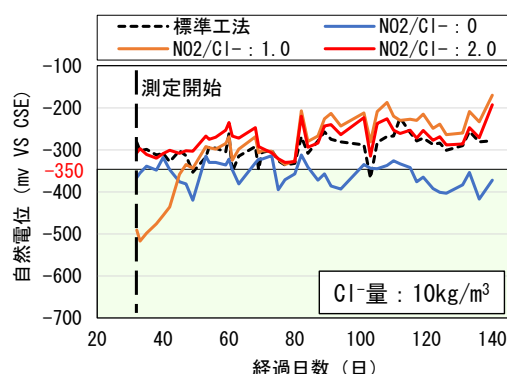


図-4 自然電位経時変化
(標準工法および半分はつり)

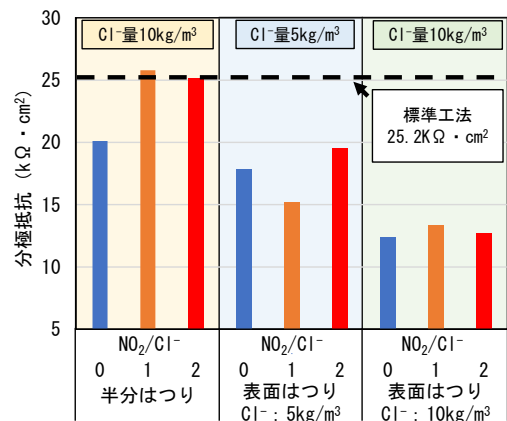


図-5 分極抵抗測定結果