

フライアッシュと亜硝酸リチウムを用いた断面修復材料の ASR 劣化コンクリートへの適用

徳島大学大学院 賛助会員 ○横山直哉 徳島大学大学院 正会員 上田隆雄
徳島大学大学院 正会員 塚越雅幸 極東興和 正会員 江良和徳

1 はじめに

塩害により劣化した鉄筋コンクリート（以下 RC とする）構造物に対して、適用実績の多い補修工法として断面修復工法が挙げられる。しかし、コンクリートが反応性骨材を含有し、ASR による膨張進行の可能性がある場合には、一般に断面修復の適用は困難と考えられる。また、現状では塩害と ASR の複合劣化に対する補修工法として確立されたものは存在せず、RC 構造物の延命化を図る場合には、鉄筋防食効果に加えてある程度の ASR によるコンクリート膨張抑制効果が期待できる工法が選定されていくものと考えられる。本研究では塩害と ASR の複合劣化コンクリート構造物に対する断面修復工法の適用可能性および補修効果を明らかにすることを目的として、フライアッシュおよび亜硝酸リチウムを添加した断面修復材を塩害及び ASR 劣化を想定した母材コンクリートに打ち継いだ供試体により ASR 膨張抑制効果や電気化学的指標による防食効果の評価を行った。

2. 実験概要

本実験に使用したコンクリートの W/C は 60% の一定とし、非反応性骨材を用いた N と反応性骨材を用いた R の 2 配合に、初期混入 Cl^- 量が 8.0 kg/m^3 となるように NaCl を練混ぜ水に溶解させて混入した。この場合、 R_2O 量は 8.8 kg/m^3 となる。 LiNO_2 は練混ぜ NO_2^- の 70% が浸透すると仮定した時に $\text{NO}_2^-/\text{Cl}^-$ モル比が 1.5 となるように 40% 水溶液を練り混ぜ水に置換添加した。母材コンクリートに打ち継ぐ断面修復材のベース材料、 LiNO_2 使用の有無に関しては表-1 に示す通りである。FA を混和した配合にはⅡ種フライアッシュをセメント質量の 15% を内割混和した。

本研究で作製した RC 供試体は、図-1 に示すような母材コンクリートと補修材の上下打継供試体とし、母材コンクリート打設翌日に、打継部分表層のペースト部分をワイヤブラシで除去することで、打設表面の骨材の凹凸部分を露出させた後、補修材を打ち継いだ。母材コンクリートは N と R の 2 種類を用い、R の場合のみ、長さ変化測定用の真鍮チップを図-1 に示す位置に貼り付けた。測定項目は、コンクリート中鉄筋の自然電位、分極抵抗、コンクリート抵抗とコンクリートの膨張率とした。養生が終了した打継供試体は 40°C 恒温環境で保管しながら、電気化学的測定により自然電位、分極抵抗、コンクリート抵抗を測定した。R を用いた上下

表-1 補修材概要

補修材名	W/B	ベース材料	FA	LiNO_2 40%溶液
FA	42%	普通モルタル	有り	無し
P		PCM	無し	無し
FAP		PCM	有り	無し
FAPLi		PCM	有り	有り

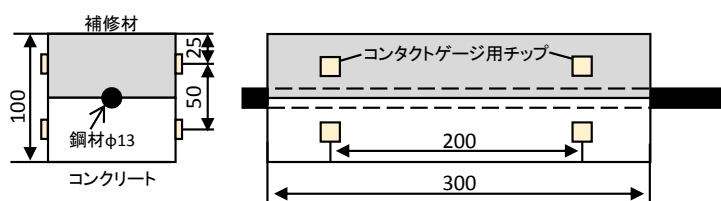


図-1 上下打継供試体概要

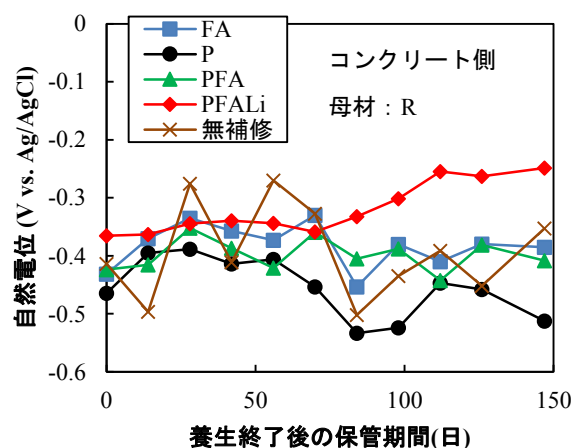


図-2 打継供試体の自然電位経時変化

打継供試体のコンクリート膨張率については、40℃保管を開始する直前の測定値を基長として、コンタクトゲージ法により経時的長さ変化を測定した。

3. 電気化学的測定による防食効果の評価

40℃湿空保管を行った打継供試体についてコンクリート側から測定した自然電位の経時変化を図-2に示す。これによると、母材コンクリートは初期混入 Cl^- 濃度が 8.0kg/m^3 であるため、すべての供試体で鉄筋の自然電位は腐食領域 ($E < -0.24\text{ V vs Ag/AgCl}$) で推移している。ただし、PFALi は他の補修材を打継いだ場合より貴な電位で推移しており、さらに経時的に自然電位の貴変が見られる。この理由として PFALi に添加された LiNO_2 による防食効果が発揮されたものと考えられる。

打継供試体のコンクリート側から測定した分極抵抗の経時変化を図-3に示す。これによると、母材コンクリートが普通コンクリート N の場合には、補修材の違いによる分極抵抗値の違いはさほど大きくないものの、補修を行った供試体の分極抵抗値はいずれも無補修の供試体より大きく、ある程度の腐食速度抑制効果が認められる。これに対して、反応性骨材含有コンクリート R の場合には、N の場合に比べて補修を行った供試体の分極抵抗値の無補修の供試体に対する上昇が大きく、特に LiNO_2 を含有する PFALi を打継いだ場合に顕著に大きな分極抵抗を示している。この結果より、補修材として PFALi を用いた際の補修効果は塩害の単独劣化の場合と、塩害と ASR の複合劣化の場合では、複合劣化においてより腐食抑制効果が発揮されることが分かる。

打継供試体の補修材側から測定した電気抵抗経時変化を図-4に示す。これによると、すべての補修材の電気抵抗値は母材コンクリートの値よりも大きく、鉄筋の腐食電流が流れにくい材料であることがわかる。これらの中でも特に PFA および PFALi はフライアッシュ添加の効果で P よりも大きな抵抗値を示すとともに、フライアッシュのポゾラン反応に起因すると考えられる経時的な増加傾向が見られ、補修後の高い物質浸透抵抗性が期待できるといえる。

4. コンクリート膨張率

反応性骨材含有コンクリート R を用いた打継供試体および無補修供試体を、40℃湿空環境に保管した時の膨張率経時変化を図-5に示す。これによると、無補修のコンクリート膨張率は 0.15% を超える値となっており、ASR膨張に伴うひび割れが見られた。これに対して、各種補修材で打継ぎを行った供試体については、母材コンクリート、補修材ともにひび割れの発生は認められず、コンクリートの膨張はほとんど認められない。膨張が抑制された原因としては補修材による膨張拘束効果と、PFALi については LiNO_2 のコンクリートへの浸透効果が考えられる。

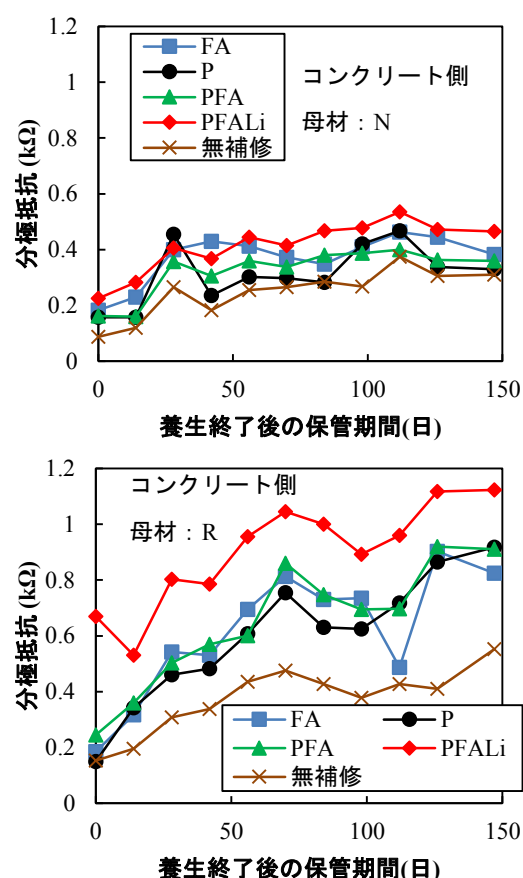


図-3 打継供試体の分極抵抗経時変化

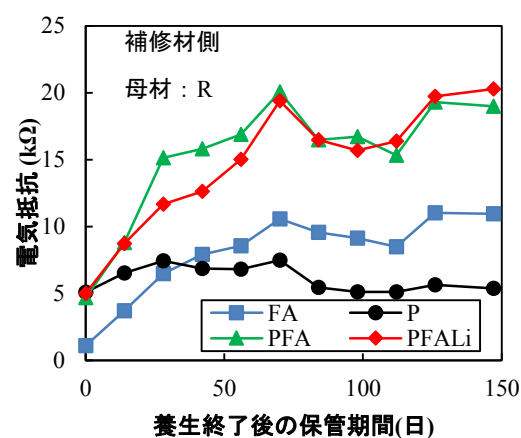


図-4 打継供試体の
コンクリート抵抗経時変化

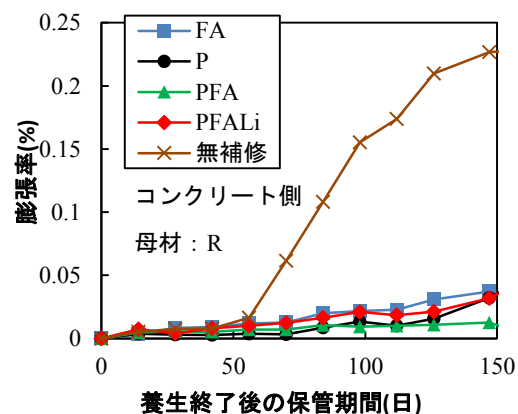


図-5 打継供試体の
コンクリート膨張率経時変化