

アミノ酸の添加が電気防食の陽極被覆材の耐久性と防食効果に与える影響

徳島大学 学生会員 ○草間駿英 徳島大学大学院 正会員 上田隆雄
太平洋セメント 正会員 江里口玲

1. はじめに

海洋環境との調和が可能なコンクリートとしてアミノ酸の一種であるアルギニン(Arg)を添加したコンクリートが開発され注目されている。一方で、塩害対策として RC 構造物に電気防食が適用される事例が増加しているものの、通電に伴い陽極被覆材が比較的早期に劣化する現象が指摘されている。そこで本研究では、塩基性の高いアルギニンを添加した陽極被覆材を用いた電気防食工法の陽極システム耐久性と防食効果について検討を行った。

2. 実験概要

本実験で用いたコンクリート配合を表-1 に示す。コンクリートには初期混入 Cl^- 量が 8.0kg/m^3 となるようにあらかじめ NaCl を練混ぜ水に溶解させて混入した。陽極被覆材は表-2 に示す 4 配合とした。配合名 P は断面修復用 PCM, N' は補修用の普通セメントモルタルである。また、P, N' それぞれにアルギニンを混入したものを PAr, N'Ar とする。Ar3 は Arg をセメント量の 3% をドライモルタル代替で混入したものを表す。本研究で作製した RC 供試体は、図-1 に示すように長さ 350 mm の異形鉄筋 D13 をかぶり 30 mm で一本配置し、母材コンクリートを打設した。コンクリートの打設翌日に RC 供試体の打設面を目荒しし、散水した後に陽極被覆モルタルの中央付近に陽極被覆材としてチタンメッシュを埋設した。陽極被覆材が一体化した RC 供試体は 20℃ の恒温槽中で封緘養生を 14 日間行い、養生終了後、電気防食工法を適用した。電気防食における電流密度は 50mA/m^2 と過防食を想定した 150mA/m^2 を設定した。通電中の供試体は乾燥環境(20℃, 60%R.H.)4 日, 湿潤環境(20℃, 95%R.H.)3 日の乾湿繰返し環境で保管し、湿潤環境終了後に通電を一時停止して鉄筋の復極量を測定した。なお復極期間は 7 日間とした。

3. 陽極被覆モルタルの圧縮強度および曲げ強度

陽極被覆材の圧縮強度および曲げ強度を図-2 に示す。W/C が同じであるがポリマーの影響により P 配合は N' 配

表-1 コンクリート配合表

W/C (%)	s/a (%)	G_{max} (mm)	単位量(kg/m ³)						
			C	W	S	G	WRA	AEA	NaCl
60	48	15	300	180	816	927	1.8	0.006	13.2

表-2 補修材配合表

配合名	W/C (%)	P/C (%)	単位量(kg/m ³)		
			ドライモルタル	W	Arg
P	43	6.1	1825	292	-
PAr3	43	6.1	1796	287	21
N'	43	0	1800	386	-
N'Ar3	43	0	1772	380	21

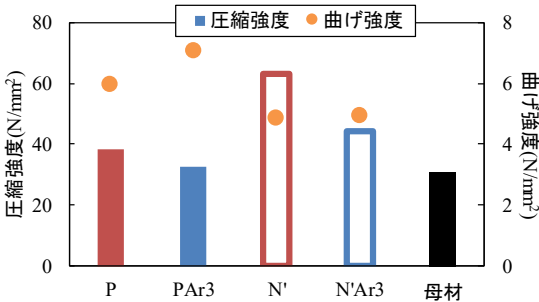
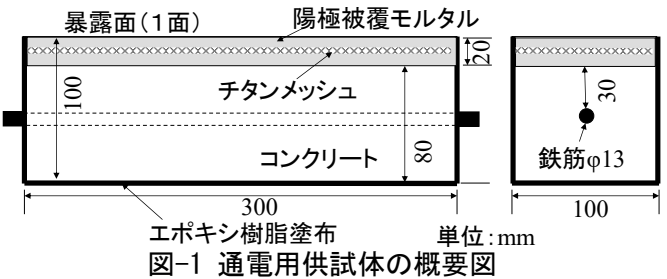


図-2 陽極被覆モルタルの圧縮強度と曲げ強度

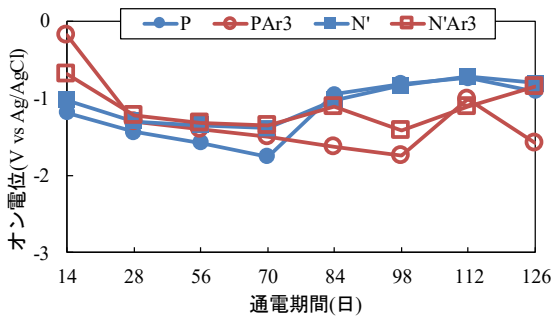


図-3 50mA/m² 通電の鉄筋のオン電位

合に比べ圧縮強度は比べて小さくなった。Arg を添加すると圧縮強度は低下する傾向がみられるが、すべての配合で母材コンクリートの圧縮強度を上回っているため、陽極被覆材として用いるには十分な強度を有している。また、P 配合において、Arg を添加すると曲げ強度は上昇する傾向がみられた。

4. 通電期間中の鉄筋および陽極材のオン電位

通電期間中の電流密度が 50mA/m^2 における鉄筋のオン電位を図-3 に、電流密度が 50mA/m^2 における陽極材のオン電位を図-4 に示す。図-3 より、84 日目以降で P と N' の鉄筋のオン電位が上昇する傾向がみられる。この鉄筋のオン電位の上昇は通電に伴う酸劣化などにより、供試体の電気抵抗が低下したことが原因と考えられる。一方で、PAr3、N'Ar3 は P、N' に比べて低い値を推移しているため、Arg の添加は酸劣化抑制に寄与している可能性がある。また図-4 より、すべての配合で陽極材のオン電位は 1.1V vs Ag/AgCl より高い値を推移しており、特に P 配合は N' 配合よりも大きな値を推移しているため、酸劣化のリスクが N' 配合より高いと考えられる。

5. 通電期間中の復極量

通電期間中の復極量の経時変化を図-5 (a), (b) に示す。図-5 (a) より、電流密度が 50mA/m^2 の場合、すべての配合で 84 日目以降に復極量が減少する傾向がみられる。これは、鉄筋のインスタントオフ電位が上昇したことによって、復極後の自然電位との差が小さくなり見かけ上復極量が減少したものと考えられる。一方、図-5 (b) より電流密度が 150mA/m^2 の場合、復極量の減少がみられないのは電流密度が大きいので、 50mA/m^2 通電の場合よりもインスタントオフ電位が小さいことが原因と考えられる。

6. 通電期間中の供試体外観

通電期間中の供試体の外観を写真-1 に示す。150mA/m² 通電の場合、P において 56 日目に写真(a)のような生成物が供試体の表面にみられ、この生成物の周辺ではひび割れがみられた。これは通電に伴い陽極材周辺のモルタルが溶脱する酸劣化によって生成されたものであることが考えられる。PAr3 では 119 日目に写真 (b) のような生成物がみられた。 50mA/m^2 通電の場合、P において 112 日目に写真 (c) のような生成物がみられ、一部陽極被覆材の剥離も見られた。PAr3 では生成物は発生していないことから(写真(d)), Arg の添加は酸劣化抑制に寄与することが考えられる。一方、N' 配合においてどちらの電流密度の場合でも生成物や通電に伴うひび割れは見られない。以上のことより、ポリマーを含んだ P 配合は含まない普通セメントを用いた N' 配合に比べて、通電によって母材コンクリートから移動した Cl^- が陽極材周辺で濃縮し、酸劣化しやすいと考えられる。また、Arg 添加によって陽極被覆材内の OH^- 濃度増大によって Cl^- の輸率が低下することによって、酸劣化の抑制に寄与する可能性がある。

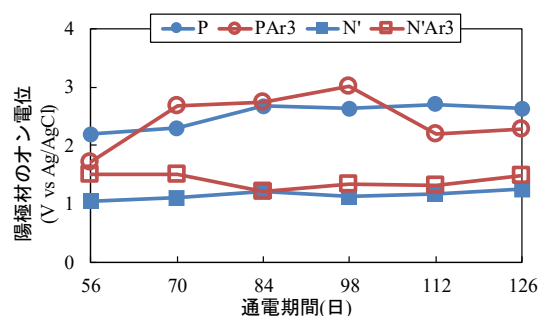
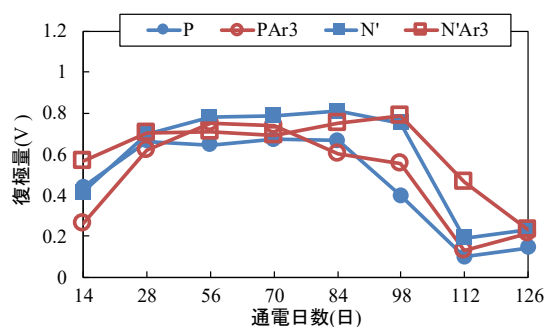
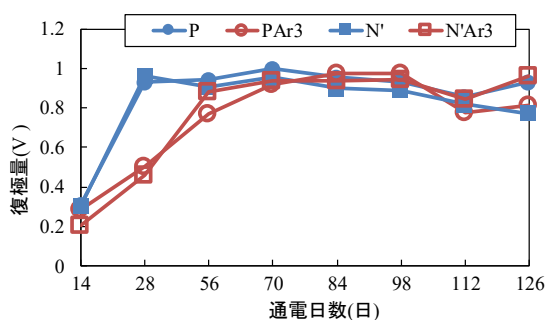


図-4 50mA/m^2 通電の陽極材のオン電位



(a) 50mA/m^2 通電



(b) 150mA/m^2 通電

図-5 通電期間中の復極量

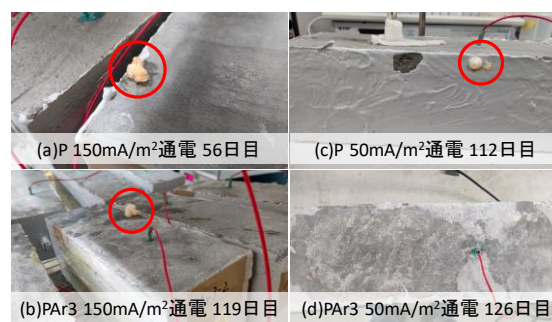


写真-1 供試体の外観