

# アルギニンを添加した陽極被覆材を用いた電気防食による補修効果に関する検討

徳島大学大学院 正会員 ○上田隆雄 徳島大学 非会員 山本 滯  
日建工学 正会員 飯干富広 太平洋セメント 正会員 江里口玲

## 1. はじめに

アミノ酸の一種であるアルギニンを混入したコンクリートは、海洋環境においてコンクリート表面への藻類の付着が促進され、魚類等の生物生息環境を改善できることが報告されている。一方、海洋環境下にある塩害劣化コンクリート構造物に電気防食工法を適用した場合、陽極被覆材が酸劣化する場合があります、このような陽極被覆材の変質が、防食効果を低下させる可能性もある。本研究では高塩基性であるアルギニンを陽極被覆材に混入することによって、海洋環境との調和と陽極システムの高耐久化が期待できる電気防食工法について基礎的検討を行った。

## 2. 実験概要

本研究で用いたコンクリートの W/C は 60% とし、初期混入 Cl 量が  $8.0\text{kg/m}^3$  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。陽極被覆材の配合は、表-1 に示す 4 配合とした。配合名 P は薄塗り断面修復用の市販の 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、NAr とする。アルギニンはセメント量の 3% をドライモルタル代替で混入し、NAr は単位量あたり同等の量を混入させた。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、散水した後に陽極被覆層の中央付近にチタンメッシュを埋設する形で陽極被覆材を打ち込んだ。陽極被覆材が一体化した RC 供試体は  $20^\circ\text{C}$  の恒温室中で封緘養生 14 日間行い、養生終了後、電気防食工法を適用した。電気防食工法における電流密度は E-logI 試験で 100 mV シフト相当であることを確認した電流密度  $20\text{mA/m}^2$  と、過防食を想定した  $100\text{mA/m}^2$  の 2 種類を設定した。通電中の供試体は乾燥環境( $20^\circ\text{C}$ , 60% R.H.) 4 日、湿潤環境( $20^\circ\text{C}$ , 95% R.H.) 3 日の乾湿繰り返し環境で保管し、湿潤環境後にいったん通電を停止して鉄筋の復極量を測定した。なお復極期間は、電流密度  $20\text{mA/m}^2$  の場合 1 日、電流密度  $100\text{mA/m}^2$  の場合 3 日とした。100  $\text{mA/m}^2$  の通電供試体は、56 日間の通電が終了した後に陽極被覆材とコンクリートとの接着強度を建研式接着強度測定器で測定するとともに、供試体中の pH 値分布をドリル粉末から測定した。また、無通電の供試体も併せて作製するとともに、母材コンクリートに 10 mm 厚の陽極被覆材を打継いだ接着強度試験用供試体 ( $100\times 100\times 400\text{mm}$ ) を作製し、無通電の場合の接着強度も測定した。

## 3. 通電用供試体の復極量経時変化

通電供試体の復極量経時変化を図-2 に示す。これより、 $20\text{mA/m}^2$  と  $100\text{mA/m}^2$  のどちらの電流密度を採用した場合でも、電気防食工法における防食効果の目安である 100 mV 以上の復極量を示しており、鉄筋防食効果は確保されているものと考えられる。 $20\text{mA/m}^2$  で通電を行った供試体は、比較的復極量の変動が大きい、これは乾湿繰返しに伴う供試体の含水状態の変動によるものと考えられる。また陽極被覆材の種

表-1 陽極被覆材配合

| 配合名 | W/C (%) | P/C (%) | 単位量( $\text{kg/m}^3$ ) |    |      |       |     |     |
|-----|---------|---------|------------------------|----|------|-------|-----|-----|
|     |         |         | ドライモルタル                |    |      |       | W   | Arg |
|     |         |         | C                      | P  | S    | fiber |     |     |
| P   | 43      | 6.1     | 684                    | 42 | 111  | 1.8   | 292 | 0   |
| PAr | 43      | 6.1     | 676                    | 41 | 1098 | 1.8   | 288 | 16  |
| N   | 32      | —       | 979                    | —  | 977  | 2.0   | 312 | 0   |
| NAr | 32      | —       | 967                    | —  | 965  | 2.0   | 308 | 16  |

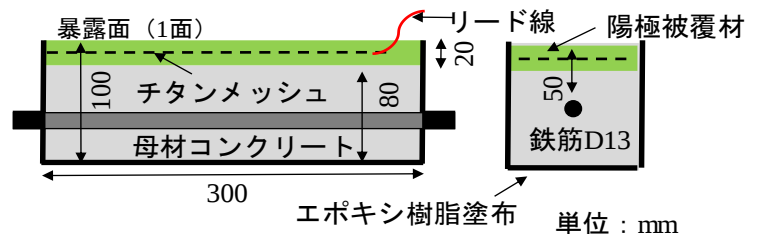
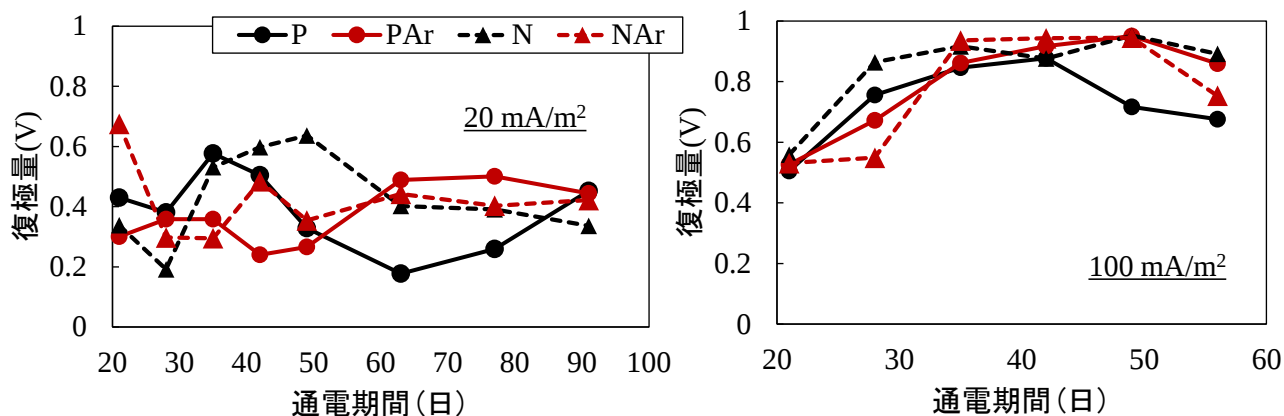


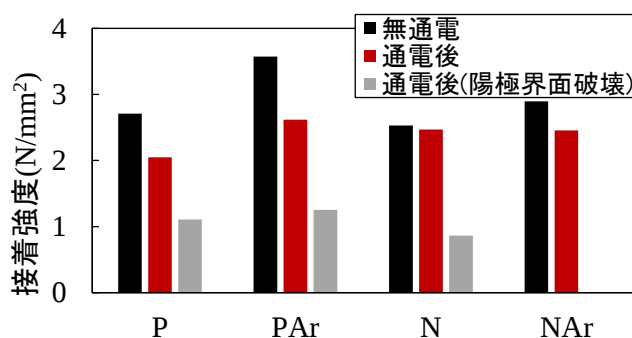
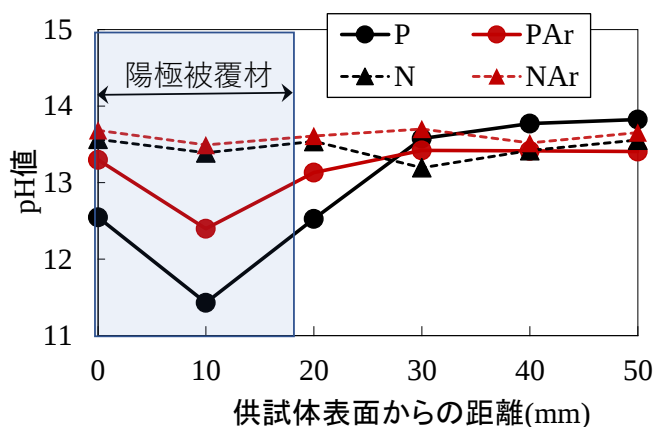
図-1 通電用供試体の概要

図-2 20 mA/m<sup>2</sup>または100 mA/m<sup>2</sup>通電中の復極量経時変化

類による明確な影響は認められない。100 mA/m<sup>2</sup>で通電した供試体は200 mA/m<sup>2</sup>で通電を開始したが、通電30日までの復極量上昇が大きかったため100 mA/m<sup>2</sup>に変更した。その後、復極量が若干減少する傾向が見られ、特に陽極材としてP配合を用いた場合に復極量の減少が大きい。このような復極量の減少は、陽極材周辺の陽極被覆材の劣化によって発生した可能性がある。

#### 4. 100mA/m<sup>2</sup>通電後の陽極被覆材の接着強度

100 mA/m<sup>2</sup>を56日間通電後の接着強度を無通電尾場合と比較して図-3に示す。なお一部の通電後供試体は、陽極被覆材内のチタンメッシュ界面で破壊したため、図中に区別して示した。これによると、通電後の陽極被覆材接着強度は無通電の場合より小さく、通電に伴う接着強度低下はPCMがベースとなった陽極被覆材でより大きい。また、NArを陽極被覆材として用いた場合だけが陽極材近傍での破壊が見られないことから、アルギニン添加によって陽極被覆材の酸劣化が抑制できた可能性がある。

図-3 100mA/m<sup>2</sup>通電後の陽極被覆材接着強度図-4 100 mA/m<sup>2</sup>通電後の供試体内 pH 値分布

#### 5. RC 供試体内の 100mA/m<sup>2</sup> 通電後の pH 分布

100 mA/m<sup>2</sup>を56日間通電後のRC供試体内におけるpH値分布を図-4に示す。これによると、PCMをベースにした陽極被覆材を用いた場合には、通電に伴って陽極被覆材内におけるpH値の低下が見られる。特に陽極材としてチタンメッシュが配置された深さ10mm付近で顕著にpHが低下しており、陽極材付近で発生するアノード反応によって陽極被覆材の酸劣化が進行したものと考えられる。このような傾向は前述した陽極被覆材の接着強度低下傾向と整合している。ただし、アルギニンを添加したPArを用いた場合には、全体的にPよりも高いpH値を示していることから、アルギニンの塩基性が酸劣化抑制に効果的であるものと推定される。一方で、普通モルタルをベースにしたNおよびNArを用いた場合にもチタンメッシュの近傍で若干のpH値低下が認められるが、PCMベースの場合と比べると酸劣化の影響は小さいようだ。PCM配合では添加ポリマーの影響で電気抵抗分布が不均一となり、防食電流が局部的に大きくなったものと推定される。