

通電処理がフライアッシュコンクリートの物性に与える影響

徳島大学 学生会員 ○小村泰一 徳島大学 正会員 上田隆雄
徳島大学 正会員 塚越雅幸 電気化学工業 正会員 七澤 章

1. はじめに

フライアッシュをコンクリートに混和した場合、流動性や水密性の向上などの利点が明らかにされているが、一方で、初期強度発現の遅延や中性化抵抗性能の低下が問題となる場合がある。これに対して、フライアッシュを高アルカリ環境下で活性化(activate)させることで、セメントを用いずにフライアッシュのみで強度が発現することが報告されている。本研究では、上記の報告を踏まえ、Ⅱ種フライアッシュを混和したコンクリートおよびモルタルに、 Na_2CO_3 溶液を電解液とした通電を材齢初期に実施し、フライアッシュを高アルカリ環境下においた場合の初期強度の発現、中性化抵抗性能および諸物性値の変化を確認することで、通電処理がフライアッシュコンクリートの性能向上に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

2.1 供試体の作製

本実験で用いたコンクリートの配合を表 - 1 に示す。なお配合名は、フライアッシュ無混和の場合を N、フライアッシュを混和したものを FA とする。フライアッシュは JIS A 6201 で規定されたⅡ種フライアッシュを単位セメント量に対する質量割合で 30% 混和した。本実験では、 $150 \times 150 \times 200 \text{mm}$ の角柱コンクリートの正方形断面中央に丸鋼 $\phi 9 \text{SR}235$ を 1 本配した鉄筋コンクリート供試体により、通電による初期強度の発現および中性化抵抗性能を検討した。また、 $\phi 50 \times 100 \text{mm}$ の円柱モルタルの円形断面中央部に $\phi 1 \text{mm}$ のステンレス線を 1 本配したモルタル供試体を用いて通電による細孔構造の変化を確認した。これらの供試体は、コンクリートおよびモルタル打設翌日に脱型し、 20°C の恒温室中で 5 日間または 14 日間の封緘養生を行った後に、供試体底面および鉄筋突出部分にエポキシ樹脂を塗布し絶縁処理を行い、通電処理を実施した。

2.2 通電処理

通電を行うコンクリートおよびモルタル供試体は、1 体ずつ電解液として 2mol/l の Na_2CO_3 を満たしたプラスチック容器中に浸漬し、供試体を囲むチタンメッシュを陽極、供試体中の鉄筋またはステンレス線を陰極として、コンクリートおよびモルタル供試体の表面積に対して 0.2A/m^2 または 1.0A/m^2 の電流密度で直流電流を供給した。通電期間は 4 週間とした。

3. フライアッシュコンクリートの細孔構造の緻密化

4 週間の通電中における、陽極と陰極との電位差の経時変化例を図 - 1 に示す。 0.2A/m^2 で通電を行った場合には、4 週間の通電期間を通じて電極間電位差の変化は比較的小さく、コンクリートおよびモルタルの電気抵抗の変化も小さかったものと推定される。これに対して、 1.0A/m^2 で通電を行った場合には、通電期間の途中から電極間電位差が大きく増大している。このような傾向は、FA 配合で特に強く見られ、初期養生期間が 14 日のコンクリートでは通電終了時の電位差が 30V 近くまで達している。この原因として、通電に伴うコンクリートやモルタルの細孔溶液中のアルカリ濃度の上昇が、フライアッシュの反応を活性化させ、セメント硬化体が緻密化したことにより電気抵抗が増加したものと考えられる。

表 - 1 コンクリートの配合

配合	W/B(%)	s/a(%)	Gmax(mm)	Air(%)	単位量(kg/m^3)						
					C	W	S	G	FA II	WRA	AEA
N	55	48	15	5	324	178	823	888	-	0.78	0.02
FA					227	178	809	873	97	0.55	0.02

無通電および初期養生5日後に通電を行ったモルタル供試体について、モルタル中の結合水率の測定結果を図-2に示す。FA配合で通電を行った場合の方がFA配合で無通電の場合に比べて大きい結合水率になっている。また、FA配合における全体的な傾向として、結合水率の大きさは電流密度に依存し、 $1.0\text{A}/\text{m}^2$ の方が $0.2\text{A}/\text{m}^2$ の場合に比べ大きな結合水率になった。このことから、通電によりセメントの水和反応が促進され、水和生成物が無通電の場合に比べ多く生成されたと考えられる。また、フライアッシュのポズラン反応に伴うポズラン反応生成物にも結合水が含まれることから、通電によりフライアッシュのポズラン反応が活性化したものと考えられ、その効果は $1.0\text{A}/\text{m}^2$ の場合の方が大きいことが確認できた。

4. コンクリート中の微小硬度分布およびコンクリートの圧縮強度

無通電および通電を行ったコンクリート供試体の、コンクリートの微小硬度分布測定結果を図-3に示す。N配合無通電およびFA配合無通電の分布から、供試体内部は60HVと同等のビッカース硬さを示している。N配合 $1.0\text{A}/\text{m}^2$ 通電およびFA配合 $1.0\text{A}/\text{m}^2$ 通電の場合の近似曲線から、全体の傾向として、供試体端面から鉄筋付近に向けてビッカース硬さが増大しており、特にFA配合ではその傾きが大きくなっている。このことから、通電により鉄筋付近においてカソード反応等に伴うアルカリ性の向上によりフライアッシュのポズラン反応が活性化し、ビッカース硬さが増大したものと考えられる。無通電および通電を行ったコンクリート供試体の、圧縮強度測定結果を図-4に示す。N配合よりもFA配合の方が小さな圧縮強度を示しており、N配合は通電により若干の強度低下、FA配合は通電により若干の強度増加が認められる。これに対して、中性化している場合には、N配合では中性化前と比較して数%程度のわずかな強度増加が認められたのに対して、FA配合では、通電を行った場合に顕著な強度増加が認められ、特に $1.0\text{A}/\text{m}^2$ の通電では40%近い強度増加を示している。この原因として、通電を行った供試体は促進中性化環境下でもコンクリート内部で高いアルカリ性が保持され、無通電供試体よりも活発なポズラン反応が持続したため中性化の影響を大きく受けずに強度発現に至ったものと考えられる。

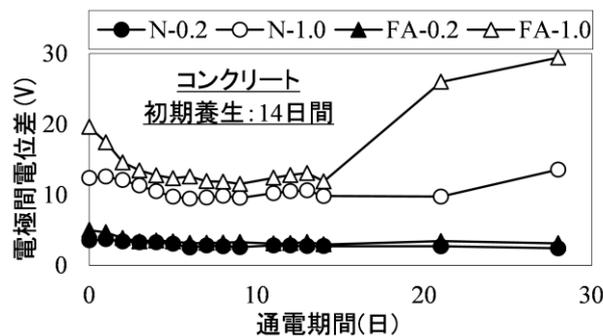


図-1 通電中の電極間電位差の経時変化

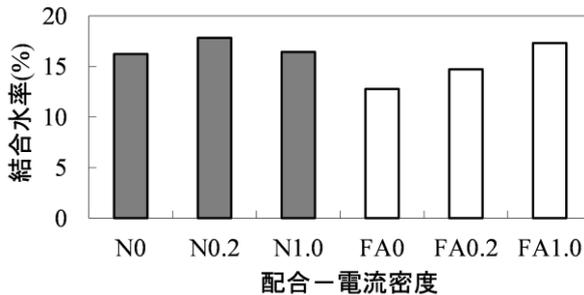


図-2 モルタルの結合水率

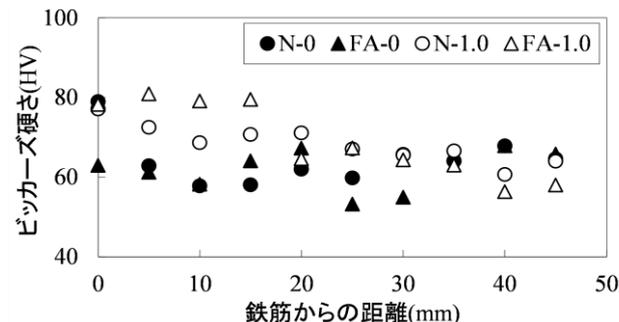


図-3 促進中性化後のコンクリート微小硬度分布

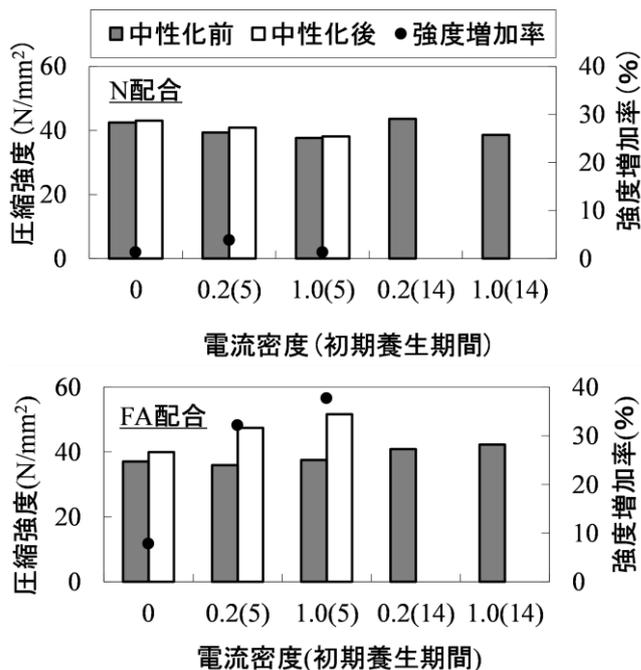


図-4 コンクリートの圧縮強度