

各種混和材を用いたコンクリートの電気泳動（非定常）法における印加電圧の設定について

独立行政法人土木研究所 正会員 ○北山 良
 独立行政法人土木研究所 正会員 河野 広隆
 独立行政法人土木研究所 正会員 渡辺 博志
 独立行政法人土木研究所 正会員 久田 真

1. はじめに

コンクリートの塩分浸透性を電気泳動により短時間で評価する急速塩分浸透性試験の実用化が期待されている。その中で迅速かつ簡易な方法として、 AgNO_3 水溶液を噴霧して得られる塩化物イオン浸透深さから拡散係数を算定する方法「電気泳動（非定常）法」が提案されている¹⁾。試験を迅速化し、かつ発色深さの不均一さの影響を相対的に小さくするためには印加電圧を大きく設定することが望ましいが、一方で過大な電圧の設定は、通電に伴う供試体の変質につながる可能性もある。印加電圧の影響については、すでに文献²⁾で検討はなされているが、早強セメントをベースとしたコンクリート供試体で実験であり、そこで得られた結果の一般性は明らかではない。特に各種混和材を用いた場合、硬化コンクリートの電気抵抗が変化するため同一印加電圧であっても供試体を流れる電流量は異なり、印加電圧の設定が塩化物浸透性に及ぼす影響もことが予想される。そこで各種混和材を用いたコンクリート供試体について印加電圧の設定が試験結果に及ぼす影響について調査を行った。

2. 試験概要

本試験に用いたコンクリートの配合と配合名を表 - 1 に示す。配合条件は 4 種類で、セメントには普通ポルトランドセメントを用いた。水結合材比は、すべての配合で 55% とした。試験材齢は、OPC が 36 ~ 38 日、80P、40P、FA が 39 ~ 41 日である。通電条件は各配合で電極間電圧として 30V の場合、6 および 12hrs とし、60V の場合、3 および 6hrs とした。陰極側を 10% 塩化ナトリウム水溶液、陽極側を 0.3N 水酸化ナトリウム水溶液とした。実験装置の概略を図 - 1 に示す。通電終了後、供試体を割裂し、割裂面に 0.1N 硝酸銀水溶液を噴霧し、塩化物イオン浸透深さを測定した。

3. 試験結果および考察

図 - 2 に印加電圧 × 通電時間（以下積算電圧量と呼び、単位は $\text{V} \cdot \text{hrs}$ ）と AgNO_3 水溶液による塩化物イオン浸透深さの関係を示す。OPC に比べて混和材を用いたコンクリートは、塩分浸透深さが少なくなっている。特に 80P、40P は少なく OPC の半分以下になっている。これは微粉末の添加により細孔組織が緻密化したためと考えられる。積算電圧量が $180\text{V} \cdot \text{hrs}$ の場合では、印加電圧を 30V とした時と 60V とした時を比較して塩化物イオン浸透深さの差はわずかであった。しかし、積算電圧量が $360\text{V} \cdot \text{hrs}$ の場合では 30V と 60V では、塩化物イオン浸透深さは異なっていて 60V の方が大きい。特に OPC は、その差が大きくなっていた。

表 - 1 コンクリートの配合

配合名	使用した混和材	W/B (%)	F/B (%)	単位量 (kg/m^3)		
				W	B	
					C	F
OPC	比較用ポルトランドセメント	55	—	165	300	—
80P	高炉スラグ微粉末ブレンド値8000		50	165	150	150
40P	高炉スラグ微粉末ブレンド値4000		50	165	150	150
FA	フライアッシュ 種		30	165	210	90

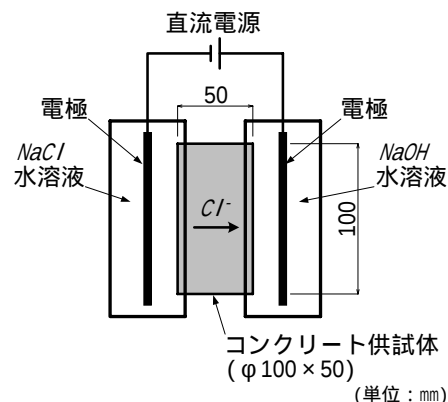


図 - 1 実験装置の概略

キーワード 急速塩分浸透性試験，混和材，通電条件，非定常

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6（独）土木研究所構造物マネジメント技術チーム TEL 029-879-6761

ここで、図 - 3 に通電時間と陰極側溶液温度の関係を示す。印加電圧 30V の場合は、溶液温度の変化が 5 程度で大きな変化がなく溶液温度がほぼ一定であるのに対し、印加電圧 60V の場合は通電時間とともに溶液温度が上昇し、通電開始後 6 時間において OPC では 40、80P、40P、FA では 20 程度上がっている。文献²⁾によれば、通電中に 20 程度以上に溶液温度が上昇するような通電条件を設定した場合では、コンクリート供試体の塩分透過性に影響が出かねないとしている。今回の試験における溶液温度上昇量からすれば、積算電圧量が $360\text{V} \cdot \text{hrs}$ の時に、電圧値設定によって塩化物イオン浸透深さが異なっている原因として、60V の電圧が過大であった可能性がある。この点について供試体を通じた電流量の観点からとらえてみる。図 - 4 に積算電圧量が $360\text{V} \cdot \text{hrs}$ での平均通過電流量と通電終了時の陰極側溶液上昇温度の関係を示す。陰極側溶液上昇温度が小さい印加電圧 30V の場合は、すべての配合で平均通過電流量が 0.10A 以内であったが、印加電圧 60V の場合は、すべての配合で 0.10A 以上で特に温度上昇の大きい OPC の場合は 0.20A 以上の平均通過電流量となっていた。このことから $360\text{V} \cdot \text{hrs}$ の通電条件としては、おおよそ 0.10A 以下の電流値が実現できるような電圧に抑制するのが望ましいと考えられる。

4. まとめ

本研究では混和材を用いたコンクリートに電気泳動（非定常）法を用いて印加電圧を変えた通電条件で塩分浸透性を検討した。その結果を以下に示す。

(1) 高炉スラグやフライアシュの微粉末の添加により細孔組織が緻密になり塩分浸透性を小さくすることが確認できたが、混和材を用いたコンクリートでも供試体に印加する電圧を過大（本実験の場合 60V）に設定すると塩分透過性に影響を及ぼしうることがわかった。

(2) 通電に伴う供試体への悪影響を小さくするには、平均通過電流量を 0.10A 以下に抑えるように印加電圧の設定を行うとよいと考えられる。

(3) 電気泳動（非定常）法では OPC を用いた場合に不具合が生じない範囲で電圧を設定しておけば、同一水結合材比の混和材を用いたコンクリートにおいては過大な電圧とはならないと思われる。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートの塩化物イオン拡散係数試験方法の制定と規準化が望まれる試験方法の動向，コンクリート技術シリーズ No55，pp72-78，2003
- 2) 渡辺 豊，河野広隆，渡辺博志：コンクリートの急速塩分浸透性試験による塩化物イオン拡散係数の算定について，コンクリート工学年次論文集，Vol.24，No.1，pp663-668，2000

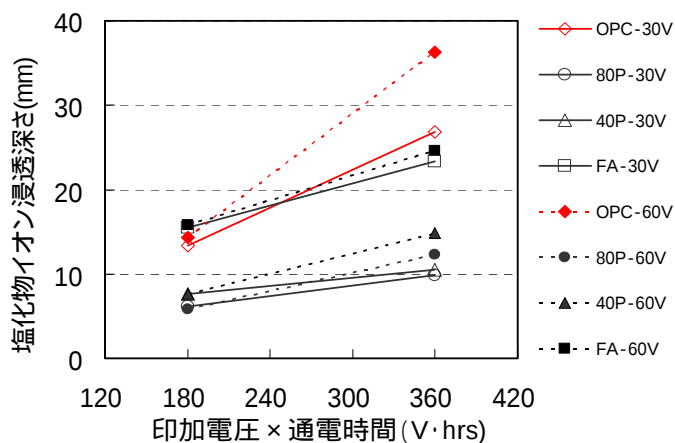


図 - 2 印加電圧 × 通電時間と塩分浸透深さの関係

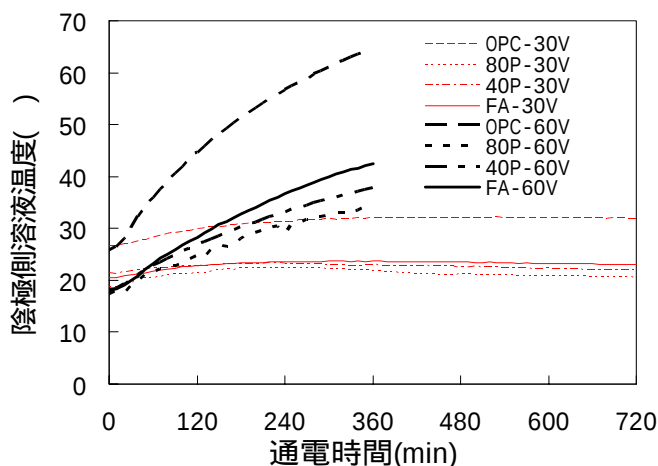


図 - 3 通電時間と陰極側溶液温度の関係

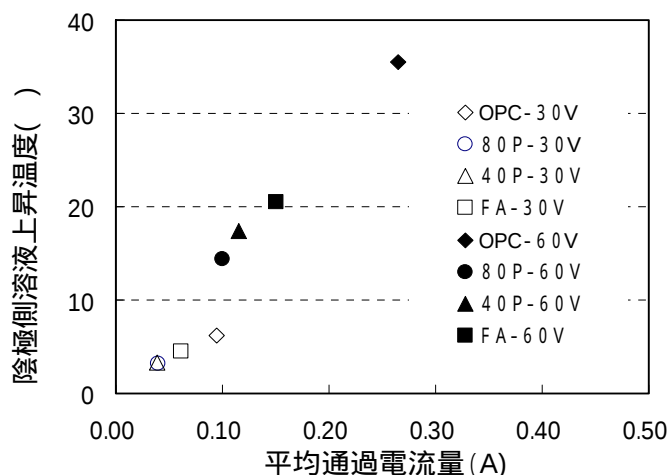


図 - 4 積算電圧量 $360\text{V} \cdot \text{hrs}$ での平均通過電流量と陰極側溶液上昇温度の関係