

V-165

モルタル中におけるイオンの電気泳動に及ぼす材齢および厚さの影響

東京工業大学工学部 学生員 藤倉修一
 東京工業大学工学部 正会員 長滝重義
 東京工業大学工学部 正会員 大即信明
 東京工業大学工学部 正会員 久田 真
 東京工業大学工学部 番場孝二

1. はじめに

近年、 Cl^- 、 Na^+ 、 K^+ 等のイオンが原因で生じるコンクリート構造物の早期劣化が問題となっており、そのためイオンを電氣的に強制移動させ、補修を行う等のリハビリテーション工法が注目を浴びている。このような工法の採用には、コンクリート内部のイオンの移動挙動を把握することは極めて重要であるが、これらに関する研究はまだ少ないのが現状である。そこで、本研究ではモルタル内部におけるイオンの電氣的な移動(通電泳動)に関する諸特性を把握することを目的とし、特にイオンの移動に影響を及ぼす要因と考えられる①材齢、②部材厚さ、を取り上げ、これらがモルタル中のイオンの電気泳動に及ぼす影響についての検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料・配合・実験方法

モルタルは、普通ポルトランドセメント(比重:3.15、ブレン値:3270 cm^2/g)および千葉県小櫃産細骨材(比重:2.61、吸水率:1.78%)を使用し、表-1に示す配合とした。モルタルの練り混ぜは、JIS R 5201に準じて行い、 $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ の型枠に打ち込み、注水24時間後に脱型した後、20℃の室内に表-1示した期間、湿空養生を行った。次に供試体を表-1に示した厚さに切断し、エポキシ樹脂を用いて、供試体と同サイズの穴のあいたゴム板に接着し電解セルに固定した。本研究で用いた電解セルの略図を図-1に示す。ここで陽極、陰極ともにメッシュ状のチタン複合電極を用い、ポテンショスタットにより供試体曝露面($\phi 10\text{cm}$)に対し一定の電流密度($1\text{A}/\text{m}^2$)となるように通電を施した。供試体を通過する Cl^- を塩化物イオン選択電極法にて測定し、供試体中より溶出する K^+ をイオンマトグラフにて測定した。

2.2 Cl^- に関する検討項目

通電開始から陽極側セル中 Cl^- が検出されるまでの時間から移動速度(cm/s)を求めた。また、 Cl^- が陽極側に透過し始めてからの透過量の通電日数に対する変化率を透過速度($\text{mol}/\text{l} \cdot \text{s}$)とした。さらに、移動速度を供試体にかかる厚さ方向の電位勾配(V/cm)で除することにより、移動度($\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$)を算出した。

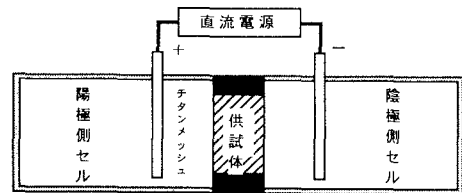
3. 実験結果および考察

3.1 材齢の影響に関する検討

図-2、表-2、図-3にそれぞれ各材齢による透過 Cl^-

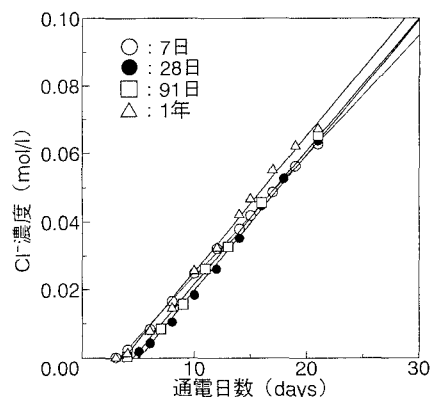
表-1 モルタル供試体の配合一覧

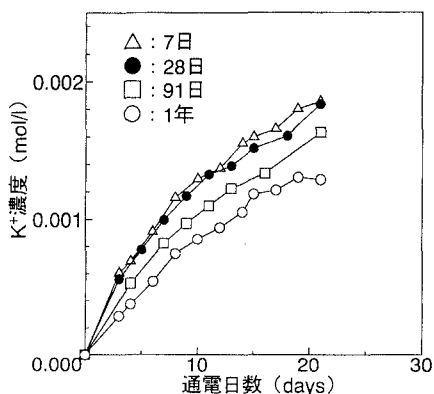
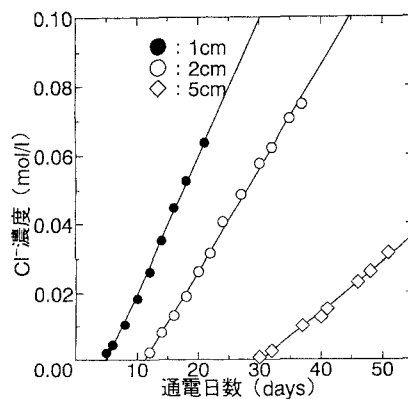
検討内容	厚さ	材齢	W/C	S/C
基準	1cm	28日	0.5	2.5
材齢	1cm	7日	0.5	2.5
		91日		
		1年		
厚さ	2cm	28日	0.5	2.5
	5cm			



【溶液種類】 (＋側) (－側)
 Cl^- 測定時: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 飽和溶液 $\text{NaCl}(5\%)$ 溶液
 K^+ 測定時: 蒸留水 蒸留水

図-1 電解セルの略図

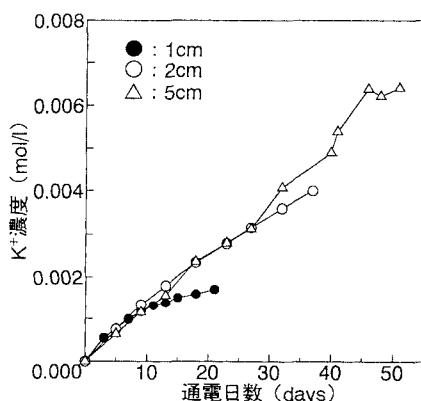
図-2 透過 Cl^- 濃度の経時変化(材齢)

図-3 溶出 K^+ 濃度の経時変化（材齢）図-4 透過 Cl^- 濃度の経時変化（厚さ）

量の経時変化、移動速度・透過速度・電位勾配・移動度、溶出 K^+ 量の経時変化を示す。これらによれば、移動速度、透過速度ともに各材齢間で大きな差はみられず、透過 Cl^- 量の経時変化は材齢による違いはないものと考えられる。材齢の進行にともなって、移動度が徐々に減少しており、これはセメントの水和の進行にともなう硬化体内部の物理的および化学的な変化の影響であると考えられるがこの点に関してはさらに詳細な検討が必要である。また、材齢の増加とともに溶出 K^+ 量は減少しており、材齢1年の K^+ は通電日数20日でほぼ溶出しなくなる傾向が見られた。

3.2 厚さの影響に関する検討

図-4、表-2、図-5にそれぞれ各厚さによる透過 Cl^- 量の経時変化、移動速度・透過速度・電位勾配・移動度、溶出 K^+ 量の経時変化を示す。これらによれば、厚さによらず移動速度はほぼ一定であり、透過速度は厚さの増加とともに減少することがわかる。また、溶出 K^+ 量はどれも初期の段階において溶出量の通電日数に対する変化率はほぼ同じであり、厚さ1cmについては溶出 K^+ 量の増加量は他に比べ小さいといえる。

図-5 溶出 K^+ 濃度の経時変化（厚さ）

4. 結論

本研究を通じて得られた結論を以下に示す。

- (1) Cl^- の移動速度ならびに透過速度は、モルタルの材齢の変化による影響をあまり受けない。しかしながら、モルタル中の通電による Cl^- の移動度の大きさは、材齢の増加とともに減少する傾向が見られた。
- (2) 通電による K^+ の溶出量は材齢が大きいほど多く、これはセメントの水和の進行にともなう硬化体内部の組織変化によるものと考えられる。
- (3) 通電による Cl^- の移動速度の大きさは供試体の厚さによらず一定であり、透過速度の大きさは厚さが大きいほど小さくなる。

表-2 各要因での検討項目計算結果

検討内容	移動速度 (cm/s) ($\times 10^{-6}$)	透過速度 (mol/l·s) ($\times 10^{-8}$)	電位勾配 (V/cm)	移動度 ($cm^2/V \cdot s$) ($\times 10^{-6}$)
材齢 7日	3.60	4.11	0.405	8.07
28日	2.29	4.61	0.339	5.09
91日	2.57	4.54	0.643	3.00
1年	3.15	4.62	0.839	2.48
厚さ 1cm	2.29	4.61	0.339	5.09
2cm	2.05	3.46	0.466	—
5cm	1.91	1.70	1.130	—

【参考文献】久田、大即、長滝、藤田、呉：モルタル中におけるイオンの電気的移動に及ぼす電流密度および混和材の影響、土木学会第49回年次学術講演会講演概要集第5部 P390, 391, 1994