

チタン陽極を用いた電気泳動試験中の供試体間電位差の低下と実効拡散係数の相関に関する考察

宇部興産建材株式会社 正会員 ○片桐 友樹, 非会員 貫田 誠, 非会員 戸田 靖彦

1. はじめに

従来、補修材料の遮塩性は、「浸せきによるコンクリート中の塩化物イオンの見掛けの拡散係数試験方法(案)(JSCE-G572-2018)」,あるいは「電気泳動によるコンクリート中の塩化物イオンの実効拡散係数試験方法(案)(JSCE-G 571-2013)」で評価されてきた。しかしながら、材料の遮塩性が向上すると、供試体中の塩化物イオンの拡散・移行速度が著しく低下するため、評価の迅速化を目的とした電気泳動試験においても、結果を得るまでに数ヶ月の時間を要することも少なくない。

本研究では、陽極にチタンを用いて、水粉体比の異なるポリマーセメントモルタルを「電気泳動によるコンクリート中の塩化物イオンの実効拡散係数試験方法(案)(JSCE-G 571-2013)」で評価し、測定項目のひとつである供試体間電位差との相関から、通電開始初期での供試体の実効拡散係数の推測を試みた。

2. 実験概要

2. 1 試料調製

表-1 に示すアルミナセメント、半水石膏、珪砂、鋳物質超微粉末、有機繊維、再乳化樹脂粉末、高性能減水剤(SP)を所定の割合で乾式混合した後、表-2 の水粉体比で 3 分間混練してモルタルを調製した。高性能減水剤の添加率は、JIS A 1171 に準拠したフロー試験で $170 \pm 15 \text{ mm}$ のフロー値となる添加率とした。調製したモルタルを $\phi 100 \times 200 \text{ mm}$ の円柱型枠に 2 層で充填し、 20°C -65%RH で 24 時間養生後、脱型して 28 日間 20°C 水中養生した。水中養生後、供試体を乾式ダイヤモンドカッターで厚さ 50mm に成形し、円周面をエポキシ樹脂でシーリングの上、電気泳動試験に供した。

2. 2 電気泳動試験

陽極にチタンまたは白金被覆チタンを用い「電気泳動によるコンクリート中の塩化物イオンの実効拡散係数試験方法(案)(JSCE-G 571-2013)」に準拠して行った。

表-1 使用材料

アルミナセメント	ブレン比表面積 $3100 \text{ cm}^2/\text{g}$
半水石膏	ブレン比表面積 $4380 \text{ cm}^2/\text{g}$
珪砂	最大粒径 $<1.7 \text{ mm}$
鋳物質超微粉末	BET 比表面積 $19 \text{ m}^2/\text{g}$
有機繊維	繊維長 5mm
再乳化樹脂粉末	Tg 10°C
高性能減水剤	ポリカルボン酸系減水剤

表-2 モルタルの水粉体比とフレッシュ性状

W/P [%]	SP 添加率 [wt%]	フロー値 [mm]	容重 [kg/L]
12.8	0.04	159	2.25
14.0	0.02	167	2.20
15.0	0.01	179	2.18
16.0	0.00	179	2.16

3. 結果と考察

図-1 にチタン陽極で電気泳動試験時の陽極側の塩化物イオン濃度の経時変化を示す。水粉体比 W/P=16.0% では、通電開始後、約 30 日で陽極側に塩化物イオンが透過し、濃度の増加が認められた。水粉体比が低下すると、W/P=15.0%では 40 日、W/P=14.0%では 60 日、W/P=12.8%で 90 日を経過するまで陽極側の塩化物イオン濃度は増加せず、遮塩性が高くなると、実効拡散係数の導出に必要な塩化物イオンの移動流束が一定となるまでに要する時間が長期化することがわかる。

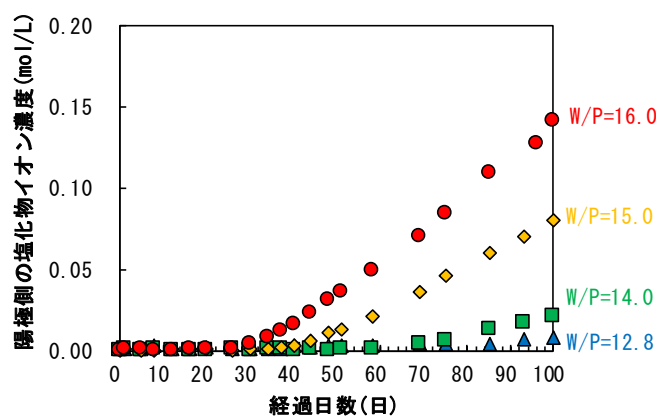


図-1 各水粉体比における陽極側の塩化物イオン濃度の経時変化

キーワード 電気泳動, 実効拡散係数, 供試体間電位差

連絡先 755-0067 山口県宇部市大字小串字沖の山 1-6 宇部興産建材株式会社 TEL 0836-22-6151

図-2 に電気泳動試験で通電時の供試体間電位差の経時変化を示す。チタン陽極で電気泳動試験を行うと、供試体間電位差は低下することが報告されている¹⁾。本研究においても、水粉体比 $W/P=16.0\%$ では、通電開始後 1 日で供試体間電位差は $13.8V$ から $9.7V$ に低下し、8 日後には $8.2V$ まで低下した。水粉体比が小さくなると、8 日後の供試体間電位差は、それぞれ $W/P=15.0\%$ では $8.7V$, $W/P=14.0\%$ では $9.0V$, $W/P=12.8\%$ で $9.9V$ と、通電開始初期の供試体間電位差の低下が抑制された。

図-3 に水粉体比 $W/P=12.8\%$ で陽極にチタンあるいは白金被覆チタンを使用し、電気泳動試験で通電時の供試体間電位差の経時変化を示す。陽極に白金被覆チタンを用いると、供試体間電位差の低下は小さく、約 $13V$ で一定の値を維持した。陽極にチタンを用いた電気泳動試験の供試体間電位差の低下は、酸素発生時に絶縁性の酸化皮膜がチタン表面に形成されたことによる²⁾。

図-4 に通電開始から 1 日経過後までの供試体間電位差の低下率と実効拡散係数の相関を示す。チタン陽極に形成される酸化皮膜の緻密さは、通電した電流量に比例するため、水粉体比が高く、塩化物イオンの透過量が多い供試体ほど、供試体間電位差が低下し、実効拡散係数が大きくなると考えられる。

チタン陽極を用いた電気泳動試験では、通電開始初期の供試体間電位差の低下率を測定することにより、塩化物イオンの移動流束が一定となる前に、実効拡散係数を推測できることが示唆された。

4. まとめ

水粉体比の異なるポリマーセメントモルタルについて、チタン陽極を用いて「電気泳動によるコンクリート中の塩化物イオンの実効拡散係数試験方法(案)(JSCE-G 571-2013)」で評価し、供試体間電位差の低下率と実効拡散係数の正の相関を確認した。従来の電気泳動試験を継続しながら、通電開始初期に実効拡散係数を推測できる可能性を示した。

参考文献

- 1) 村上大介ほか：電気泳動試験中の電極消耗が供試体間電位差の低下に与える影響の把握，第 72 回セメント技術大会要旨，pp.154 - 155, 2018
- 2) 廣地通明ほか：チタンの陽極酸化，実務表面技術，Vol.35, No.6, pp.305 - 311, 1988

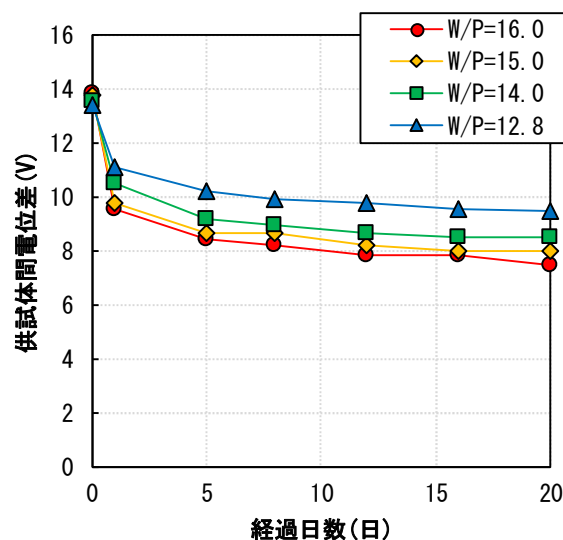


図-2 各水粉体比における供試体間電位差の経時変化

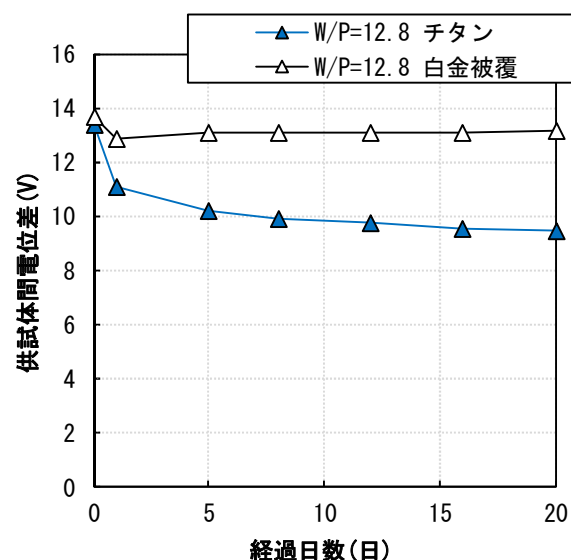


図-3 各電極材料による供試体間電位差の経時変化

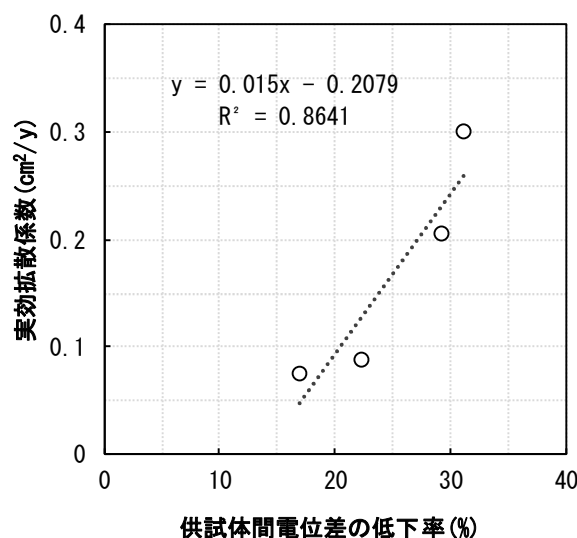


図-4 通電開始から 1 日経過後までの供試体間電位差の低下率と実効拡散係数の相関