

V-310

塩化物イオンの電氣的泳動試験と暴露試験との定性比較

群馬大学工学部 学生会員 村田陽子

群馬大学工学部 正 会 員 杉山隆文

群馬大学工学部 正 会 員 辻 幸和

1. はじめに

コンクリート中の塩分浸透性を短期間で評価する方法として、電気化学的手法を用いた試験方法(以後、電氣的泳動試験と称す)があり、この試験は異なる配合のコンクリートの塩分浸透性を相対比較する上で有効であることは、これまで報告してきた。しかし、実際の長期間における自然暴露による塩分浸透性状との整合性の評価はあまりなされていない。本研究は、フライアッシュを混和したモルタルと混和していないモルタルを作製し、養生日数を変化させて、暴露試験と電氣的泳動試験とを行い、両試験の整合性を定性的に検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

セメントは普通ポルトランドセメント(比重:3.16)を、フライアッシュはJIS規格に準じたもの(比重:2.43, プレーン比表面積:3330cm²/g)を使用した。フライアッシュの化学成分を表-1に示した。細骨材は、渡良瀬川産川砂(比重:2.63, 吸水率:2.26, F.M.:2.80)を使用した。作製したモルタルは、フライアッシュが無混和のものと、置換率(セメントの内割り)が15%および30%の計3種類で、すべて水結合材比を同一の55%とした。各モルタルの配合および諸性状を表-2に示した。

表-1 フライアッシュの化学成分

化学成分 (w.t.%)								
Ig.loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	全炭素量
2.1	54.7	18.66	15.68	0.98	2.77	0.20	1.50	1.85

表-2 各モルタルの配合および諸性状

供試体名	F/(C+F)	単位量 (kg/m ³)				フロー値 (mm)	圧縮強度 (N/mm ²)
		W	C	F	S		
Normal	0	303	551	0	1375	185	41.3 (28日)
FA15	15	325	502	89	1181	220	49.8 (91日)
FA30	30	324	412	177	1178	240	41.8 (91日)

換率(セメントの内割り)が15%および30%の計3種類で、すべて水結合材比を同一の55%とした。各モルタルの配合および諸性状を表-2に示した。

2.2 暴露試験

7日間および28日間の水中養生を行った各円柱供試体(φ:5cm, 高さ:10cm)をブリーディングによる影響を除くために、打込み面から3cmを切断した。そして、塩化物イオンの浸透を一方向とするために、側面と片側の断面にエポキシ樹脂によりコーティングを施し、濃度が3%のNaCl溶液に1年半浸漬した。その後、図-1に示すように浸透面から約1cm毎に切断して、各層の塩化物イオン量をJCI-SC4に準じて測定した。

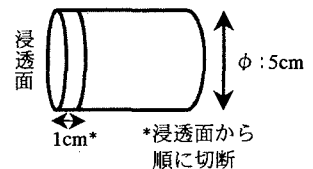


図-1 供試体の切断概略図

2.3 電氣的泳動試験

28日間、91日間(Normalのみ180日間)および365日間の水中養生後の各円柱供試体(φ:10cm, 高さ:20cm)を厚さ5cmに切断し、AASHTOHT-277に準拠してデシケータ内にて真空抜気を行った。その後、塩化物イオンの電氣的泳動試験(図-2に概略図を示す)に供した。測定項目は、主に陰極および陽極の塩化物イオンの経時的な濃度変化であり、陽極側の濃度変化が一定に達した状態を定常状態として、このときのフラックスから塩化物イオン拡散係数を算出した。

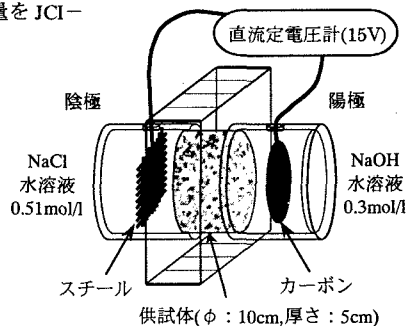


図-2 電氣的泳動試験の概略図

キーワード：暴露試験、電氣的泳動試験、塩化物イオン拡散係数

連絡先：〒376-8515 群馬県桐生市天神町1-5-1 Tel 0277-30-1613 Fax 0277-30-1601

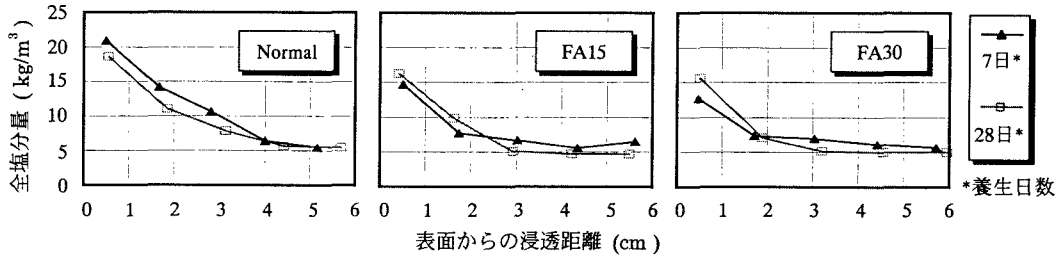


図-3 各モルタル中全塩分量と浸透距離の関係（暴露期間：1年半）

3. 試験結果および考察

3.1 暴露試験結果

図-3に各供試体の浸透距離と全塩分量の関係を示す。表面から約4cmまではNormalに比べてFA15およびFA30は小さい値を示しており、フライアッシュによる塩分浸透の抑制効果が認められる。しかし、4cmより内部ではどの供試体も全塩分量が約5kg/m³と同様な値を示した。これは、細孔組織がまだ成熟していない時期、すなわち暴露初期における急激な塩分浸透によるものと推察される。また、塩分浸透に及ぼす物理的な要因に加えて、固定化や吸着などの電気化学的な要因も関連していると考えられる。

図-4に各モルタル中の全塩分量の総和量（以後、総和全塩分量と称す）を示す。総和全塩分量は、Normalで大きく、次にFA15、そしてFA30の順である。また、各供試体で養生日数が7日間の場合で大きい。しかし、FA15およびFA30では、期待したほど差が小さい。これも暴露時期と供試体の養生日数が関係していると推察されるが、さらに長期的な暴露試験を実施中であり、その結果と併せて考察する。

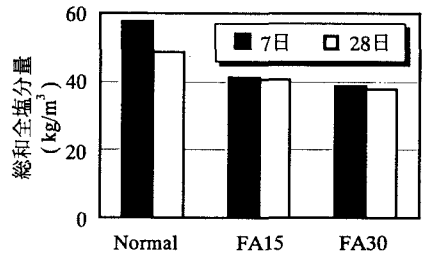


図-4 各モルタル中の総和全塩分量

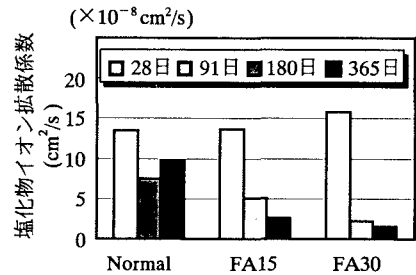


図-5 各モルタルの養生日数別の拡散係数

3.2 電気的泳動試験

図-5に電気的泳動試験より得られた各養生日数における塩化物イオン拡散係数を示す。FA15およびFA30における養生日数の影響は顕著であり、養生28日では、Normal、FA15、FA30の順に塩化物イオン拡散係数が大きくなっているが、養生91日以降では逆に小さくなった。また、FA30で養生日数が28日間から91日間までの拡散係数の低下は大きい。したがって、一般に報告されているように、ポゾラン反応による細孔組織の緻密化によって、フライアッシュの置換率を30%まで増加させた場合で、塩分浸透性が抑制されることを確認できた。

3.3 暴露試験と電気的泳動試験の整合性

フライアッシュの置換率が大きいほど塩分浸透性は抑制されており、定性的な傾向として暴露試験と電気的泳動試験の結果は整合している。ただし、暴露試験では、時々刻々変化するモルタルの細孔組織や固定化性状の中で、時間的に連続して塩化物イオンが拡散するために、その評価は慎重に行う必要がある。特に、暴露期間が1年半である本実験は、養生初期における暴露開始ではこのことが重要である。一方、電気的泳動試験では、材齢の経過に従ってスポット的に塩分浸透性の評価が可能であり、養生日数の影響も明確である。したがって、今後の定量的な評価では、塩分浸透の経時的な変化を考慮に入れて行う必要がある。

4. まとめ

電気的泳動試験から得られた塩化物イオン拡散係数は、暴露試験における全塩分量の浸透性状を把握するうえで有効であるが、定量的な評価では、経時的に変化する細孔組織や固定化の影響を考慮することが重要である。