

高強度領域のコンクリートの塩化物イオン実効拡散係数に関する実験的検討

九州大学大学院 学生会員 ○山時 翔 九州大学大学院 正会員 佐川 康貴
九州大学大学院 正会員 濱田 秀則 大成建設株式会社 正会員 高 鳴笛

1. はじめに

強度の高いコンクリートは物質透過性が低いため、塩害に対する耐久性も向上すると考えられる。高強度領域におけるコンクリートの塩化物イオン拡散係数評価は現状では少ないものの、今後必要になると考えられる。そこで、本研究では主に PC 部材等に使用される 50～100MPa のコンクリートの塩化物イオン実効拡散係数について検討した。また、電気泳動試験において高強度のコンクリートの試験期間は長期にわたることから¹⁾、試験期間の短縮を図るべく、試験体の厚さを従来の 5cm から 3cm に薄くした場合の実効拡散係数について考察した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本実験で作製した供試体(φ10×20cm 円柱)に使用したコンクリートの示方配合を表-1 に示す。セメントは普通ポルトランドセメントを使用した(N)。高炉スラグ微粉末は高炉スラグ微粉末 4000 を使用し、セメントに対し 50%質量置換した(N-S)。添え字 S はスラグ混和の配合であることを示す。細骨材には海砂、粗骨材には砕石 2005 を使用した。なお、高炉スラグ微粉末の質量に対し 3.4%の無水石膏を添加した。養生として脱型直後から 20℃で 28 日水中養生を行った。

2.2 試験方法

材齢 28 日で円柱供試体の中央部から φ10×5cm の円板状の試験体と φ10×3cm の円板状の試験体を切り出し、土木学会規準(案)JSCE-G571 の方法に従い電気泳動試験を行い、実効拡散係数 D_e を求めた。図-1 に電気泳動試験装置を示す。試験体間に印加する電圧の大きさは電位勾配が 3V/cm となるよう、厚さ 5cm に対して 15V、厚さ 3cm に対して 9V とした。なお、試験前の真空吸水処理は、デシケータ内の真空度が 150Pa 以下となる状態で 3 時間蒸留水中に放置した後真空ポンプを停止し、デシケータ内に空気を戻して約 24 時間放置した。

3. 実験結果および考察

3.1 塩化物イオン濃度の経時変化

各供試体の厚さ 5cm (実線) および厚さ 3cm (破線) の陽極側溶液中の塩化物イオン濃度変化を図-2 に示す。最低 5 回の測定で塩化物イオン濃度の増加割合が定常状態であるかを判断できるが、N-25S や N-35S の試験体厚さ 5cm では、塩化物イオンの増加が二次関数的であり、定常と見なせる範囲が特定し難い。一方で、試験体厚さ 3cm の方が試験体厚さ 5cm

表-1 コンクリートの示方配合

	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
			W	C	BFS	S	G
N-65	65	47.5	175	269	-	851	1061
N-55	55	47.5	175	318	-	832	1038
N-45	45	45.5	175	389	-	771	1035
N-35	35	44.5	175	500	-	714	997
N-65S	65	47.6	175	135	135	849	1054
N-55S	55	46.5	175	159	159	810	1051
N-45S	45	45.5	175	194	194	765	1033
N-35S	35	44.5	175	246	246	698	995
N-25S	25	38.5	172	338	338	568	1008

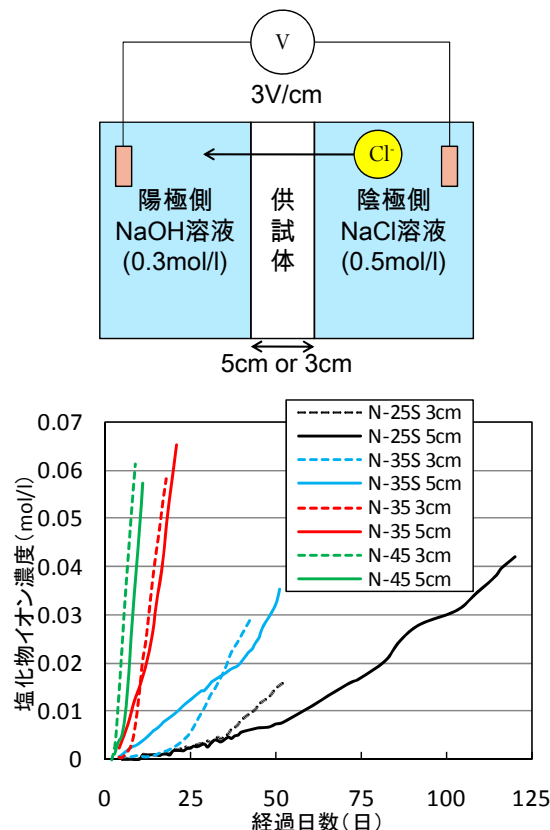


図-2 塩化物イオン濃度の経時変化

キーワード 実効拡散係数 電気泳動試験 高強度コンクリート

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 TEL092-802-3387 FAX092-802-3387

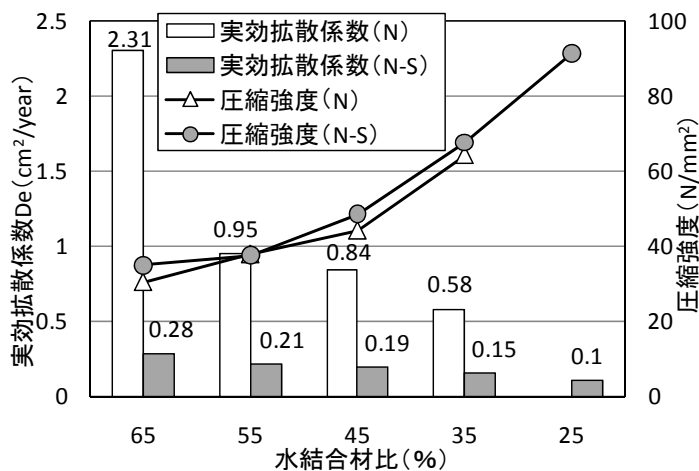


図-3 圧縮強度と実効拡散係数の関係

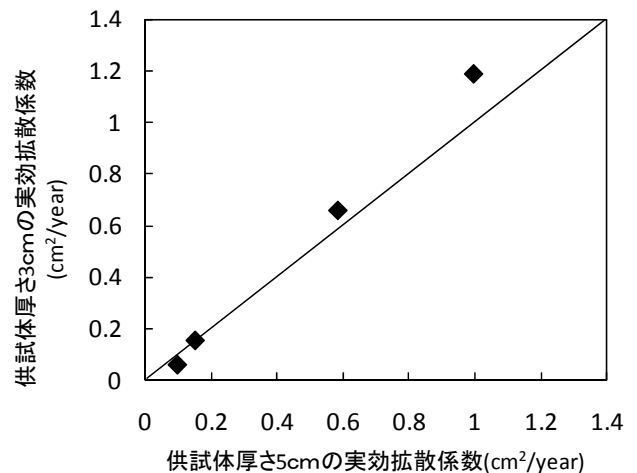


図-4 試験体厚さと実効拡散係数の関係

に比べ定常状態の判定が明確であった。これは、試験前の真空吸水が試験体厚さ5cmでは十分に行われなかったためとも考えられ、今後検討する必要があると思われる。

3.2 圧縮強度と実効拡散係数の関係

図-3 に実効拡散係数 De (cm²/year)と圧縮強度を示す。なお、既往の実験結果²⁾も含めて整理した。また、実効拡散係数は試験終了前の約7日間における陽極側の塩化物イオン濃度の増加割合より算出した。

図より、高炉スラグ微粉末の有無に関わらず、圧縮強度の増加に伴い実効拡散係数 De は低くなる傾向が確認できた。また、高炉スラグ微粉末を混和したコンクリートと無混和の普通ポルトランドセメントコンクリートとでは、各水結合材比における圧縮強度はほぼ等しいが、高炉スラグ微粉末を混和したコンクリートの方が実効拡散係数 De はより低いものとなった。

3.3 試験体厚さが実効拡散係数値および試験期間に及ぼす影響

図-4 に試験体厚さ3cmと5cmの実効拡散係数の比較を示す。図から、実効拡散係数の大きい領域では試験体厚さ3cmの実効拡散係数が試験体厚さ5cmのものより大きな値となったが、実効拡散係数の低い領域では両者はほぼ同等の値となった。図-5 に塩化物イオン濃度変化が定常になるまでに要した試験期間を示す。図より、試験体厚さ3cmの方が短時間で実験が終了する結果となり、その短縮効果は実効拡散係数が低くなるほど大きくなった。これらのことから、高耐久性であると予想される供試体では、試験体の厚さを3cmとすることで試験期間を短縮することが可能であると思われる。

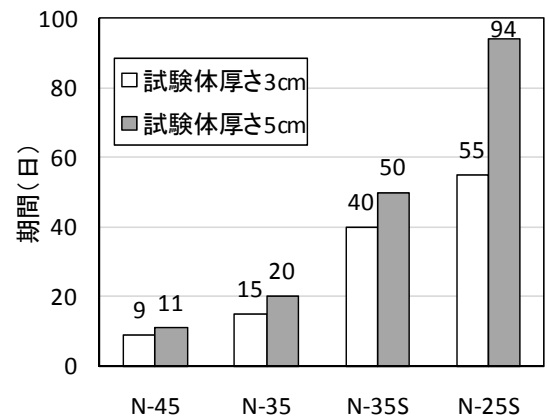


図-5 定常になるまでに要した期間

4. まとめ

- (1)高強度のコンクリートほど実効拡散係数は小さくなった。また、同等の圧縮強度の場合、高炉スラグ微粉末を混和した方が普通ポルトランドセメントコンクリートよりも実効拡散係数は小さくなった。
- (2)実効拡散係数が小さい領域において、供試体厚さ3cmと5cmの場合に求めた実効拡散係数はほぼ同等となったことから、試験期間を短縮できる可能性が示された。

【参考文献】

- 1) 坂本 淳・新藤竹文・丸屋 剛・杉山隆文：高緻密性材料の塩分浸透性評価に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.27，No.1，pp.325-330，2005
- 2) 高 鳴笛・濱田秀則・佐川康貴・平安山良和：高炉スラグ微粉末を混和したコンクリートの塩化物イオン拡散係数に関する実験的考察，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.663-664，2011