

各種無機材料を用いたコンクリートの塩分遮蔽性能の把握



AH15001 秋元 勇人
指導教員 伊代田 岳史

1. 背景および目的

日本は海で囲まれていることや山岳地帯では凍結防止剤が散布されるなどして、塩分が外部から供給されるためコンクリート構造物の塩害が発生している。

コンクリートの塩分遮蔽性能を向上させるため、無機材料である高炉スラグ微粉末(BFS)、フライアッシュ(FA)といった混和材が用いられている。また、近年カルシウムアルミネート系材料である $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{CA}_2)$ を用いることで塩分遮蔽性能が向上することが既往の研究¹⁾で確認されている。 CA_2 をセメント硬化体中に混和することで、塩分を固定化する hidroカルマイトを生成する。これにより、鋼材腐食の原因である塩分浸透を抑制することができる。ここで、既往の研究²⁾より、普通コンクリート(N)に CA_2 を添加することで塩分遮蔽性能がNよりも向上することが確認されている。しかし、塩分遮蔽性能に優れている BFS や FA に CA_2 を添加した際、どの程度性能が向上するのかはあまり検討されていない。特に FA を混和したコンクリートが高い塩分遮蔽性能を有するためには十分な養生が必要である。そこで CA_2 を添加することで、短い養生の際に塩分浸透を抑制できるのではないかと考えた。また、BFS を混和したコンクリートは CA_2 を添加することで、さらに塩分浸透を抑制できるのではないかと考えた。そこで、本研究では、BFS と FA と CA_2 を添加した際のコンクリートの塩分遮蔽性能の検討を目的とした。

2. 試験概要

2.1 計画配合

本研究におけるコンクリートの計画配合を表-1に示す。①N, ②Nに CA_2 を添加(N+ CA_2), ③高炉スラグ微粉末を普通ポルトランドセメント(OPC)に対し50%置換(B50), ④B50に CA_2 を添加(B50+ CA_2), ⑤フライアッシュを OPC に対し30%置換(F30), ⑥F30に CA_2 を添加(F30+ CA_2)の6種を用いて試験を実施した。単位水量(W), 水結合材比(W/B), 細骨材比(s/a)は一定とした。なお, CA_2 の添加量は 20kg/m^3 で結合材に置換した。ま

表-1 コンクリートの計画配合

凡例	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)							
			W	B					S	G
				OPC	BFS	FA	CA_2	Ex		
N	55	48	170	309	-	-	-	-	871	968
N+ CA_2				289	-	-	20	-	870	968
N+ CA_2 +Ex				267	-	-	20	22	870	968
B50				155	155	-	-	-	865	962
B50+ CA_2				145	145	-	20	-	859	959
F30				216	-	93	-	-	851	950
F30+ CA_2				202	-	87	20	-	851	950

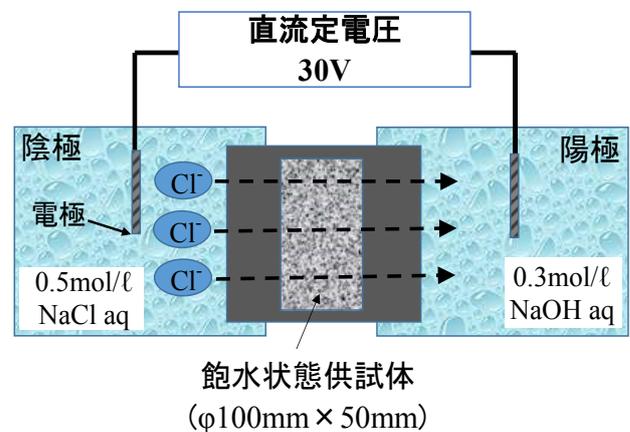


図-1 非定常電気泳動試験の概略図

た、コンクリートの養生条件は水中養生7, 28日の2種とした。

2.2 非定常状態電気泳動試験

図-1に試験の概略図を示す。塩化ビニル管を使用しφ100×50mmの円盤型供試体を作製し、翌日脱型後に水中養生を開始した。養生終了後、真空飽和处理を行った。その後、試験装置の陰極側にNaCl溶液(0.5mol/L), 陽極側にNaOH溶液(0.3mol/L)を注入し、直流定電圧(30V)で通電した。この時、打設面でない面を塩分の浸透面とした。所定の時間で通電を停止し、供試体を取り出し割裂を行った。割裂した断面に AgNO_3 溶液(0.1N)を噴霧し、塩分浸透面から AgNO_3 溶液の変色境界までの距離を均等に7点測定し、その平均を塩分浸透深さとした。また、非定常状態電気泳動試験で得られたデータから土研法を用いて塩化物イオンの浸透速度より拡散係数を算出した。

3. 実験結果および考察

3.1 非定常状態電気泳動試験

図-2, 3 に通電時間ごとの塩分浸透深さを示す。また、図-4 に土研法で算出した養生毎における塩化物イオンの拡散係数を示す。

図-2 より、水中養生 7 日において、N と F30 に CA₂ を添加することで塩分浸透深さが抑制されることが確認できた。一方で、B50 は CA₂ を添加することによる塩分浸透深さの抑制は確認できなかった。また、図-3 より、水中養生 28 日において、N は 7 日と同様の傾向が確認できた。一方で、B50, F30 は CA₂ を添加することによる塩分浸透深さの抑制は確認できなかった。このことから、F30, F30+CA₂ においては、水中養生 7 日時点では CA₂ 添加による塩分固定化の影響を大きく受け、F30+CA₂ は F30 よりも塩分浸透深さを抑制したのではないかと考えた。また、水中養生 28 日時点では水和反応によってコンクリートが緻密化された影響を大きく受け、F30 と F30+CA₂ とではほぼ同程度の塩分浸透挙動を示したのではないかと考えた。また、B50, B50+CA₂ においては、BFS が有するコンクリートの緻密化による塩分遮蔽性能が高く、CA₂ 添加による塩分遮蔽性能の向上が微小であったため、CA₂ 添加による塩分遮蔽性能の向上が確認できなかったのではないかと考えた。また、図-4 より、拡散係数においても N, N+CA₂, F30, F30+CA₂ は養生を施すことで塩分遮蔽性能の向上が確認できた。しかし、B50, B50+CA₂ においては養生による塩分遮蔽性能の向上はほとんど見られなかった。

以上より、この差が生じたのは空隙構造に原因があると考え、空隙径の計測をする必要がある。

4. まとめ

- (1) N は養生期間によらず、CA₂ 添加により塩分遮蔽性能の向上が確認できた。
- (2) B50 は養生期間によらず、CA₂ 添加により塩分遮蔽性能の向上は確認できなかった。
- (3) F30 は水中養生 7 日では、CA₂ 添加による塩分遮蔽性能の向上が確認できた。しかし、水中養生 28 日においては塩分遮蔽性能の向上は確認できなかった。

これらのことから、空隙構造の違いがあると考え、空隙径の計測をする必要がある。また、今後、算出した拡散係数を利用したコンクリートの配合設計について検討をしていく必要がある。

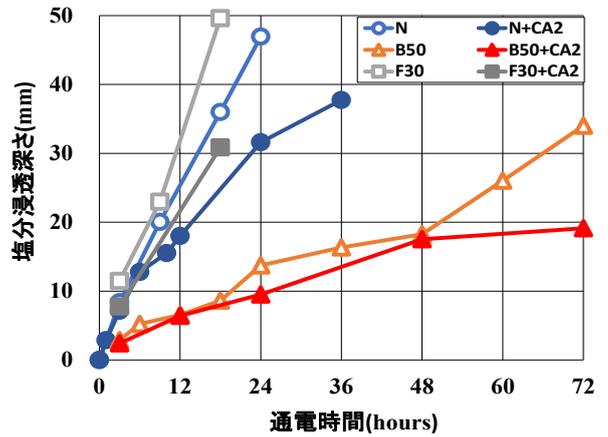


図-2 非定常電気泳動試験(水中養生 7 日)

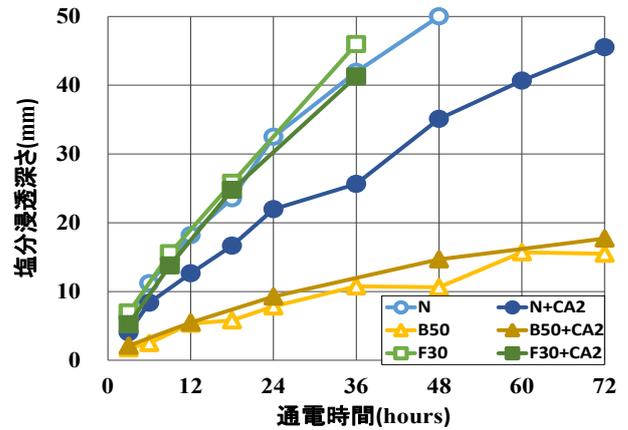


図-3 非定常電気泳動試験(水中養生 28 日)

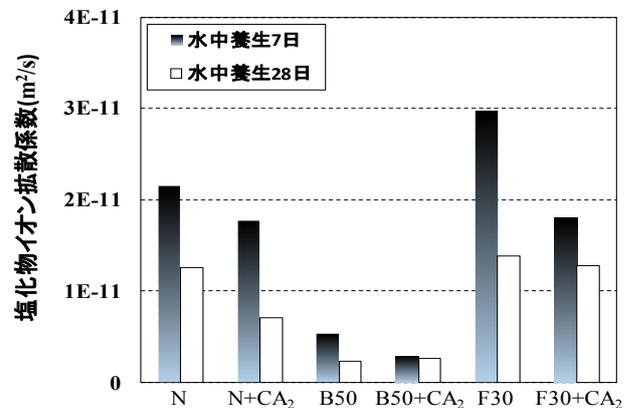


図-4 土研法により算出した拡散係数

[参考文献]

- 1) 田原和人, 山本賢司, 芦田公伸, 盛岡実: CaO・2Al₂O₃ を混和したセメント硬化体の塩化物イオン固定化能力, セメント・コンクリート論文集, No.64, pp.428-434
- 2) 伊藤慎也, 浴陸真, 伊代田岳史: 塩素固定化材と膨張材を併用したコンクリートの耐塩性評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, No.1, pp.729-734