

凍結融解環境下における塩分浸透性に及ぼす乾湿繰り返しの影響

八戸工業大学 学生会員 ○滝田 大陽

八戸工業大学 正 会 員 迫井 裕樹

八戸工業大学 正 会 員 阿波 稔

八戸工業大学 月永 洋一

1. はじめに

積雪寒冷地域のコンクリート構造物は、凍害と塩害の複合劣化を受ける厳しい環境条件下にあり、コンクリートの早期劣化が問題となっている。寒冷地域のコンクリートの維持管理において、これら複合的な影響を含めた耐久性予測を検討することが重要となる。著者らはこれまでも、凍結融解環境におけるコンクリートの塩化物イオン浸透性について検討を行っているが¹⁾、実環境においてはさらに乾湿の影響も考慮することが必要と考えられる。そこで本研究では、凍結融解作用と乾湿繰り返しがコンクリート中への塩化物イオン浸透性に及ぼす影響を把握することを目的として、実験的検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料・配合・供試体

表-1 に配合を示す。セメントは普通ポルドランドセメントを、細骨材は石灰岩砕砂と天然砂の混合砂を、粗骨材は石灰岩砕石（2005）を用いた。また混和剤として、AE 剤および減水剤を用いた。本研究では、水セメント比：55%，単位水量 163kg/m³，細骨材率：41.0%とし、目標スランブ 8.0±1 cm，目標空気量 5.0±1%のコンクリートを用いた。

供試体は 100×100×400mm の角柱供試体として、打設 24 時間後に脱型を行い、100×100×100mm に切断・整形した後、材齢 28 日まで水中養生を行った。所定の養生期間中に、試験面（打設底面）を除く 5 面をシールした後、後記する試験を実施した。

2.2 塩化物イオン浸透試験

図-1 に本研究での実験フロー（暴露環境）を示す。試験環境条件は、①+20℃から-20℃の温度範囲で 12 時間 1 サイクルとする凍結融解を 4 日間（8 サイクル）行った後、3 日間乾燥させる条件、②20℃の環境で 4 日

表-1 配合

W/C [%]	s/a [%]	単位量 [kg/m ³]				AE剤 [A] ※	AE減水剤 [C×%]
		W	C	S	G		
55	41.0	163	296	752	1098	3.3	0.2

※1A=0.001%

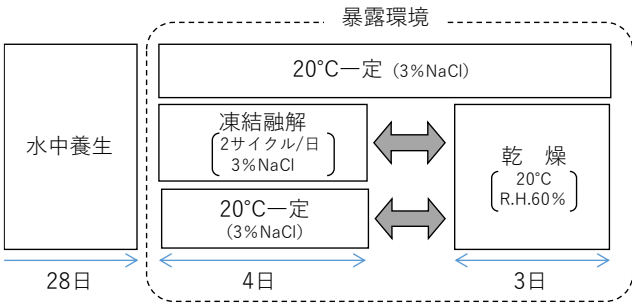


図-1 実験フロー

間塩分浸透を行った後、3 日間乾燥させる条件、さらに比較検討のため、③20℃一定の環境で塩分浸透を行う条件の 3 条件で試験を実施した。

2.3 実験項目

本研究では前述の条件化で 6 ヶ月間暴露を行い、1 ヶ月ごとに全塩化物イオン濃度測定を行った。全塩化物イオン濃度の測定は、乾式コンクリートカッターを用いて、試験面から深さ 50mm 位置まで 10mm 間隔でサンプルを採取し、硝酸銀滴定法により測定を行った。

また、凍結融解環境下においては暴露期間終了までスケーリング量の測定を行った。

3. 実験結果および考察

図-2 には全塩化物イオン濃度分布の一例として暴露期間 6 ヶ月における結果を示す。これより、乾湿繰り返しまたは、凍結融解と乾湿繰り返しの複合、いずれの条件においても、表面からの深さに伴い全塩化物イオン濃度が減少することが確認された。これは、暴露期間の違いに関わらず同様の傾向であった。なお、

キーワード：コンクリート，複合劣化，塩化物イオン浸透性，凍結融解，乾湿繰り返し

連絡先：〒031-8501 青森県八戸市大字妙字大開 88-1

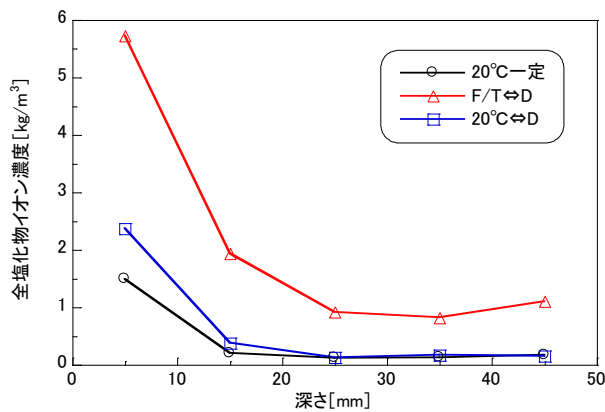


図-2 全塩化物イオン濃度分布
(暴露期間：6ヶ月)

本研究の範囲内では、暴露条件の違いによる全塩化物イオン濃度の差は表面部で顕著であり、25mm 以深における濃度差は、条件の違いによらず、同程度となることが確認された。

図-3 に、各条件における 5mm 位置での全塩化物イオン濃度の経時変化を示す。図-3 より、5mm 位置における全塩化物イオン濃度は、20°C 一定 < 乾湿繰り返し < 凍結融解と乾湿繰り返しとなることが確認された。また、乾湿繰り返しの条件における表面部の全塩化物イオン濃度は、20°C 一定条件に比べて約 1.4 倍の濃度を示すことが確認された。これは既往研究等でも示されているように、乾湿繰り返しの伴う水分の移動による影響であると考えられる。さらに、凍結融解と乾湿繰り返しの条件における全塩化物イオン濃度は、20°C 一定の環境に比べて約 3～5 倍程度の値を示すことが確認された。これは、乾湿繰り返しの伴う水分移動の影響のほか、凍結融解に伴う外部からの水分の移動、硬化体内部における未凍結水の移動および凍結融解に伴うスケーリングの発生による影響であると考えられる。

凍結融解作用を受ける条件における試験面から 5mm 位置での全塩化物イオン濃度とスケーリング量の関係を図-4 に示す。図-4 より、スケーリング量 20～25g/m² 程度までは、スケーリング量の増加に伴い、全塩化物イオン濃度の増加が著しいものの、その後、スケーリングの増加に伴う全塩化物イオン濃度の増加は確認されず、5～7kg/m³ 程度のほぼ一定となることが確認された。ここで示すスケーリングは軽微なものであることから、本研究の範囲内では、スケーリングが塩化物イオン浸透に及ぼす影響は少なく、乾湿繰り返しあるいは凍結融解に伴う硬化体内外での水分移動が塩

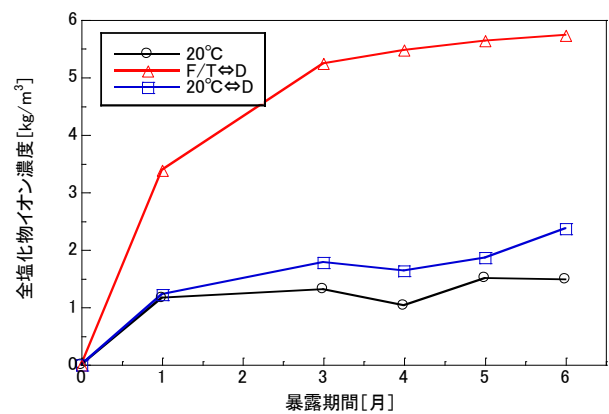


図-3 5mm 位置における塩化物イオン濃度の経時変化

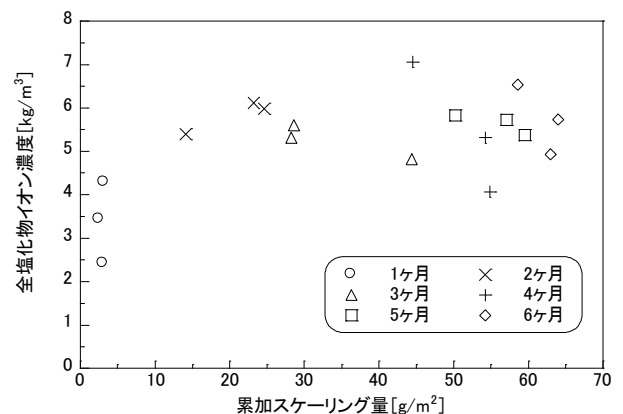


図-4 5mm 位置における塩化物イオン濃度とスケーリング量の関係

化物イオン浸透に対して大きく影響を及ぼすものと考えられる。また、スケーリングがより進行すると、乾湿繰り返しあるいは凍結融解に伴う水分移動がより容易になることが想定され、塩化物イオン浸透がより促進されるものと考えられる。

4. まとめ

本研究の範囲内で得られた結果を以下にまとめる。

- 1) 暴露条件の違いによる全塩化物イオン濃度の差は、表面部で顕著であり、25mm 以深における濃度差は同程度となる。
- 2) 乾湿繰り返しおよび、凍結融解と乾湿繰り返しの複合環境における全塩化物イオン濃度はそれぞれ、20°C 一定条件における全塩化物イオン濃度の約 1.4 倍程度、約 3～5 倍程度の高い値を示す。
- 3) スケーリングが塩化物イオン浸透に及ぼす影響は少なく、乾湿繰り返しあるいは凍結融解に伴う硬化体内外での水分移動が塩化物イオン浸透に対して大きく影響を及ぼすものと考えられる。