

コンクリートの塩化物イオン移動性に及ぼす凍結融解作用の影響

八戸工業大学大学院○学生会員 太田 晃博
 八戸工業大学大学院 学生会員 佐藤 宇泰
 八戸工業大学大学院 学生会員 渡邊 浩平
 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

1. 背景及び目的

積雪寒冷地域では、冬季路面の安全性確保のため凍結防止剤が路面に大量散布され、凍結防止剤中の塩化物イオンは路面水に溶け、コンクリート構造物表面から塩化物イオンが浸透する。これによりコンクリート構造物は厳しい気象条件下で凍害と塩害の複合劣化を受け、そしてそれに起因した鉄筋腐食などが生じる可能性が高まり、コンクリート構造物の耐久性及び強度が著しく低下することが顕在化している。

コンクリートに及ぼす塩化物イオンの影響に関する検討はこれまでも行われていが、凍結融解作用が塩化物イオンの浸透に及ぼす影響について検討が少ないのが原状である。一方、コンクリートの耐久性向上の観点から表面保護材料が注目され、物質移動に対する効果が報告されているが同様に凍結融解環境下での塩化物イオンの浸透に関する研究は少ない。

そこで本研究では、凍結融解作用が塩化物イオンの浸透に及ぼす影響を明らかとすることを主目的とし、材齢、水セメント比、表面含浸材の有無の異なるコンクリートの塩化物イオンの浸透に及ぼす凍結融解の影響を検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本実験に用いたセメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm³）、細骨材として石灰岩砕砂(密度 2.67g/cm³)と天然砂(密度 2.60g/cm³)、粗骨材として石灰岩砕石(密度 2.68g/cm³)を使用した。練り混ぜ水は一般の水道水を使用し、混和剤はアニオン系界面活性剤を主成分とする AE 剤を使用した。また、表面含浸材として、ケイ酸塩系の含浸材を用いた。

2.2 配合

表 1 に基準となるコンクリートの配合表を示す。配合は、水セメント比を 45%、55%、65%、空気量 5±1.0%、スランプ 8±1cm とした。

表 1 示方配合表

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				AE 剤 (A)	AE 減水剤 (C×%)
		W	C	S	G		
45	41.5	158	351	743	1068	2.5	0.2
55	43.5	158	287	802	1062	2	0.2
65	45.5	158	243	855	1045	1.5	0.2

2.3 実験方法と養生

養生は、全て水中 28 日とし、W/C=55%のみ 7,14 日も行った。表-1 に示す配合にて、100×100×400mm の角柱を作製し所定の養生期間終了後 100×100×100mm に切断し、試験用供試体とした。整形後、試験面以外をシリコンによりシールし、各温度条件下での塩化物イオン浸透を実施した。表面含浸材と塗布するものについては、塗布後シールを行った。暴露温度条件は 20℃一定及び 20～-20℃(1 サイクル/日)とした。所定の期間各温度環境に暴露した後、試験面から厚さ 10mm ごとの全塩化物イオン濃度を測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 塩化物イオン濃度分布

図-1 は水セメント比 55%、初期材齢 7 日の無塗布について示している。図中の縦軸は全塩化物イオン濃度を横軸は浸せき面からの深さを示している。同一の深さで比較するとサイクル数の増加に伴い全塩化物イオン濃度も増加する傾向にあることが確認できる。温度一定条件下で浸透させた供試体よりも凍結融解作用を受けた供試体のほうが塩化物イオン濃度は高い値

キーワード：コンクリート、耐久性、表面含浸材、塩分浸透

連絡先：青森県八戸市大字妙字大開 88-1 八戸工業大学 環境建設工学科 TEL0178-25-8076

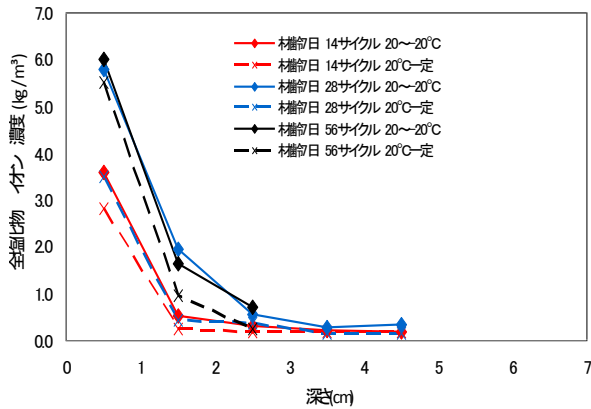


図 - 1 全塩化物イオン濃度

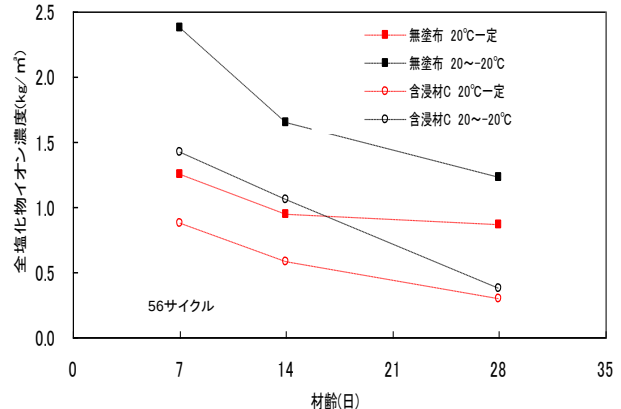


図 - 2 材齢の影響

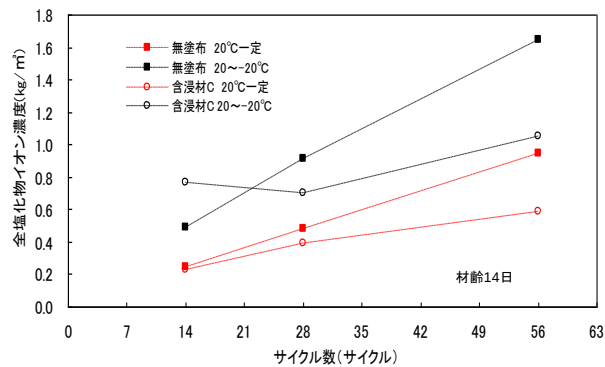


図 - 3 サイクル数の影響

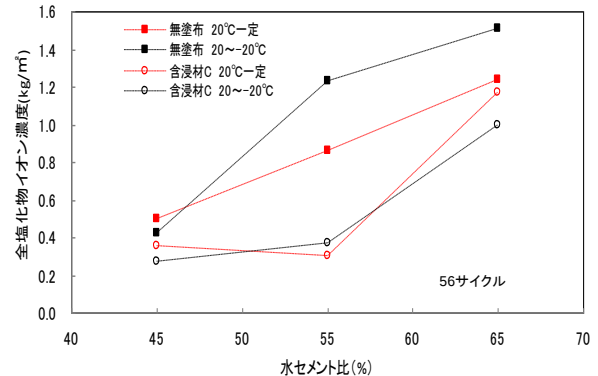


図 - 4 水セメント比の影響

を示した。これは水セメント比、材齢、含浸材の有無の違いによらず、同様の結果が確認された。

3.2 材齢の影響

図-2はW/C=55%における、深さ1.5cmの暴露日数56サイクル終了時の全塩化物イオン濃度と材齢の関係を示している。温度条件の違いによらず、材齢の進行に伴い、全塩化物イオン濃度が低い値を示すことが確認される。これは、材齢の進行に伴う水和程度の違いによるものと考えられる。

3.3 サイクル数の影響

図-3はW/C=55%、材齢14日の供試体における深さ1.5cmの全塩化物イオン濃度と暴露日数の関係を示している。凍結融解作用下の無塗布の供試体は他と比較して、暴露日数の増加に伴う全塩化物イオンの増加割合が大きいことが確認できた。凍結融解環境下での56サイクル終了時の全塩化物イオン濃度は、温度一定条件下におけるそれと比較して、2倍程度高くなることが把握された。

3.4 水セメント比の影響

図-4は深さ1.5cmにおける。全塩化物イオン濃度と水セメント比の関係を示す。既往の研究の通り水セメ

ント比が高い供試体は凍結融解作用の下でも全塩化物イオンの値が高い数値を示すことが確認された。表面含浸材を使用した供試体はW/C=45,55,65%すべてにおいて多少のばらつきはあるものの温度条件の違いによる大きな差異はみられない。表面含浸材使用を使用した供試体に着目すると、56サイクル終了時でW/C=65%はW/C=45,55%と比較すると3~4倍程度高い塩化物イオン濃度を示した。W/C=65%は49サイクル付近からスケリングが確認されており、表面含浸材で緻密化した部分が剥落したことが全塩化物イオン濃度が高まった一因であると推測される。

4. まとめ

凍結融解を受けるコンクリート中の全塩化物イオン濃度は、材齢が若いコンクリートほど高い値を示すことが確認された。水和反応が進んでいないコンクリートでは、自由水量が増加するとそれに伴い凍結水量が急激に増加したことによるものと考えられる。