

凍結融解作用がコンクリートの塩化物イオン浸透に及ぼす影響

八戸工業大学大学院 学生会員 ○福田 有淑
 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 正会員 庄谷 征美

1. はじめに

積雪寒冷地域では凍結融解作用とともに、凍結防止剤に起因する塩化物イオンの浸透による鉄筋腐食が顕在化し大きな問題となっている¹⁾。塩化物イオンがコンクリートの凍結融解抵抗性に及ぼす影響に関する検討はこれまでも行われているが、凍結融解環境下における塩化物イオンの浸透や拡散メカニズムについては未だ不明な点が多い。そこで本研究では、凍結融解作用が塩化物イオン浸透性に及ぼす影響を明らかにすることを目的に、各温度条件下におけるコンクリート中への塩化物イオン浸透性について検討を行った。

2. 実験概要

本研究では使用材料として、普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm^3)、細骨材として石灰岩砕砂(密度 2.69g/cm^3 ,F.M.5.93,吸水率0.53%),粗骨材として石灰岩砕石(密度 2.70g/cm^3 ,F.M.7.06,吸水率0.33%)を使用した。

配合は単位水量 161kg/m^3 の一定とし、水セメント比を45%、55%、65%の3ケースとした。コンクリートの配合を表-1に示す。目標空気量は $5\pm 1\%$ 、目標スランプは $8\pm 1\text{cm}$ とした。表-1に示す配合にて供試体を作成し、打設後24時間で脱型を行い、28日間水中養生を行った。試験面は打設底面とし、NaCl3%水溶液を試験水として浸透試験を開始した。

本研究では温度条件としてASTM C 672に準拠した24時間で 20°C から -20°C までの凍結融解サイクルを自動制御により実施するケース、温度 20°C 一定としたケースの2種類とした。

試験開始30サイクル毎にスケーリング量を測定し、その後コンクリート供試体の試験面から1.0cm間隔で6cmまで切断し、全塩化物イオン濃度の測定を行った。さらに、試験面からの深さ1cm程度におけるモルタル部の細孔容積を水銀圧入式ポロシメーターにより測定した。

3. 実験結果

3.1 全塩化物イオン濃度

試験面からの深さ1~2cmにおける全塩化物イオン濃度を図-1に示す。図中の縦軸は全塩化物イオン濃度を横軸はサイクル数を示している。図-1より、いずれの温度条件においても同一サイクル数における試験面から深さ1~2cmでの全塩化物イオン濃度は、多少のばらつきはあるものの、水セメント比が高いものほど、高い値を示す傾向にあることが把握された。

温度条件の違いに着目すると、いずれの水セメント比においても多少のばらつきはあるものの、温度 20°C 一定条件よりも 20°C から -20°C までの凍結融解サイクル実施したケースの方が全塩化物イオン濃度は高い

表-1 コンクリートの示方配合

Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)				AE
			W	C	S	G	
20	45	35	161	358	631	1184	$C \times 0.075\%$
	55	38		293	706	1164	$C \times 0.065\%$
	65	41		248	778	1131	$C \times 0.040\%$

キーワード：複合劣化，塩分浸透，凍結融解

連絡先：青森県八戸市妙字大開 88-1 Tel & Fax :0178-25-8076

値を示す傾向にあることが明らかとなった。

3. 2 スケーリング量試験結果

スケーリング量の経時変化を図-2に示す。図中の縦軸はスケーリング量を、横軸はサイクル数を示している。図より30～60サイクル付近からスケーリングの発生が認められる。ただし、いずれも180サイクル終了時において0.03～0.12kg/m³程度であり、顕著な劣化ではないと考えられる。

3. 3 全塩化物イオン濃度と細孔容積の関係

試験面から深さ1～2cmにおける全塩化物イオン濃度と水銀圧入式ポロシメーターによる細孔容積の関係を図-3に示す。図中には凍結融解60, 120, 180サイクル時における全塩化物イオン濃度と細孔量を示している。図より同一の水セメント比の細孔量は温度条件、サイクル数の違いによらず、ほぼ同等であることが認められた。

水セメント比が同じ場合、温度条件、サイクル数によらず、ほぼ同等の細孔量を示しており、温度条件が細孔構造に及ぼす影響は少ないものと判断される。

ここで、図-1にも示す通り同一サイクル数における全塩化物イオン濃度は凍結融解を受ける条件下の方が高い値を示していることから、本研究で示される、全塩化物イオン濃度の変化は、凍結融解に伴う劣化(スケーリング、細孔構造の変化)に起因するものではなく、凍結融解作用に伴うコンクリート中の未凍結水の移動によるものと推察される。

5. まとめ

本研究は、凍結融解作用が塩化物イオン浸透性に及ぼす影響を明らかにすること目的に基礎的な検討を行ったものである。本研究の範囲内で以下のことが言える。

- (1) 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、温度一定条件の場合と同様に、水セメント比が高いものほど、高い値を示す傾向にあることが把握された。
- (2) 同一サイクル数における全塩化物イオン濃度は、温度一定条件よりも凍結融解サイクルを実施したケースの方が高い値を示す傾向にあることが把握された。
- (3) 水セメント比が同じ場合温度条件サイクル数によ

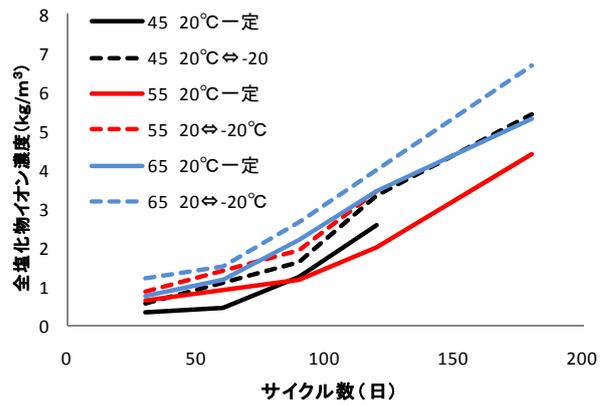


図-1 塩化物イオン濃度

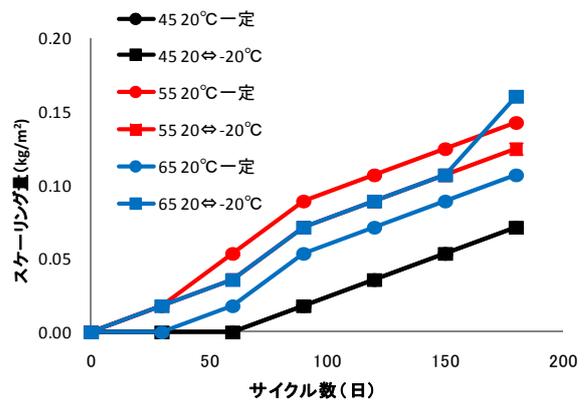


図-2 スケーリング量

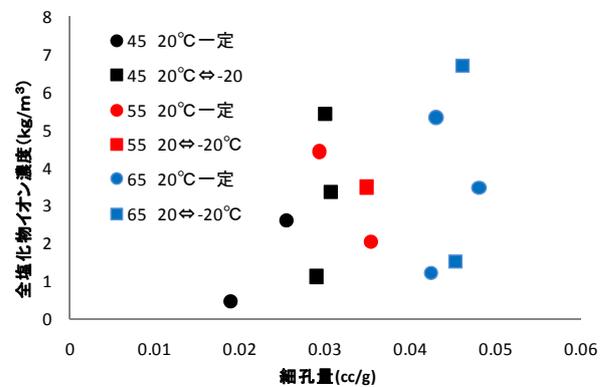


図-3 細孔容積測定試験

らず、ほぼ同等の細孔量を示しており、温度条件が細孔構造に及ぼす影響は少ないものと判断される。

- (3) 以上のことから、凍結融解を受けるコンクリートの全塩化物イオン濃度の変化は、凍結融解作用に伴う未凍結水の移動によるものと推察される。

参考文献

- 1) 庄谷征美,月永洋一：東北地方のコンクリート構造物の凍害について,コンクリート工学, Vol. 42, No. 12, pp.3-8, 2004.