

凍結融解作用がコンクリートの塩分浸透性に与える影響に関する研究

東京理科大学 学生会員 ○天童 涼太
 東京理科大学大学院 学生会員 染谷 望
 東京理科大学 正会員 三田 勝也
 東京理科大学 正会員 加藤 佳孝

1. はじめに

寒冷地域のコンクリート構造物は、凍結防止剤として、塩化ナトリウムや塩化カルシウムが散布されることで、凍害と塩害の複合劣化が生じる。本研究では、凍結融解作用や凍結防止剤の種類が、塩分浸透性に与える影響を実験的に検討した。

2. 試験概要

2.1 使用材料および試験体概要

コンクリートの示方配合を表-1、実験の水準を表-2、試験体寸法を図-1に示す。試験面は型枠面とし、試験面以外をエポキシ樹脂でシールした。

2.2 試験方法

凍結融解作用の有無による、塩分浸透性およびコンクリート内部の細孔構造の変化を比較するため、一面凍結融解試験と塩水浸漬試験を行った。また、凍結防止剤の種類による、コンクリートの劣化性状の違いについて検討を行った。硝酸銀噴霧試験により塩分浸透深さ、試験面から 1cm の位置よりサンプルを採取し、水銀圧入式ポロシメーターを用いて細孔径分布の測定を行った。

(1) 一面凍結融解試験

ASTM C 672 に準拠し、-20℃で 16 時間、20℃で 8 時間の 1 日 1 サイクルの凍結融解作用を 100 サイクル行った。5 サイクル毎にスケーリング量の測定を行い、50、100 サイクルで塩分浸透深さ、細孔径分布を測定した。

(2) 塩水浸漬試験

試験体を濃度 3% の塩化ナトリウム水溶液、塩化カルシウム水溶液に浸漬した。一面凍結融解試験の融解時間 8 時間の間に塩分が浸透するとし、8 時間浸漬を 1 サイクルとし、100 サイクルまで浸漬を行った。20、50、75、100 サイクルで塩分浸透深さ、50、100 サイクルで細孔径分布を測定した。

表-1 示方配合

	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						
			W	C	BS	石膏	S	G	Ad
OPC	60	45	175	292	—	—	804	1025	1.75
BB	60	45	175	160	126	6	799	1018	2.34

表-2 試験体種類

セメント種類	OPC	BB
凍結防止剤	NaCl	CaCl ₂
試験方法	凍結融解試験	塩水浸漬試験

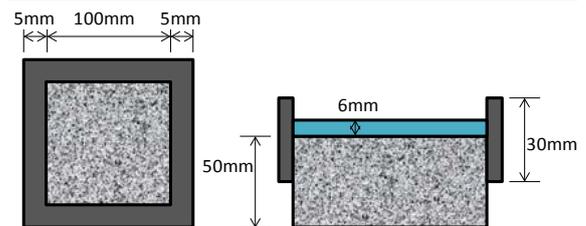


図-1 試験体概要

3. 実験結果および考察

3.1 スケーリング量について

図-2 に一面凍結融解試験によって生じた、スケーリング量の結果を示す。セメント種類による劣化の違いを見ると、OPC よりも BB の方がスケーリング量は大きくなった。BB は初期強度が低いため、養生の影響を受けやすく、本研究の養生（14 日間封緘養生、14 日間気中放置）では、強度発現が小さかったためと考えられる。凍結防止剤の種類によるスケーリング量の違いは、塩化ナトリウムを用いて凍結融解試験を行なった場合、スケーリング量は大きくなった。

3.2 塩分浸透深さについて

図-3、4 に塩分浸透深さについて示す。OPC、BB とともに、凍結融解作用により塩分浸透深さが大きくなった。凍結融解作用を受けることにより、コンクリート表層にスケーリングや微細なひび割れが発生し、塩分が浸

透しやすくなったためと考えられる。セメントの種類による影響は、OPC よりも BB の塩分浸透深さが小さくなった。これは、BB の遮塩性によるものと考えられる。凍結防止剤の種類による塩分浸透深さの違いは、ほとんど見られなかった。

3.3 コンクリート内部の構造について

細孔径分布の結果を図-5, 6 に示す。塩水浸漬試験の細孔径分布は、OPCではサイクル数の増加に伴う細孔径の変化は見られなかった。BBではサイクルの増加に伴い総細孔量が減少した。養生が不十分であるため、サイクルの増加に伴い水和が進行したことによると考えられる。凍結融解作用を受けた場合は、OPC, BBともに凍結融解サイクルの増加に伴い、総細孔量が減少した。既往の研究¹⁾では、凍結融解作用を受けることにより、総細孔量が大きくなると考えられている。しかし、本研究では凍結融解サイクルの増加に伴い総細孔量が減少した。その理由として、スケーリングにより組織が粗なモルタル部分が剥離し、凍結融解作用の影響が少ない健全部分が残ったためと考えられる。以上の結果から考察すると、凍結融解作用によりコンクリート表面にスケーリングが生じたことに加え、コンクリート内部の細孔構造が粗になり、塩分が浸透しやすくなったと考えられる。しかし、凍結融解作用と細孔径分布に相関がみられないため、ビッカース硬度を用いてコンクリート組織の強さの観点から、塩分浸透とコンクリート内部組織の構造の変化について検討を行っていく必要があると考えている。

4. まとめ

- 1) 高炉セメントを使用したコンクリートは、普通コンクリートよりもスケーリング量が大きくなった。
- 2) 塩化ナトリウム水溶液を用いて凍結融解試験を行うことで、スケーリング量は大きくなった。
- 3) 凍結融解作用を受けることにより、凍結融解作用を受けない場合よりも塩分が浸透しやすくなる。
- 4) 塩分浸透と細孔径分布の変化には相関が見られなかった。

参考文献

- 1) 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所：寒地土木研究所報告，2011.3

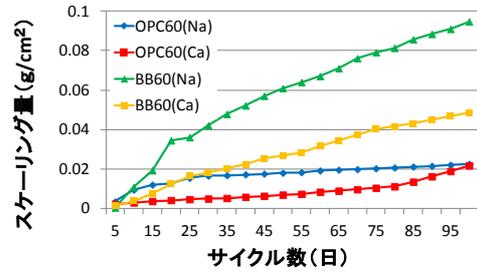


図-2 スケーリング量

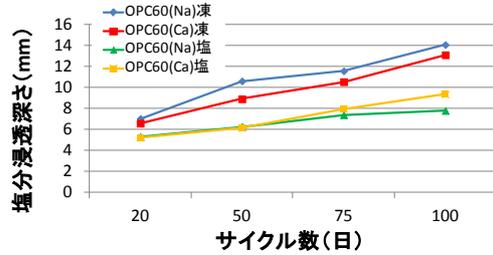


図-3 塩分浸透深さ (OPC)

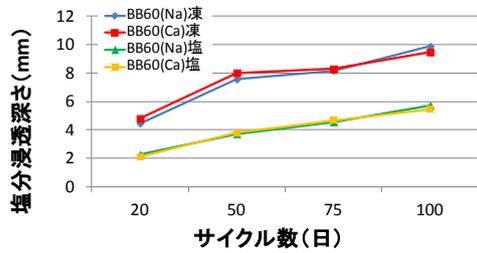


図-4 塩分浸透深さ (BB)

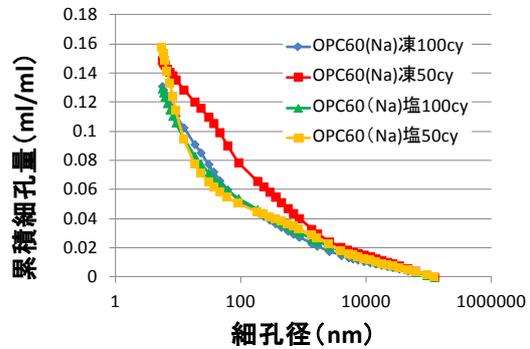


図-5 細孔径分布 (OPC)

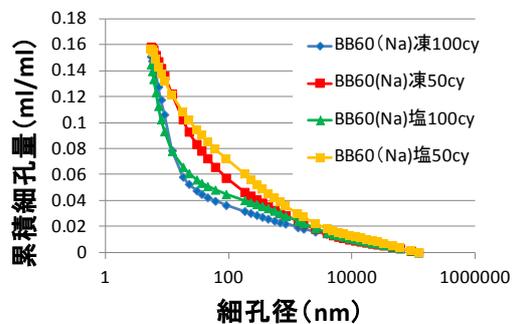


図-6 細孔径分布 (BB)