

海水中で凍結融解作用を受けるコンクリートの含水状態と微細構造の変化がスケーリングに及ぼす影響について

北見工業大学
北見工業大学
北見工業大学

正会員 ○加藤利菜
フェロー 鮎田耕一
正会員 猪狩平三郎

1. はじめに

寒冷地の海洋コンクリート構造物はスケーリングが発生しやすいことで知られている。その対策を確立するためにこれまで凍害劣化メカニズムについて研究されてきたが未解明な点も少なくない。特に、スケーリングの発生とセメントペースト中の海水の挙動との関係については十分に明らかにされていない。そこで、本研究では海水あるいは淡水中で凍結融解試験を行いセメントペーストの含水状態と微細構造の相違がスケーリングに及ぼす影響について検討した。

2. 実験内容

2.1 供試体

φ1×2cm のモルタル供試体を使用した。セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は JIS R 5201 に規定された標準砂（密度 2.61g/cm³）を使用した。目標フローは 170±5mm とし、配合を表 1 に示した。供試体は型詰め後、恒温恒湿室（温度 20±2℃、相対湿度 90±5℃）に 24 時間静置した後脱型し、材齢 28 日まで約 20℃の海水あるいは淡水に浸した。

表 1 配合

W/C (%)	単位量 (kg/m ³)		
	セメント	水	細骨材
50	508	254	1527

2.2 実験項目

(1) 凍結融解試験

材齢 28 日まで海水あるいは淡水に浸漬した供試体を用いてそれぞれの浸漬液中で凍結融解試験を行った。凍結融解試験の温度制御プログラムは凍結融解試験槽の最高温度+10℃、最低温度-30℃に設定し冷却速度を 0.25℃/min とし 12 サイクルまで行った。

(2) 細孔構造

凍結融解試験後の供試体の質量が定量になるまで減圧乾燥を行った。その後、供試体を 2.5mm～5.0mm の大きさに粉砕し、水銀圧入式ポロシメーターによって細孔半径 3.75nm～5.62×10⁴nm の範囲の細孔構造を測定した。

(3) 質量

凍結融解試験後の表乾質量と減圧乾燥後の質量を測定し、凍結融解試験後の総細孔容積当たりの含水率（以下、細孔水率）を求めた。さらに、凍結融解作用によって発生したスケーリング片を気乾状態で一日乾燥させた後、質量を計量し、供試体の凍結融解試験前の表乾質量当たりのスケーリング片の質量（以下、スケーリング率）を求めた。

(4) 凍結水率

凍結融解試験後の供試体を 2.5mm から 5.0mm 程度の大きさに粉砕し試料とした。表乾質量を測定した後、示差走査熱量分析を行い吸熱量を求めた。分析終了後の試料を定量になるまで減圧乾燥し、乾燥質量を測定した結果から試料中の含水量を求めた。示差走査熱量分析で求めた吸熱量から凍結水量を求め、凍結水量と含水量から凍結水率を求めた。

(5) 走査型電子顕微鏡

凍結融解試験後の供試体を減圧乾燥させ試料とした。なお、本実験で用いた供試体の寸法は φ1×2cm と小型なので切断せずに観察を行った。

3. 実験結果及び考察

図 1 に海水あるいは淡水中で凍結融解試験を行った供試体の凍結融解サイクルに伴うスケーリング率の変化を示した。

海水中で凍結融解試験を行った供試体では凍結融解サイクルに伴いスケーリングが増加しており、凍結融

キーワード：海水、凍結融解、スケーリング、含水状態、微細構造

連絡先：〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 TEL 0157-26-9513 FAX 0157-23-9408

解 10 サイクル以降で破壊した。淡水中で凍結融解試験を行った供試体では凍結融解サイクルに関わらずスケーリングは発生していない。

図 2 に海水浸漬供試体の凍結融解 6 サイクル後のセメントペーストの微細構造を示した。

海水中で凍結融解試験を 6 サイクル行くとセメントペーストに微細ひび割れが確認された。

図 3 に海水中で凍結融解試験を行った供試体の凍結融解サイクルに伴う細孔水率と凍結水率の変化を示した。

凍結融解サイクルに伴い細孔水率と凍結水率は増加する傾向にある。このことから、海水中で凍結融解作用を受けるとセメントペースト内部へ多く水分が浸入し、凍結する水分の割合も高くなるといえる。また、凍結融解 6 サイクル以降では細孔水率が 100% を大幅に超しているが、図 2 に示したように凍結融解 6 サイクル後ではセメントペーストに微細ひび割れを確認しており、この微細ひび割れに水分が浸入したため細孔水率が大幅に 100% を超したといえる。

図 4 に海水浸漬供試体の細孔水率とスケーリング率の関係を示した。

細孔水率の増加に伴いスケーリング率が増加した。特に、細孔水率が 100% を超えてからスケーリングが増加した。このことから微細ひび割れが発生し供試体が飽水状態になるとスケーリングを生じることが明らかとなった。

4. 結論

海水あるいは淡水中で凍結融解の繰返し作用を受けるコンクリートの含水状態と微細構造がスケーリングに及ぼす影響について検討した結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 海水中で凍結融解の繰返し作用を受ける場合ではセメントペースト中の水分が増加し凍結する水分の割合も大きい。
- 2) セメントペースト中の水分が増加すると微細ひび割れが発生しスケーリングが生じる。
- 3) 淡水中で凍結融解の繰返し作用を受ける場合ではスケーリングはほとんど発生しない。

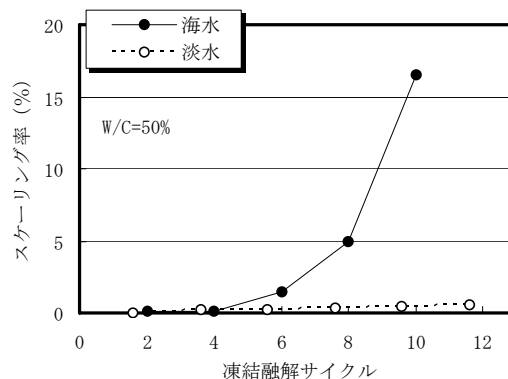


図 1 海水あるいは淡水中で凍結融解試験を行った供試体の凍結融解サイクルに伴う細孔水率の変化

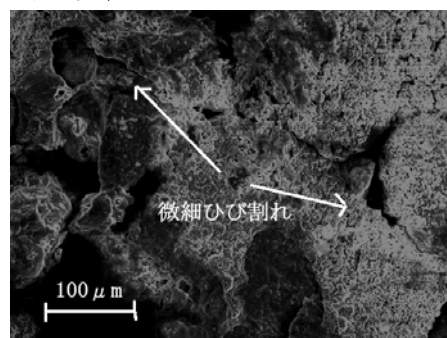


図 2 海水中で凍結融解試験を行った供試体の凍結融解 6 サイクル後の微細構造

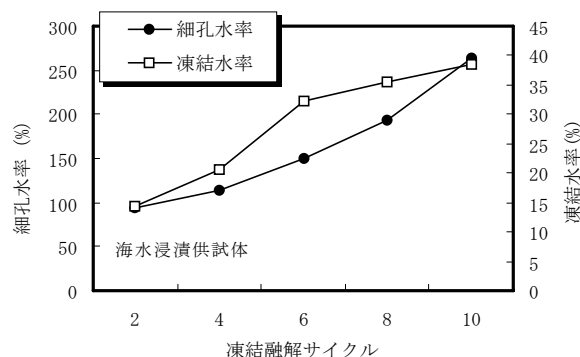


図 3 海水中で凍結融解試験を行った供試体の凍結融解サイクルに伴う細孔水率と凍結水率

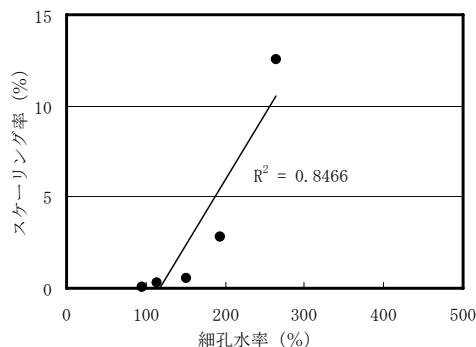


図 4 海水中で凍結融解試験を行った細孔水率とスケーリング率の関係