

海水の作用を受けるコンクリートの冷却速度と最低温度保持時間が スケーリングに及ぼす影響について

北見工業大学大学院

北見工業大学工学部

北見工業大学工学部

学生会員 ○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

寒冷地で海水の作用を受ける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水圧や塩化物の影響などが解明されてきたが、まだ十分になされていない。本研究ではセメントペーストマトリックスにおける凍結挙動について検討するために冷却速度と最低温度保持時間の異なる凍結融解試験を行った。

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（以下、海水／淡水と表記）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／淡水に浸漬した供試体を用いて海水／淡水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 -20℃に設定した。冷却速度を 0.25℃/min、0.5℃/min、0.75℃/min の 3 種類、最低温度保持時間を 30 分と 90 分の 2 種類とし、それぞれの凍結融解試験を 6 サイクル行った。

(2) 細孔構造

凍結融解試験後の供試体をアセトン中で水和を中止させ、質量が定量になるまで常温真空乾燥を行った。その後、供試体を 2.5mm～5.0mm の大きさに粉碎し、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 (W₁)、常温真空乾燥後の質量 (W₂) を測定し、式 (1) から凍結融解試験後の総細孔容積 (V_F) 当たりの含水率（以下、細孔水率）(S_F) 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 (W₃) を計量し、式 (2) から供試体の凍結融解試験前の表乾質量 (W₀) 当たりのスケーリング片の質量（以下スケーリング率）(S) を求めた。

$$S_F = \frac{W_1 - W_2}{V_F \cdot \rho} \quad (1)$$

$$S = \frac{W_3}{W_0} \times 100 \quad (\%) \quad (2)$$

ここで ρ : 水の密度 (1.0×10⁻³g/mm³)

3.実験結果及び考察

図 1 に最低温度保持時間を 30 分とし冷却速度を変えた凍結融解試験を 6 サイクル行った後の海水／淡水浸漬供試体のスケーリング率を示した。冷却速度が遅い海水浸漬供試体のスケーリング率が増加した。

図 2 に冷却速度を 0.25℃/min とし最低温度保持時間を変えた凍結融解試験を 6 サイクル行った後の最低温度保持時間を 90 分とした場合の海水浸漬供試体／淡水浸漬供試体のスケーリング率を示した。一方、淡水浸漬供

キーワード：海水，凍結融解，冷却速度，最低温度保持時間，細孔水率，スケーリング

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

試体は最低温度保持時間が増加してもスケーリング率は増加しなかった。

図3に冷却速度を $0.25^{\circ}\text{C}/\text{min}$ とし最低温度保持時間を変えた凍結融解試験を6サイクル行った後の海水／淡水浸漬供試体の細孔水率を示した。最低温度保持時間に関わらず海水浸漬供試体の細孔水率が淡水浸漬供試体に比べ大きい。また、海水／淡水浸漬供試体の細孔水率は最低温度保持時間が90分の場合に30分比増加した。このことから、最低温度保持時間が90分の凍結融解試験を受けた海水浸漬供試体はセメントペーストマトリックスに水分が浸入しやすい状態にあるといえる。これは最低温度保持時間が長いほど水分が凍結する際に発する圧力を長期間受け続けることによってセメントペーストマトリックスが破壊され、そこへ水分が浸入したためと考えられる。

図4に最低温度保持時間を30分とし冷却速度を変えた凍結融解試験を6サイクル行った後の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ていることから両者には相関関係が見られる。このことから、細孔水率の増加がスケーリングの発生を左右する要因であると考えられる。

以上の結果から、冷却速度が遅い凍結融解作用を受けた海水浸漬供試体は海水が凍結する際に発する圧力を長時間受け続け、セメントペーストマトリックスが破壊された箇所へ水分が浸入することによってスケーリングが助長されたと思われる。

4.結論

冷却速度と最低温度保持時間が異なる凍結融解試験を受けた海水／淡水浸漬供試体の細孔水率とスケーリング率を求めた結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 冷却速度が遅い海水浸漬供試体のスケーリング率が増加した。
- 2) 凍結融解試験の最低温度保持時間が30分の場合と比較し90分の場合に海水浸漬供試体の細孔水率とスケーリング率が増加した。
- 3) 以上のことから、海水が凍結している時間が長いとセメントペーストマトリックスが水によって満たされスケーリングが発生しやすい状態になるといえる。

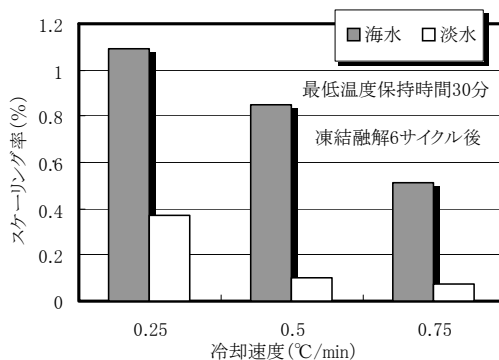


図1 冷却速度が異なる海水／淡水浸漬供試体のスケーリング率

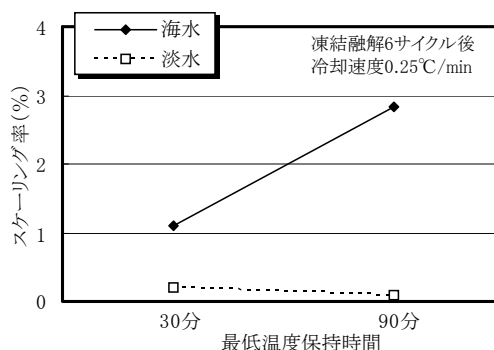


図2 最低温度保持時間が異なる海水／淡水浸漬供試体のスケーリング率

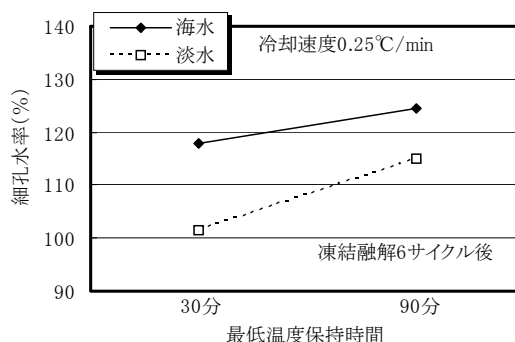


図3 最低温度保持時間が異なる海水／淡水浸漬供試体の細孔水率

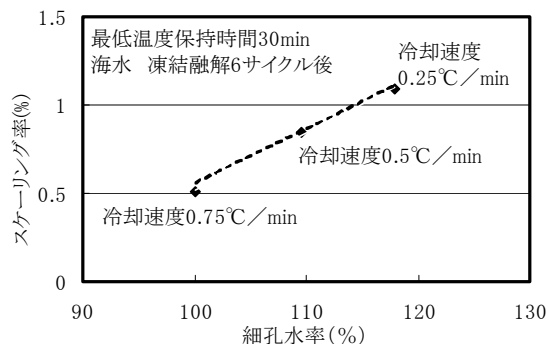


図4 冷却速度が異なる海水浸漬供試体の細孔水率とスケーリング率の関係