

細孔中の海水がコンクリートのスケーリングに及ぼす影響

Effect of Sea Water in Cavities on Scalling of Concrete

北見工業大学大学院 ○学生会員 加藤 利菜 (Rina Katoh)
 北見工業大学 フェロー 鮎田 耕一 (Koichi Ayuta)
 北見工業大学 正会員 猪狩平三郎 (Heizaburoh Igari)

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劣化しやすい。海水による浸食作用や波浪による磨耗作用を受けるほか、冬季の凍結融解の繰返し作用を受けるためである。この対策を確立するためのメカニズムに関して、多くの研究がなされてきているがまだ十分には解明されていない。そこで本研究では海水と淡水のコンクリート中の細孔への浸透状況などを比較し、それとスケーリングとの関係について検討した。

2. 実験内容

2.1 供試体

φ1×2cm のモルタル円柱供試体を使用した。このような微小供試体を使用したのは、スケーリングが生じるコンクリート部材の表層部の性状^{1) 2)}を調べる目的からである。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2.61 g/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、所定材齢(3日、14日、28日、56日、91日)まで約20℃の海水/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/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。温度制御プログ

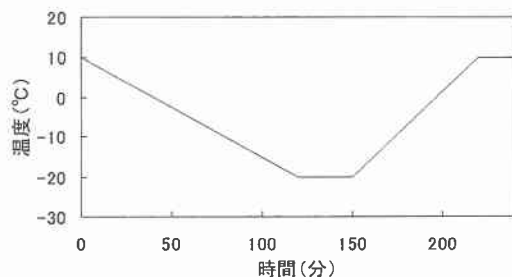


図1 凍結融解試験の温度制御プログラム

ラムを図1に示した。凍結融解試験槽の最高温度+10℃、最低温度-20℃で1サイクル4時間とし12サイクルまで行った。

(2) 細孔構造

所定材齢まで海水/淡水に浸した供試体及び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8日間継続してD-dryを行い乾燥させた。その後供試体を2.5mmから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3.75から5.62×10⁴nmの範囲の細孔構造を測定した。

(3) 質量

海水/淡水から取り出した所定材齢の供試体を表乾状態にした後、表乾質量(W₁)を測定した。その後、8日間継続してD-dryを行いD-dry後の乾燥質量(W₂)を測定し、式(1)から水中養生後の供試体の総細孔容積(V_w)当たりの含水率(以下細孔水率)(S_w)を求めた。また、材齢28日から凍結融解試験を行い凍結融解試験前の表乾質量(W₀)、凍結融解試験後の表乾質量(W₃)、8日間継続のD-dry後の乾燥質量(W₄)を測定し、式(2)から凍結融解試験後の供試体の総細孔容積(V_F)当たりの含水率(以下凍結融解試験後の細孔水率)(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間乾燥させた後質量(W₅)を計量し、式(3)からスケーリング率(S)を求めた。

$$S_w = \frac{W_1 - W_2}{V_w \cdot \rho} \times 100 \quad (\%) \quad (1)$$

$$S_F = \frac{W_3 - W_4}{V_F \cdot \rho} \times 100 \quad (\%) \quad (2)$$

$$S = \frac{W_5}{W_0} \times 100 \quad (\%) \quad (3)$$

ここにρ:水の密度(1.0×10⁻³g/mm³)

3. 実験結果及び考察

図2に海水/淡水浸漬供試体の材齢に伴う総細孔容積V_wの変化を示した。材齢の進行に伴う水和反応により海水/淡水浸漬供試体の総細孔容積は減少している。図3に海水/淡水浸漬供試体の総細孔容積V_wと細孔水率S_wの関係を示した。細孔水率と総細孔容積は比例関係にある。海水浸漬供試体の場合、最も少ない材齢3日の細孔水率でも80%を超しており、比較的若い材齢のときか

ら、細孔中に大量の海水が浸入していることを示している。さらに、材齢に伴う水和反応により総細孔容積が減少する一方で水分の浸入は続くので細孔水率が増加している。

図4に海水／淡水浸漬供試体の凍結融解サイクルに伴う凍結融解試験後の細孔水率 S_F を示した。海水浸漬供試体では凍結融解サイクルの増加に伴い細孔水率が増加しており、凍結融解の繰返しによって海水が供試体、特に細孔内部へ浸透していることを示している。しかし、淡水浸漬供試体では凍結融解サイクルが増加しても細孔水率はほとんど変化していない。

図5に凍結融解作用を受けた海水／淡水浸漬供試体のスケーリング率 S と凍結融解試験後の細孔水率 S_F の関係を示した。スケーリング率は細孔水率に比例しており、両者は高い相関関係にある。スケーリングは凍結融解試験後の細孔水率が70%から100%附近で発生しており、大幅にスケーリングが発生しているのは100%を超えてからである。凍結融解試験後の細孔水率が100%を超えるかどうかはスケーリング発生の指標になると思われる。凍結融解試験後の細孔水率が100%を超えるのは、凍結融解試験後の細孔水率を求めた式(2)に凍結融解作用によって生じる微細ひび割れの影響を考慮していないためであろう。

4. 結論

海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がスケーリングに及ぼす影響を解明することを目的として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) 海水浸漬供試体では、比較的若い材齢で細孔水率が80%を超しており、海水が内部へ浸入しやすいことを示している。
- 2) 淡水浸漬供試体では凍結融解試験後の細孔水率が一定であり、スケーリングもほとんど発生していないが、海水浸漬供試体では凍結融解サイクルの増加とともに細孔水率が増加し、スケーリングが発生しており、細孔水率とスケーリングの発生に相関が認められる。

5. 参考文献

- 1) 鮎田耕一、林正道：微小モルタル供試体の強度に及ぼす乾燥の影響、第2回コンクリート工学年次講演会論文集、pp.97～100（1980）
- 2) 鮎田耕一、林正道：微小モルタル供試体の強度に及ぼす炭酸化の影響、第3回コンクリート工学年次講演会講演論文集、pp.105～108（1981）

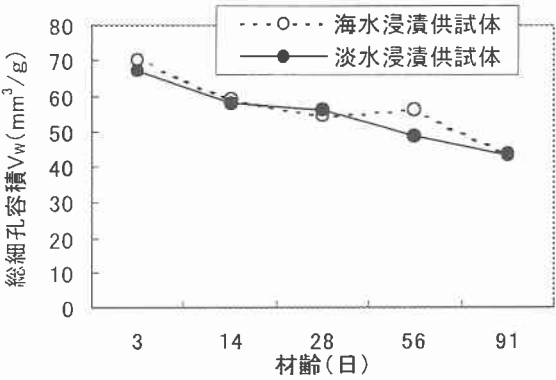


図 2 海水／淡水浸漬供試体の材齢に伴う総細孔容積の変化

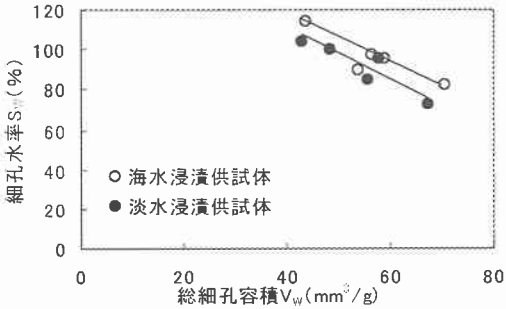


図 3 海水／淡水浸漬供試体の総細孔容積と細孔水率の関係

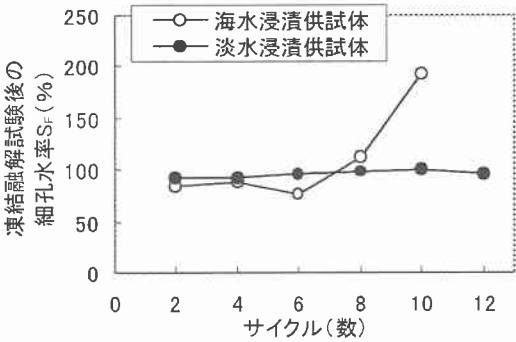


図 4 海水／淡水浸漬供試体の凍結融解試験後の細孔水率

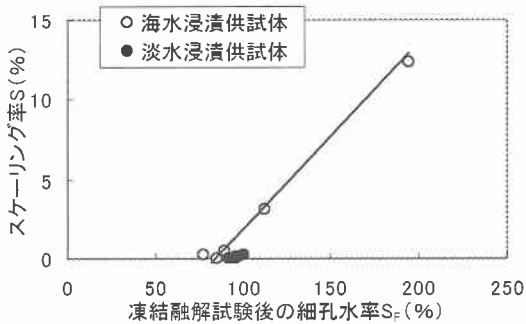


図 5 海水／淡水浸漬供試体のスケーリング率と凍結融解試験後の細孔水率の関係