

論文

[1088] 乾・湿繰返し作用がコンクリートの耐久性におよぼす影響

正会員 ○高橋 正行 (東北工業大学工学部)
 正会員 外門 正直 (東北工業大学工学部)
 正会員 志賀野吉雄 (東北工業大学工学部)

1, まえがき

著者らは数年来、淡水および海水で乾・湿繰返しを受けたコンクリートの急速凍結融解試験等の実験を行い、乾・湿繰返しを受けたコンクリートの耐久性に関する検討を行ってきた。当初、実験を行うにあたって乾・湿繰返しは、凍結融解抵抗性に影響を与えるであろうと考えていた。結果は、限られた条件下においては淡水で乾・湿繰返しを受けたものは凍結融解抵抗性が少なからず低下するが、海水で乾・湿繰返しを受けたものは予想外に凍結融解による劣化が小さいことが認められた。

本研究は、前報に引き続き乾・湿繰返し作用を受けたコンクリートの凍結融解特性を調べるとともに、乾・湿繰返し作用がコンクリートの諸性質に与える影響について検討を行ったものである。

2, 実験概要

2-1 使用材料及びコンクリートの配合

使用したセメントは、普通ポルトランドセメント(比重3.16)、細骨材は宮城県白石川産川砂、粗骨材は宮城県伊具郡丸森産碎石(最大寸法25mm)である。骨材の試験成績は表-1に示す。また、混和剤としてAE剤ヴィンソルを用いてAEコンクリートとした。コンクリートの配合は、表-2に示す。

2-2 実験方法

供試体は、10×10×40cmの角柱供試体と10×20cmの円柱供試体とした。実験は、材令2日目で恒温恒湿室(20±2℃, 95±5%RH)で養生した後脱型し、ただちに乾・湿繰返し(50±2℃, 10%RH以下で24時間乾燥し

表-1 骨材の試験成績

| 項目 | 骨材の種類 | |
|----------------------------|-------|-------|
| | 細骨材 | 粗骨材 |
| 粗粒率 | 3.17 | 7.01 |
| 比重 | 2.52 | 2.87 |
| 吸水率(%) | 2.99 | 0.91 |
| 単位容積重量(kg/m ³) | 1,600 | 1,700 |
| 洗い(%) | 1.21 | 0.54 |
| スリヘリ(%) | | 11.0 |
| 安定性(%) | | 2.57 |
| 軟石量(%) | | 0 |

表-2 コンクリートの配合

| 配合条件 | W/C (%) | s/a (%) | Airの範囲 (%) | スランブの範囲 (cm) | 単位量 (kg/m ³) | | | | 測定値 | | |
|------|---------|---------|------------|--------------|--------------------------|-----|-----|------|---------|-----------|--------------|
| | | | | | W | C | S | G | Air (%) | スランブ (cm) | 練り上がり温度 (°C) |
| 本研究 | 50 | 37 | 5.0±0.5 | 8±1 | 170 | 340 | 627 | 1211 | 4.9 | 8.5 | 15.5 |
| 前報 | 55 | 38 | 4.0±0.5 | 8±1 | 175 | 318 | 655 | 1217 | 4.2 | 8.0 | 22.0 |

た後、 20 ± 2 °Cの淡水または海水に24時間浸漬する工程を1サイクルとする)を行った。乾燥終了時及び浸漬終了時に供試体のたわみ一次共鳴振動数と質量を測定した。

乾・湿繰返しを10, 30, 50, 70 及び90サイクル行った供試体の含水率、圧縮強度、塩素イオン含有量を求め、急速凍結融解試験 (JSCE-1986) を行った。急速凍結融解試験においては、30サイクル毎にたわみ一次共鳴振動数と質量を測定した。

比較のため、脱型後、淡水及び海水にそれぞれ20, 60, 100, 140 及び180日間浸漬したままの供試体について、浸漬中のたわみ一次共鳴振動数及び質量を調べるとともに、浸漬終了後急速凍結融解試験を行った。(以後、脱型後淡水及び海水中に連続浸漬したものについてこれらを『養生供試体』と呼ぶ。)

3. 実験結果

3-1 乾・湿繰返し試験

図-1は、乾・湿繰返し試験における供試体のたわみ一次共鳴振動数の経時変化を示したものである。淡水で乾・湿繰返しを受けたものは、海水で乾・湿繰返しを受けたものに比べてたわみ一次共鳴振動数が多少ではあるが低い値を示している。

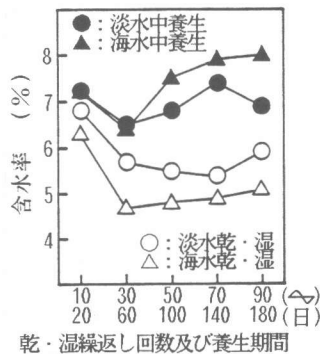


図-3 含水率試験結果

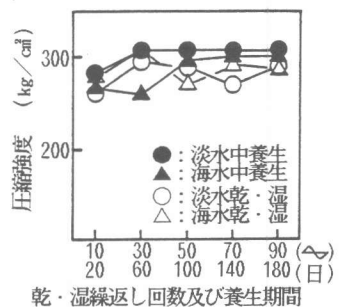


図-4 圧縮強度試験結果

図-2は、乾・湿繰返し試験における供試体の質量変化率の経時変化を示したものである。淡水中養生供試体は質量変化率がおおむね一定であるが、海水中養生供試体は養生期間が長くなるにつれて質量変化率が大きくなる(質量増加)傾向が見られる。乾・湿繰返しを受けた場合、淡水乾・湿繰返しの乾燥時と湿潤時の質量差に比べて海水乾・湿繰返しの質量差は約1/2であることが認められる。

図-3は、乾・湿繰返し試験終了時における供試体の含水率を示したものである。淡水で乾・湿繰返しを受けたものは、海水で乾・湿繰返しを受けたものに比べて含水率が大きくなる傾向に

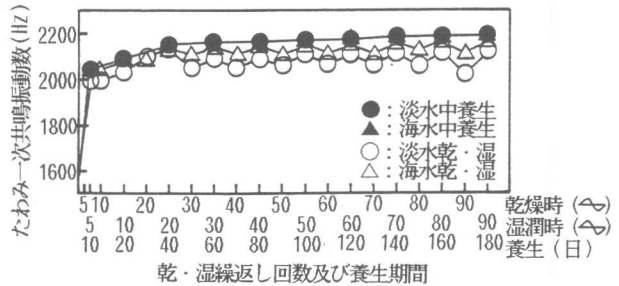


図-1 たわみ一次共鳴振動数の経時変化

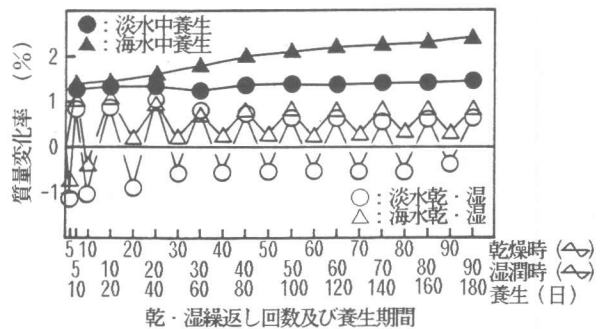


図-2 質量変化率の経時変化

あり、養生供試体に比べて乾・湿繰返しを受けた供試体は含水率が小さくなる傾向にある。

図-4は、乾・湿繰返し試験終了時における供試体の圧縮強度を示したものである。乾・湿繰返しを受けた供試体は、表面に微細なひびわれの発生が目視で観察されが、圧縮強度試験結果には乾・湿繰返しの影響は明確には認められなかった。

図-5は、海水中養生及び海水乾・湿繰返し終了時におけるコンクリート中の塩分浸透度を示したものである。養生も乾・湿繰返しを受けたものも、表面からの深さ0~1, 1~2 cmにおいて養生期間及び乾・湿繰返し回数が多いものほど塩分の浸透は大きく、表面からの深さ3~4, 4~5 cmにおいては養生期間及び乾・湿繰返し回数が塩分の浸透に与える影響はほとんど認められなかった。また、乾・湿繰返しによりコンクリート表層部への塩分の浸透が促進されることが認められた。

3-2 急速凍結融解試験結果

図-6は、乾・湿繰返し後の急速凍結融解試験における質量減少率の経時変化を示したものである。図-6-a)より、浸漬液に淡水を用いた場合、乾・湿繰返しを受けたものは養生したものに比べて質量の減少が大きい傾向がある。また、図-6-b)より、浸漬液に海水を用いた場合、養生（養生期間20日を除く）したものは凍結融解試験回数90サイクルぐらいまで質量が急激に減少し、その後ゆるやかに減少していく傾向にある。

写真-1は、乾・湿繰返し90サイクルを受けた、および養生期間180日の供試体の急速凍結融解試験300サイクル終了時の劣化状況を示したものである。海水中養生したものは全面的表面剥離、淡水乾・湿繰返しは直径約1~3 cmのポップアウト・表面の比較的小さい孔の発達・供試体の辺、及び角のスケーリング、海水乾・湿繰返しは直径約1 cm以下のポップアウトがそれぞれ観察された。

図-7は、今回の実験と前報の急速凍結融解試験における耐久性指数を示したものである。前

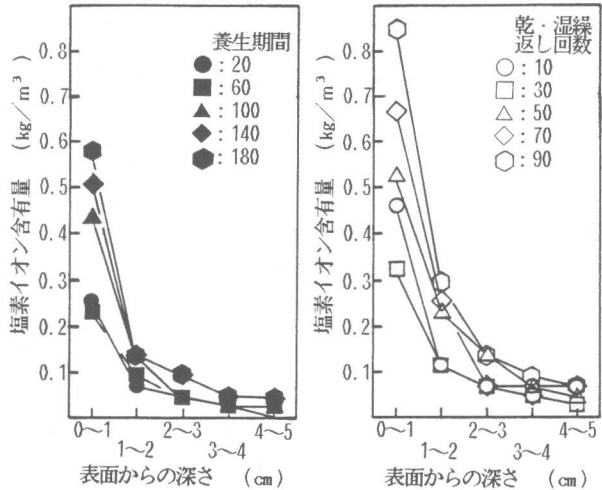


図-5 コンクリート中の塩分浸透度

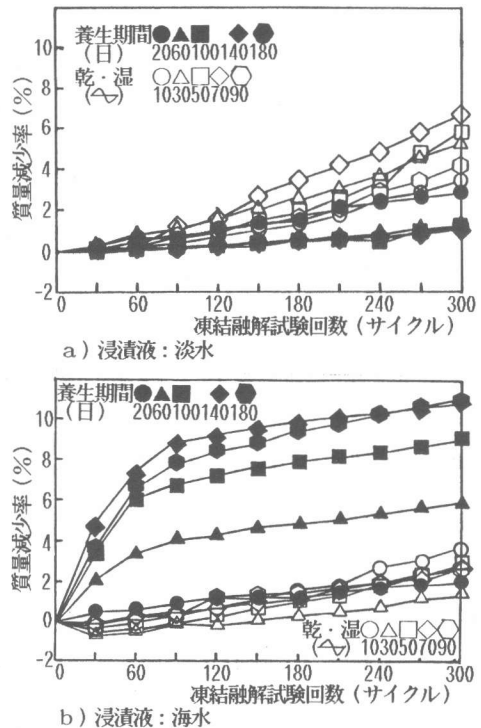


図-6 急速凍結融解試験における質量減少率の経時変化

報（水セメント比 55 %，空気量 4.0 ± 0.5 %）では、乾湿繰返ししたものが養生したものに比べて劣化の大きいことが認められたが、今回の実験（水セメント比 50 %，空気量 5.0 ± 0.5 %）においては、乾・湿繰返しによって耐久性指数におよぼす影響はほとんど認められなかった。

4. 考察およびまとめ

本研究において、乾・湿繰返しがコンクリートの水分移動，含水状態，塩分の浸透，ひびわれ発生等に影響を与えることが認められた。凍結融解試験時に、養生したものに比べて含水率が小さい淡水乾・湿繰返したものの表面劣化が大きかった原因として乾・湿繰返しによってコンクリート表面に発生した微細なひびわれからの水の浸入の影響が考えられる。また、海水中養生したものの表面劣化が著しかった原因としては、過去の文献¹⁾に述べられている『塩類』等の影響によるものと考えられるが、海水乾・湿繰返したものが養生したものに比べてコンクリート中に浸入した塩分が多いにもかかわらず表面劣化が小さいことに関しては、水分移動が小さくなったためと考えているが不明な点が多く更に研究を進めていく必要があると考えられる。

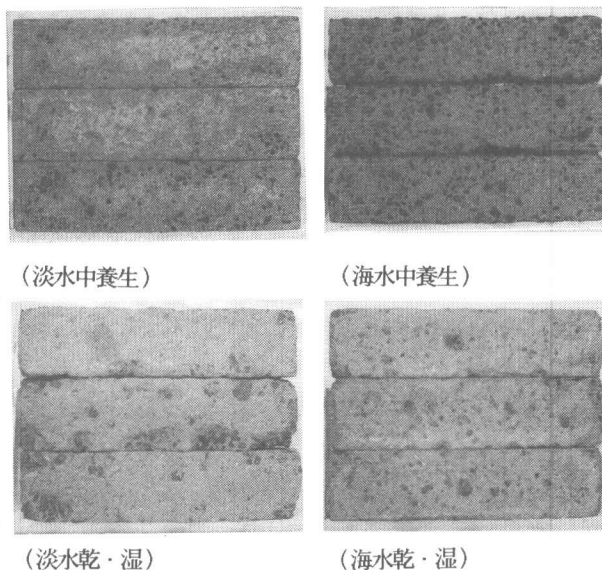


写真-1 凍結融解試験における劣化状況

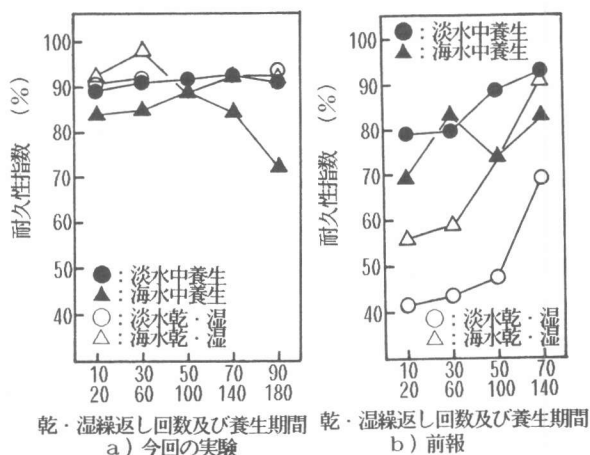


図-7 耐久性指数

参考文献)

- 1, A. M. Neville: Properties of concrete
- 2, 小菅雅史、外門正直、志賀野吉雄: 自然環境下における硬化コンクリートの劣化性状について、東北支部技術研究講演概要、1987、pp. 418~419
- 3, 高橋正行、外門正直、志賀野吉雄: 乾燥・湿潤作用を受けたコンクリートの耐久性について、コンクリート工学年次論文報告集、1988、pp. 559~562