

硬化コンクリートの凍害耐久性について

東北工業大学 ○学生員 横 田 健 司

〃 正 員 外 門 正 直

〃 正 員 志賀野 吉 雄

1. まえがき

淡水や海洋環境下における硬化したコンクリートは、淡水・海水の物理的作用および化学的作用によって耐久性に著しい影響を受けると考えられる。その要因としては、流れや波、乾燥湿潤の繰り返し、凍結融解作用、鋼材の腐食などがあげられる。

本研究は、硬化したコンクリートの淡水および海水による乾燥浸漬後の凍結融解作用による劣化状況を比較して調べた。

2. 使用材料と実験方法

実験に用いたセメントは、東北開発社製普通ポルトランドセメント、細骨材は、白石川産川砂（比重 2.52）、粗骨材としては、丸森産碎石（比重 2.87）を使用した。

コンクリートの配合は、水セメント比 65%および80%、空気量 $3.0 \pm 0.5\%$ のAEコンクリートとした。詳細は表-1に示す。

型枠は鋼製のものを使用し、角柱型枠（ $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ ）と円柱型枠（ $\phi 10 \times 20\text{cm}$ ）を用いて、それぞれ角柱3本、円柱3本を打設した。材令2日で脱型した後 $50 \pm 2^\circ\text{C}$ 、10%RH以下で48時間乾燥しその後淡水および海水（浸漬温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ）で24時間浸漬する工程を1サイクルとして、0サイクル（水中養生 $\sigma 14$ ）、4サイクル、8サイクル、30サイクル、最大60サイクルまで乾燥浸漬を繰り返した供試体について急速凍結融解試験（ASTM・C666-A法）を行った。なお、浸漬水と凍結融解試験水との組合せは、表-2に示す。

測定は、凍結融解30サイクル毎にたわみ振動の1次共鳴周波数と重量を測り、相対動弾性係数と重量変化率を求めた。参考のため、乾燥浸漬繰り返し1～8サイクルまでの塩分含有量と乾燥浸漬繰り返し終了後圧縮強度および含水量を調べた。

3. 実験結果

図-1は、乾燥・海水浸漬を行い、凍結融解試験水に海水を用いたケース2の相対動弾性係数の結果である。この図から明らかなように、乾燥浸漬繰り返し回数の初期で乾燥浸漬繰り返し回数が多くなるにしたがって、凍結融解試験によって受けるダメージは少なくなった。しかし、乾燥浸漬を30サイクルから60サイクルへと多く繰り返せば繰り返すほど、逆に凍結融解試験によって受ける劣化が早くなったことが認められる。

図-3は、ケース2の重量変化率の結果である。この図からわかるように、乾燥浸漬繰り返し回数の初期で乾燥浸漬繰り返し回数が増すほど凍結融解試験による重量変化率の減少が少なくおさえられたが、相対動弾性係数の結果と同様に、乾燥浸漬繰り返し回数を30サイクルから60サイクルへと乾燥浸漬を多く繰り返

表 - 1 コ ン ク リ ー ト の 配 合

G m a x (mm)	W / C (%)	s / a (%)	スランブの 範囲 (cm)	単 位 量 (Kg / m ³)			
				W	C	S	G
25	65	41	8 ± 2	185	285	718	1177
25	80	45	10 ± 2	195	244	791	1101

表 - 2 浸漬水と凍結融解試験水の組み合わせ

ケースNO	浸漬水	凍結融解試験水
ケース 1	淡 水	淡 水
ケース 2	海 水	海 水
ケース 3	海 水	淡 水

返した供試体は、凍結融解試験による重量変化率の減少が多くなったことがわかる。図-4は、乾燥・海水浸漬を行った場合の1サイクルから8サイクルまでの各繰返し回数の深さ(1~5cm)と塩分含有量の結果である。この結果から、乾燥浸漬・海水浸漬繰返し回数が増すほど塩分含有量が増加することが認められる。

4. 考察

1) 急速凍結融解試験による相対動弾性係数の結果から次のことがわかる。乾燥浸漬繰返し回数の初期で乾燥浸漬繰返し回数が増えるほど含水量が少なくなり供試体が長持ちした。しかし、乾燥浸漬繰返し回数が30サイクルから60サイクルへと繰返し回数が増すほど凍結融解試験による劣化が早まった。

2) 乾燥・淡水浸漬を繰返し、凍結融解試験水に淡水を用いた場合のケース1と乾燥・海水浸漬を繰返し、凍結融解水に海水を用いた場合のケース2の表面劣化を比較すると、ケース1の場合は表面にひびわれが生じてから剝離が進行するのに対して、ケース2の場合はひびわれを生じることなくポップアウトが広範囲に進行した。

3) 水セメント比が大きいほど凍結融解に対する耐久性の悪くなることがわかる。

5. まとめ

実際の気象条件の淡水および海洋環境下のコンクリートは、絶えず乾燥湿潤を受ける。そして、凍結融解作用は1年に40サイクル(宮城県気象月報より)くらい繰返されるのが現実である。それゆえ、今回の実験は、凍害の研究としてあくまでも参考にしていただきたい。

本研究は、東北工業大学、菅原 裕之、小林 晃 両君と共同で行ったものである。

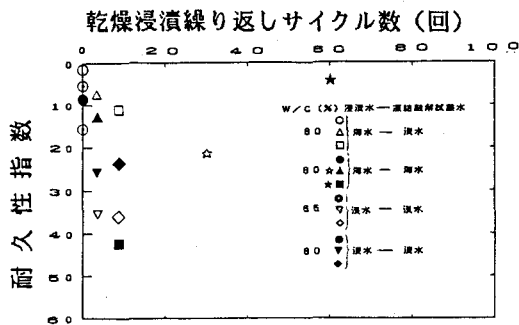


図-5 耐久性試験結果

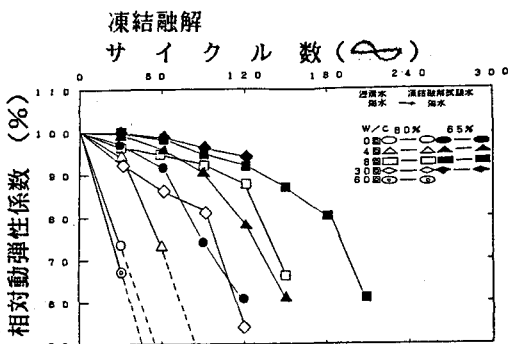


図-1 相対動弾性係数試験結果

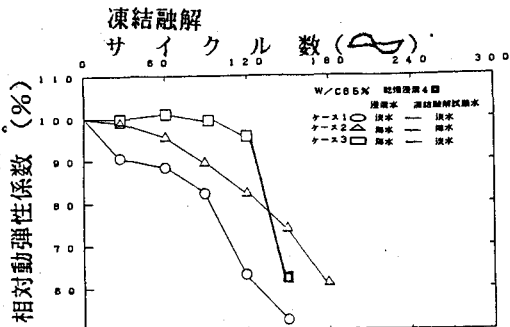


図-2 相対動弾性係数試験結果

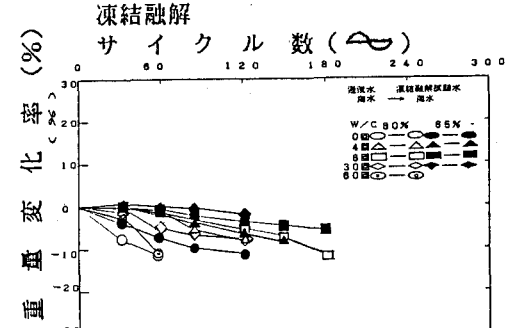


図-3 重量変化率試験結果

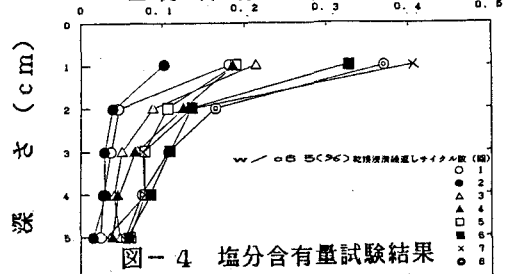


図-4 塩分含有量試験結果