

V-103 凍結防止剤の影響を受けたコンクリートの劣化に関する基礎的研究

東北大学 正会員 ○板橋 洋房

東北大学 正会員 三浦 尚

1. はじめに

積雪寒冷地のコンクリート構造物においては、塩化ナトリウム等の凍結防止剤散布によってコンクリート部材の劣化が起こる可能性がある。粉塵公害等によりスパイクタイヤの使用禁止が法制化され、冬場の積雪凍結地域における走行路面の安全性を確保する目的で、凍結防止剤の使用量は年々増加することが予想される。そこで、本研究ではコンクリートが硬化した後に、凍結防止剤として塩化ナトリウムが供給された場合のコンクリート部材の劣化について、塩化ナトリウムが供給される前までのコンクリートの養生方法の違い、水セメント比の違いの影響およびコンクリート中への塩化物の浸透深さ等について主に調査した。

2. 使用材料および実験方法

セメントは、市販の普通ポルトランドセメントを用い、細骨材として宮城県黒川郡大和町産の山砂(比重:2.53、吸水率:2.64%)、粗骨材として宮城県丸森産の砕石(最大寸法:25mm、比重:2.86、吸水率:0.98%)を使用した。混和剤にはA E剤を用いた。また、使用した塩化物は市販の塩化ナトリウム(NaCl99%以上)である。水セメント比は、45、55%の2種類で、空気量は、 $4 \pm 0.5\%$ の範囲とした。実験に用いた試験供試体は $10 \times 10 \times 40$ cmの角柱体で、打設後約24時間で脱型し、 $21 \pm 3^\circ\text{C}$ の恒温水槽で養生した。

打設後から凍結融解試験を開始するまでの供試体の種類と養生方法及びその日数を図-1に示す。

また、コンクリートの気中養生の影響を見るため、養生の際の湿度は55及び65%R. H. の2種類とした。本実験で行なった凍結融解試験は、ASTM C-666の(A)法で、ゴム容器内のコンクリート供試体の周りの水を真水から3%NaCl溶液に変えたものである。なお、比較のため真水での試験も同時に行なった。また、全ての供試体において、試験開始から試験終了まで供試体の上下方向は、変化させず一定にした。試験供試体のたわみ一次共振周波数と質量の測定は30サイクル毎に行ない、相対動弾性係数および質量減少率を求めた。

塩化物の浸透深さを測定した供試体においては、凍結融解試験を行わずに、同一期間ゴム容器内の供試体と同じ状態で別の容器に入れ、3%NaCl溶液に浸漬を継続した。

3. 結果および考察

本報告では、主に質量減少率についてのみ述べる。

図-2、図-3には、 $W/C=45\%$ (55、及び65%R. H.)の各サイクル数における質量減少率の結果をそれぞれ示す。(図中の黒塗りのデータは、比較のために真水で試験した供試体1本の値である。)

これより、NaClの影響を受けた場合のコンクリート

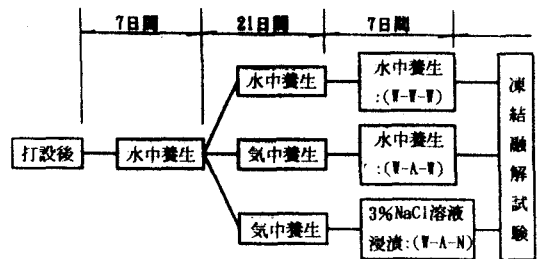
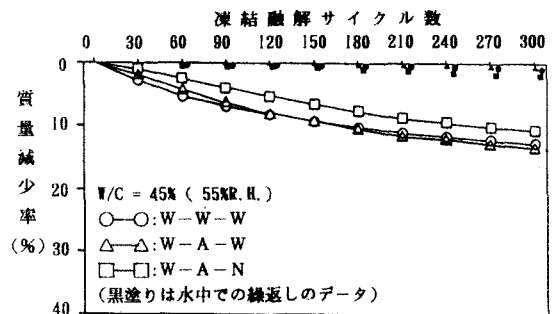
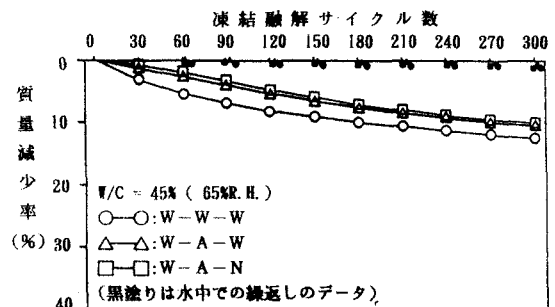


図-1 供試体の種類と養生方法及び養生日数

図-2 $W/C=45\%$ 供試体(55%R. H.)の質量減少率図-3 $W/C=45\%$ 供試体(65%R. H.)の質量減少率

の表面劣化はその影響を受けない真水での試験値より大変大きくなることわかる。

各供試体における質量減少率は、 $W-A-N < W-A-W < W-W-W$ の順で大きくなる傾向を示しているが、繰返し回数が60サイクル以降では劣化の勾配は $W-A-W$ 、 $W-A-N$ ともほぼ等しくなっており、他と比べ $W-W-W$ の劣化が大きいの初期の段階のみであることがわかる。すなわち、この場合養生の途中で乾燥させても劣化に与える影響が現れるのは供試体の乾燥の影響が残っている期間のみであり、全体としては今回比較した範囲の養生条件の影響はあまり大きくないことを示している。また、水セメント比45%のコンクリートにおける湿度の違いによる質量減少率の曲線の傾きには、殆ど違いが見られず、試験開始から終了まで同様な傾向を示した。

図-4、図-5には、 $W/C=55\%$ (55, 65% R. H.) の各サイクル数における質量減少率の結果を示す。(黒塗りのデータは前述と同様である。)

3% NaCl 溶液中での質量減少率の増加する順序は、 W/C が 45% の供試体と同様である。この供試体においては、試験サイクル初期の段階で、 W/C が 45% の場合より劣化が大きくなっているが、繰返し回数60サイクル以降の劣化の勾配は、他の養生条件のものとはほぼ等しい。 $W/C=55\%$ のコンクリートでも、湿度の違いによる曲線の傾きには、殆ど違いは見られなかった。

表-1には、凍結融解試験を行わずに、同じ試験期間3% NaCl 溶液に浸漬した $W/C=45, 55\%$ のコンクリートの各供試体の高さ方向における各断面の塩化物平均浸透深さを測定した結果を示す。これらの値は、供試体を5cm間隔に切断した後、0.1N 硝酸銀水溶液を噴霧し、塩化物が浸透した面積から換算して浸透深さを求めたものである。

$W/C=45\%$ の供試体では、 $W-A-N$ が最も塩化物の浸透深さは小さくなっているが、 $W-A-W$ と $W-W-W$ においてはそれ程違いは見られなかった。これに対して、 $W/C=$

55% の供試体では、 $W-A-N < W-A-W < W-W-W$ の順で浸透深さが大きくなる傾向を示し、また、その断面の位置が深くなるにしたがって同様に増加する傾向を示した。この結果より、塩化物の浸透深さと凍結融解試験を行なった各供試体の質量減少率との間には明確な相関性は見られなかった。

4. 結 論

凍結融解作用を受けるコンクリートの劣化は真水の場合に比べ、NaClの影響を受ける場合には大変大きくなる。また、その劣化は劣化曲線の勾配によって比較することができるものと思われる。

さらに、水セメント比および養生方法の違いによるコンクリートにおいて、それぞれの質量減少率と塩化物の浸透深さとの間には明確な相関性は見られなかった。

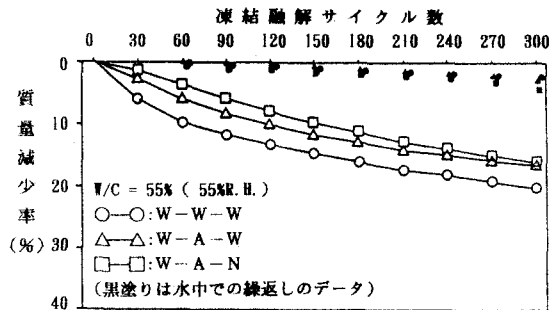


図-4 $W/C=55\%$ 供試体 (55% R. H.) の質量減少率

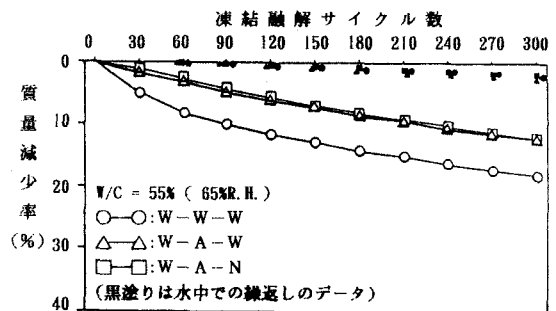


図-5 $W/C=55\%$ 供試体 (65% R. H.) の質量減少率

表-1 各供試体の各断面における塩化物平均浸透深さ (cm)

供試体の断面深さ	W/C=45%			W/C=55%		
	WWW	WAW	WAN	WWW	WAW	WAN
0	—	—	—	—	—	—
5	0.61	0.61	0.46	0.74	0.67	0.33
10	0.56	0.53	0.44	0.94	0.59	0.39
15	0.53	0.44	0.49	0.89	0.72	0.46
20	0.61	0.47	0.42	1.16	0.67	0.36
25	0.69	0.56	0.38	1.15	0.85	0.43
30	0.61	0.51	0.34	1.25	0.87	0.61
35	0.53	0.50	0.32	1.08	1.03	0.50
40	—	—	—	—	—	—