

凍結防止剤の作用を受ける高強度コンクリートの凍害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に凍害による表面劣化が発生する可能性がある。養生条件や空気量を変化させた普通コンクリートの凍害に関しては、ある程度報告¹⁾を行ってきたが、普通コンクリートに比べ、高強度コンクリートの場合には単位水量の低減や単位セメント量の増加により、組織が密実となるため、空気量の有無によらず耐久であると言われている。しかし、凍結防止剤の作用を受けた場合の性状については、解明されていない部分もある。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高強度コンクリート部材の凍害による劣化について、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や水セメント比および空気量等の条件を変えて凍結融解試験を行い、比較検討した。

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町産の碎石(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 剤および高性能減水剤を用い、凍結防止剤として使用した塩化物は、市販の塩化ナトリウム(NaCl 99%以上)である。実験に用いた水セメント比 W/C は、45、35、25% の 3 種類で、そのコンクリートの空気量は、 $4 \pm 0.5\%$ の範囲の A E および Non-A E コンクリートとした。

試験供試体は、 $10 \times 10 \times 40$ cm の角柱体であり、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およびその養生日数を図-1 に示す。

気中養生の際の恒温室の温度および湿度は、それぞれ 20°C 、65% R.H. と一定である。

図-1 に示した養生条件の供試体について、材齢 35 日で凍結融解試験を行った。

本実験で行った凍結融解試験は、水中での繰返し試験として行われている ASTM C-666(A)法であるが、この実験では試験槽内に入れるゴム容器内のコンクリート供試体の回りの水を真水から 3% NaCl 溶液に変え

ている。なお、比較のため真水での試験も同時に行った。また、凍結融解試験開始から終了まで全ての試験供試体の上下方向は変化させずに一定とした。試験供試体のたわみ一次共振周波数と質量の測定は、30 サイクル毎に行い、相対動弾性係数および質量減少率を求めた。

3. 結果および考察

本報告では、主に質量減少率について述べる。

図-2、3 および 4 には、W/C=45%、35%、25% の A E コンクリート供試体の質量減少率の結果を示す。

(図中の黒塗りのデータは、比較のために真水で繰返し試験した供試体 1 本の値である。)

高強度 A E コンクリートの場合でも、各供試体における質量減少は、W-A-N、W-A-W、W-W-W の順で大きくなる傾向を示した。W/C= 45、35% の水中養生を継続した W-W-W の供試体においては、他のものに比べ、試験初期の段階だけ質量減少が大きくなっているだけで、60 サイクル以降における劣化の勾配は、他の養生条件

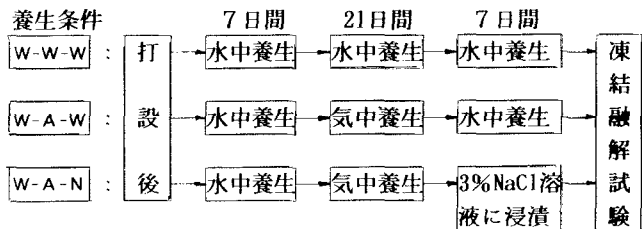


図-1 供試体の種類と養生方法および養生日数

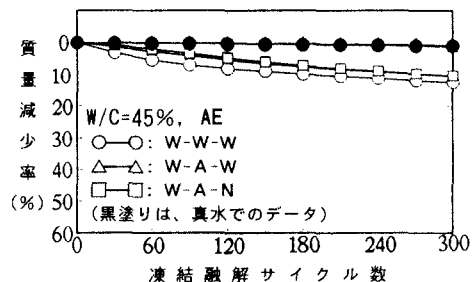


図-2 W/C=45%(AE)の質量減少率(%)

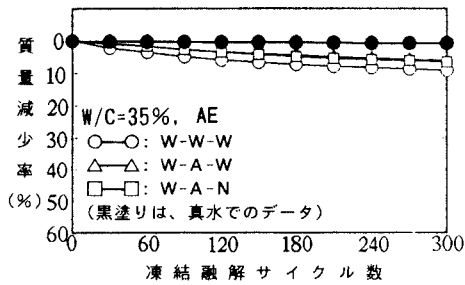


図-3 $W/C=35\%$ (AE)の質量減少率(%)

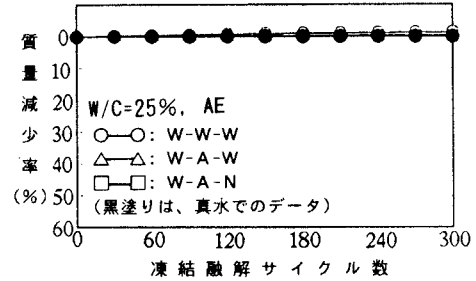


図-4 $W/C=25\%$ (AE)の質量減少率(%)

のものとはほぼ等しくなっている。また、水セメント比が小さくなるにしたがって、質量減少の割合はさらに小さくなっていることが分かる。 $W/C=25\%$ においては、試験開始から終了まで、コンクリート供試体の回りの試験液に関わらず、質量減少の違いは殆ど見られなかった。AEコンクリートに発生する劣化の形態は全ての供試体において、スケーリングによる表面剥離であった。

次に、図-5、6および7には、 $W/C=45\%$ 、 35% 、 25% のNon-AEコンクリート供試体の質量減少率の結果を示す。(図中の黒塗りのデータは、前述のAEコンクリートの場合と同様である。)

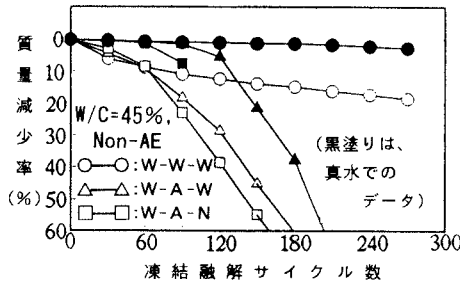


図-5 $W/C=45\%$ (Non-AE)の質量減少率(%)

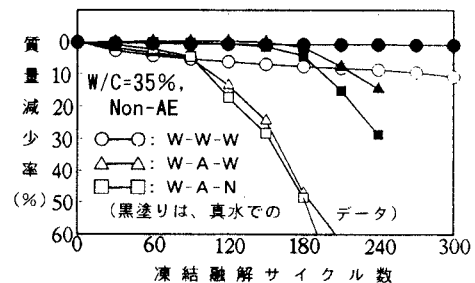


図-6 $W/C=35\%$ (Non-AE)の質量減少率(%)

高強度Non-AEコンクリートにおいては、 $W-W-W$ 供試体の場合には前述のAEコンクリートの場合に比べて質量減少は大きくなっているが、水セメント比が小さくなるにしたがって、緩やかな劣化勾配の表面剥離であった。しかし、 $W/C=25\%$ においては、初期の段階から殆ど質量減少は見られなかったが、180サイクルから供試体にひび割れが発生し、そのひび割れが拡大する傾向を示した。これらに対して、養生の途中で乾燥させた供試体では30サイクル以降から塊状の剥落や膨張へ転ずる急激な劣化を示した。

4. 結 論

以上のことから、今回の高強度コンクリートの凍害による劣化について、次のようなことが分かった。

- (1) AEコンクリートの場合、水中養生を継続したものは、気中養生したものに比べ、スケーリングによる表面劣化は大きくなるが、それは試験初期の段階だけで、その後は他の養生条件のものと同じ勾配で、劣化する傾向を示した。
- (2) Non-AEコンクリートの場合には、水中養生を継続したものは水セメント比が小さくなるにつれて表面劣化も小さくなるが、気中養生を行ったものでは、従来のスケーリングとは異なる塊状の剥落による劣化(ボリュームブレイクダウン)を起こし、水セメント比の大きい普通強度のコンクリートよりも大きな劣化となる。

(参考文献) 1)板橋洋房・三浦 尚: コンクリートの凍害に及ぼす凍結防止剤の影響

コンクリート工学年次論文報告集 pp.555-560, 1994

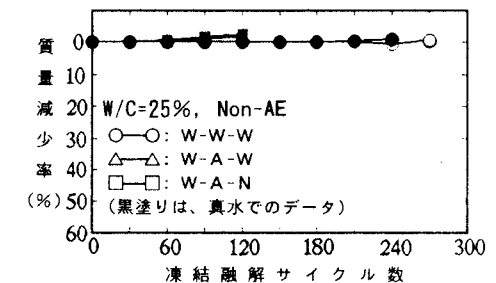


図-7 $W/C=25\%$ (Non-AE)の質量減少率(%)