

凍結防止剤による高強度コンクリートの凍害に及ぼす乾燥の影響

東北大学 正 員 ○板橋 洋房
東北大学 フェロー 三浦 尚

1. はじめに

積雪寒冷地の走行路面の安全性を確保するために、冬場の路面凍結を防止する目的で塩化ナトリウム等が散布されている。実際の環境にあるコンクリート部材において、冬場は凍結融解作用を受け、冬場以外では乾燥するという凍結融解－乾燥の繰返しを受けると想定し、一般的に用いられる配合のコンクリートについては、凍結融解の途中乾燥の有無を比較し、昨年度報告した。今年度は、さらに水セメント比が小さい高強度コンクリートにおいて、同様な試験途中の乾燥の影響について調べたものである。また、コンクリートが硬化した後に、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は前回の報告¹⁾と同様である。

2. 実験概要

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(Y社製)および高性能減水剤(K社製)を用いた。

また、凍結防止剤としては、市販の塩化ナトリウム(NaCl 99%以上)を使用した。

水セメント比は、45、35、25%の3種類とし、AEコンクリート(4±0.5%の範囲の空気量)およびNon-AEコンクリートとした。単位水量は、全て165kg/m³と一定とし、単位セメント量は、それぞれ 367、472、660 kg/m³である。実験に用いた試験供試体は10×10×40cmの角柱体で、打設後約24時間で脱型し、21±3℃の恒温水槽で養生した。脱型後からASTMの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養生日数を図1に示す。

これらの3種類の試験供試体について、

材齢35日で凍結融解試験を行った。

凍結融解試験は、ASTM C-666の(A)法であるが、供試体の上下方向は常に一定とし、ゴム容器内にある供試体の回りの水は、真水から3%NaCl溶液に変えている。

試験供試体の質量とたわみ一次共振周波数の測定を30サイクル毎に行い、質量減少率

および相対動弾性係数を求めた。その測定毎に、試験供試体を恒温室内で凍結融解30サイクル分に要する期間(約5日間)乾燥させ、その後また凍結融解試験に供するという方法で試験供試体に凍結融解－乾燥の繰返しを与えた。

3. 結果および考察

図2、図3、図4には、それぞれW/C=45%(AE)、25%(AE)、25%(Non-AE)コンクリートの質量減少率を乾燥の有無について比較した結果を示す。縦軸には質量減少率を、横軸には試験サイクル数を示し、凍結融解途中で乾燥させたものは白抜きで、途中で乾燥させないものは黒塗りである。それぞれのデータは、凍結融解後に測定した値である。

W/C=45%(AE)の場合、途中で乾燥させたものは、試験開始30サイクル後において質量減少が生じたばかりであり、その後の質量減少は殆ど見られず試験終了まで変化はなかった。W/C=25%(AE)の場合には、途中乾燥の有無に拘わらず、質量減少は殆ど見られず、試験開始から終了まで質量の変化に違いは見られなかった。

これらに対して、W/C=25%(Non-AE)の場合には、途中で乾燥させたものではスケールリングは小さくなる傾向を示すが、3種類の養生を行った全供試体において、60サイクル付近から供試体軸方向に幅1mm以上の広いひび割れが発生し、試験の経過とともにそのひび割れが縦横に拡大して反り返る傾向が見られた。

次に、図5、図6、図7には、それぞれ、W/C=45%(AE)、25%(AE)、25%(Non-AE)コンクリートの相対動弾性係数を乾燥の有無について比較した結果を示す。縦軸には相対動弾性係数を、横軸及び図中の記号及びデ

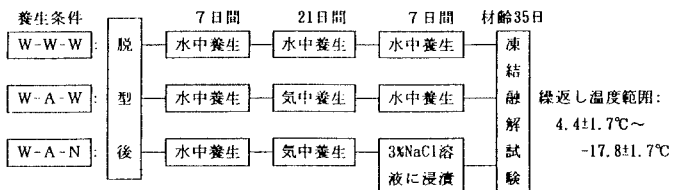


図-1 供試体の種類、養生方法およびその養生日数

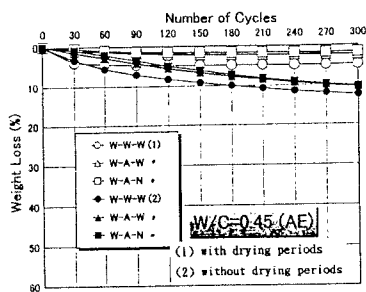


図-2 W/C=45% (AE)の質量減少率の比較

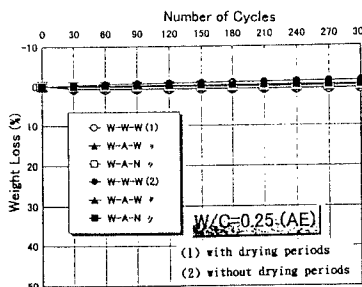


図-3 W/C=25% (AE)の質量減少率の比較

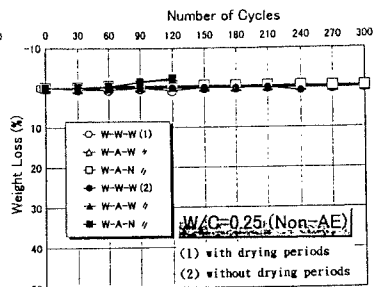


図-4 W/C=25% (Non-AE)の質量減少率の比較

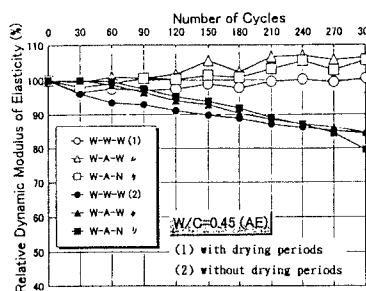


図-5 W/C=45% (AE)の相対動弾性係数の比較

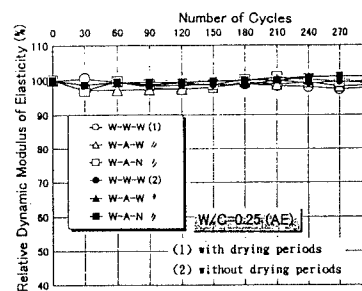


図-6 W/C=25% (AE)の相対動弾性係数の比較

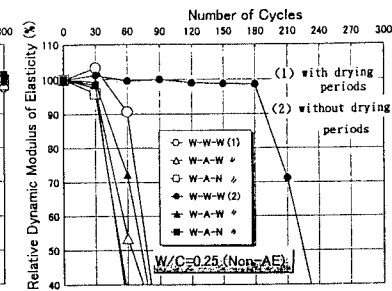


図-7 W/C=25% (Non-AE)の相対動弾性係数の比較

一タ等については、前述の通りである。

W/C=45% (AE)の場合、その相対動弾性係数は、途中乾燥させたものでは60サイクル付近から徐々に上昇する傾向が見られた。W/C=25% (AE)の場合には、途中乾燥の有無に拘わらず、ばらつきはあるものの試験初期から終了まで殆ど相対動弾性係数の変化は見られなかった。

これらに対して、W/C=25% (Non-AE)の場合には、途中乾燥させた供試体では、AEコンクリートのような傾向は全く見られず、養生の途中で気中養生したものと同様に試験初期において、相対動弾性係数の急激な低下となった。試験開始まで水中養生を継続したもので、途中乾燥させるとその影響は大きい。

以上のことから、AEコンクリートの場合、全てスケーリングによる劣化で、水セメント比が小さくなるにつれて、質量減少は抑制される傾向にある。また、試験途中で乾燥させることにより、質量減少はさらに抑制される。W/C=45%では途中乾燥させることにより、相対動弾性係数は増加の傾向を示し、水セメント比が小さくなるにつれて、途中乾燥の有無に拘わらず、その違いは見られなくなる。

また、Non-AEコンクリートの場合、水セメント比が小さくなるにつれて、スケーリングは小さくなる傾向を示すが、試験の経過とともに供試体軸方向に幅広いひび割れが発生し、そのひび割れが縦横に拡大していく傾向があった。その傾向は、途中乾燥の有無に拘わらず確認され、より大きな塊状の剥落が発生させる可能性がある。また、途中乾燥させると養生の途中で気中養生したものと同様に試験初期において、凍結融解を受けると同時に相対動弾性係数の急激な低下が発生する。

4. 結論

今回の実験から、次のようなことが分かった。

- (1) AEコンクリートの場合には、全てスケーリングによる劣化で、水セメント比が小さくなるにつれて、質量減少は抑制される傾向にある。途中乾燥させることにより、質量減少はさらに抑制される。

このことから、実環境でコンクリート構造物を造る場合には、できるだけ水セメント比を小さくし、適当な空気量を有するAEコンクリートにすべきである。

- (2) Non-AEコンクリートの場合には、水セメント比が小さくなるにつれて、凍結融解試験初期に幅広いひび割れが発生し、試験の経過とともにそのひび割れが縦横に拡大することから、コンクリートを乾燥させると、より大きな塊状の剥落が発生する可能性がある。凍結防止剤等の影響を受ける実環境では、特に注意が必要である。[参考文献] 1) 板橋洋房・三浦 尚: 凍結防止剤によるコンクリートの凍害に及ぼす乾燥の影響

土木学会東北支部技術研究発表講演概要 p. 554-555, 1997