

V-401

凍結防止剤によるコンクリートの凍害に対する乾燥の影響

東北大学工学部 正 会 員 板橋 洋房

東北大学工学部 フェロー 三浦 尚

1. はじめに

積雪寒冷地のコンクリート構造物は、冬季の走行路面の安全性確保の目的で塩化ナトリウム等の凍結防止剤が散布される環境にあり、その影響を受けている。一般の凍結融解作用を受けた場合の養生条件や空気量等を変えた普通コンクリート¹⁾²⁾に対する凍結防止剤の影響については、今までの研究で報告してきた。

しかし、実際の環境にある構造物においては、冬季に凍結融解作用を受け、夏季には乾燥するという凍結融解-乾燥の繰返しを受けるものと考えられる。そこで、本研究ではこれらの凍結融解と乾燥の繰返しを受けた場合を考慮して、凍結融解試験途中に供試体を乾燥させるという繰返しを行って、その乾燥の影響について調べた。また、凍結防止剤として塩化ナトリウムが供給された場合の凍害劣化については、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、水セメント比及び空気量等を変化させて比較検討した。

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、細骨材として山砂(比重: 2.53、吸水率: 2.64%)、粗骨材として砕石(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剤及び高性能減水剤を用いた。また、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。水セメント比は、65、55、45%の3種類とし、そのコンクリートは、 $4 \pm 0.5\%$ の空気量を有するA EコンクリートおよびNon-A Eコンクリートの2種類とした。単位水量は、全て 165 kg/m^3 と一定で、単位セメント量は、それぞれ 254、300、 367 kg/m^3 である。試験供試体は、 $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ 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。脱型後からA S T Mの凍結融解試験を開始するまでの供試体の種類とその養生方法および養生日数を図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、A S T M C-666(A)法に準拠したが、ゴム容器内の供試体の上下方向は常に一定とし、その供試体の回りの水は真水から3% NaCl溶液に変えている。30サイクル毎に質量減少率および相対動弾性係数を求めた。

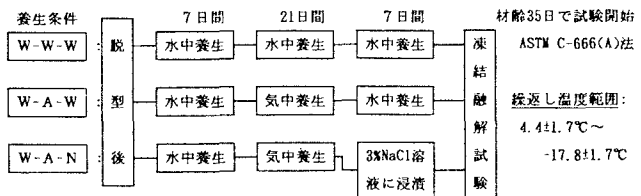


図-1 供試体の種類とその養生方法および養生日数

測定終了後、試験供試体は初期の養生で気中養生を行った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凍結融解-乾燥の繰返しを与えた。

3. 結果および考察

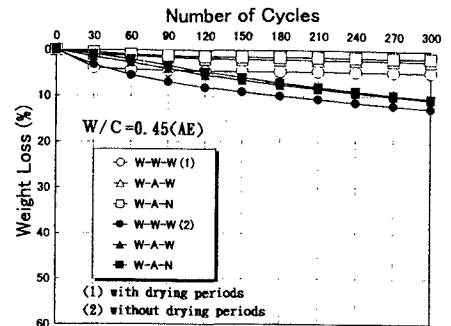
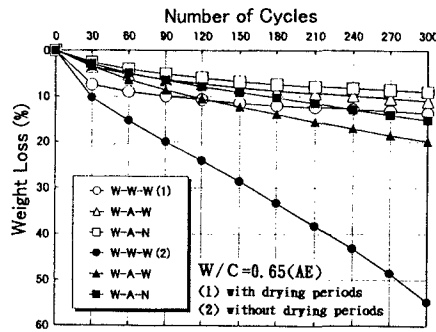
図2および図3には、それぞれW/C=65、45%のA Eコンクリートの3% NaCl溶液による質量減少率の結果を乾燥の有無について比較したものを示す。それぞれのデータは、凍結融解後に測定した値である。

これらの図からもわかるように、A Eコンクリートにおいては、水セメント比が大きい場合、凍結融解の途中で乾燥させたものは全体的に質量減少が抑制されていることがわかる。その中でも、試験開始まで水中養生を継続したもので比較すると、途中乾燥させたものは試験終了時で約40%も質量減少が抑制されており、試験前に気中養生したものと同程度となった。このことから、水中養生を継続した水セメント比の大きい配合のコンクリートでも凍結融解作用の途中で乾燥させることより凍害による劣化は抑制され、改善されるということがわかる。また、試験前に気中養生したもので比較すると、途中で乾燥させたものの質量減少は、

キーワード: 凍害、凍結防止剤、養生方法、凍結融解、乾燥

〒980-77 仙台市青葉区荒巻字青葉 東北大学工学部土木工学科 TEL 022-217-7432(FAX兼用)

更に小さくなって
いる。この傾向は、
 $W/C=55\%$ におい
ても同様であった。
 $W/C=45\%$ では、
さらに質量減少は
抑制されており、
途中乾燥させたも
のでは試験サイク
ル初期と試験終了



時において、殆ど 図-2 $W/C=0.65(AE)$ の質量減少率の比較
違いが見られなかった。このように凍結融解の途中で乾
燥させることによって質量減少はかなり抑制されている
ことから、冬季に凍結融解の繰返しを受け、夏季には乾
燥という凍結融解-乾燥が繰返される実環境において、
同じ $W/C=65\%$ の配合のコンクリート部材があった場合、
実際には強くなっている可能性があると思われる。また、
水セメント比が小さくなるにつれて、質量減少はかなり
抑制される傾向が見られた。参考までに、相対動弾性係
数の結果においても、質量減少の結果と同様な傾向であ
った。図4、図5には、それぞれ $W/C=65, 45\%$ のNon-A
Eコンクリートの質量減少率の結果を示す。

図-3 $W/C=0.45(AE)$ の質量減少率の比較

これらの図からもわかるように、Non-A Eコンクリート
の場合には、水セメント比の大小にかかわらず、途中で
乾燥させても、させなくても、同一の養生条件のものは
それぞれ同様な曲線勾配で劣化する傾向が見られた。
これは、A Eコンクリートの場合には見られなかった傾
向であり、乾燥させた場合には質量減少がより大きくな
る可能性がある。また、 $W/C=45\%$ 以下になると、水中
養生を継続した供試体の質量減少は乾燥の有無によらず
抑制される傾向がある。これは W/C が大きい65,55%の
ものには見られなかった傾向である。

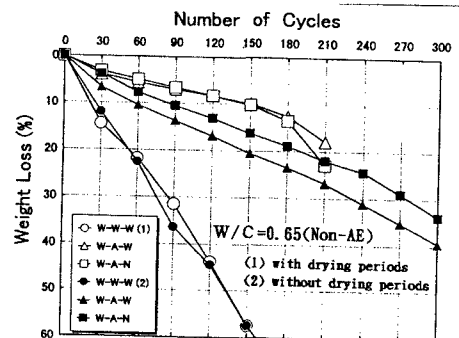


図-4 $W/C=0.65(Non-AE)$ の質量減少率の比較

4. 結 論

以上のことから、凍結融解の途中で乾燥させた今回の実験では次のようなことが分かった。

(1) A Eコンクリートの場合、凍結融解の途中で乾燥させると凍害による劣化はかなり抑制される。

また、途中乾燥することによって、水セメント比が大きい場合であっても劣化は抑制され、その中でも水
中養生継続したものは改善される傾向にある。このことから、実環境の構造物において W/C が同じ65%の
ものであっても、実際には強くなっている可能性があると思われる。さらに、初期の気中養生と凍結融解
途中で乾燥させたものは同様な劣化傾向になることから、初期の気中養生において乾燥させて実験するこ
とにより、その凍害による劣化を短期間で、よりの確に判断できるものと思われる。

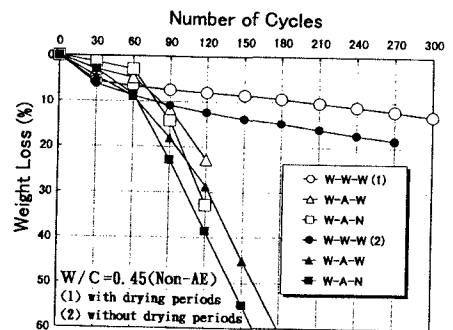


図-5 $W/C=0.45(Non-AE)$ の質量減少率の比較

(2) Non-A Eコンクリートの場合、途中乾燥の有無によらず、同一の養生条件のものは同様な劣化傾向を示
した。また、 $W/C=45\%$ 以下の水中養生を継続したものの質量減少は抑制される傾向が見られる。

【参考文献】1)板橋洋房・三浦 尚：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実験的研究

第47回セメント技術大会講演集 pp. 478-483, 1993

2)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