

V-33 凍結防止剤によるコンクリートの劣化について

岩手大学 学生員 ○ 千葉 普朗
岩手大学 正 員 帷子 國成
岩手大学 正 員 藤原 忠司

1. まえがき

スパイクタイヤの使用規制により、積雪寒冷地域での凍結防止剤散布量は、今後さらに増加していくものと考えられる。そのため、欧米では既に大きな問題となっている凍結防止剤によるコンクリート構造物の劣化が、今後わが国でも問題化することが懸念される。そこで本研究では、凍結防止剤として用いられている塩化ナトリウムがコンクリートの凍害劣化におよぼす影響を、実験的に検討してみた。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント、粗骨材は川砂利（最大寸法25mm、比重2.52）、細骨材は川砂（比重2.52）とし、混和剤としてA E剤を使用した。コンクリートの配合は、表-1に示す通りとした。

供試体は10×10×40cmの角柱供試体とし、材令28日まで水中養生後、表-2に示す環境条件のもとに、1サイクル毎に動弾性係数、質量および長さを測定した。また、4サイクルおよび8サイクル終了時に、深さ方向の塩分浸透量を測定した。

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				A E剤	実験スランプ (%)	実験空気量 (%)
		W	C	S	G			
60	40	162	270	708	1061	C×0.05%	8.0	5.7

表-2 環境条件

①塩水中
②塩水中→乾燥
③真水中：凍結融解
④塩水中：凍結融解
⑤塩水中：凍結融解→乾燥

3. 実験結果および考察

凍結融解による質量減少率および相対動弾性係数の変化を、それぞれ図-1、図-2に示す。図には示していないが、凍結融解作用のない条件①および②では、質量、動弾性係数とも変化が見られなかった。また、真水中で凍結融解を行なった条件③でも、8サイクルまでには明確な変化は認められない。しかし、塩水中で凍結融解を行なった条件④および⑤では、質量、動弾性係数とも大きな変化を示し、特に乾燥作用が加わる条件⑤では、質量、動弾性係数とも大きく減少し、動弾性係数は3サイクル以後は測定が不可能となった。また、条件④および⑤は、8サイクル終了時まで供試体表面のモルタルがすべて剝離し、粗骨材の剝離や破壊も見られた。

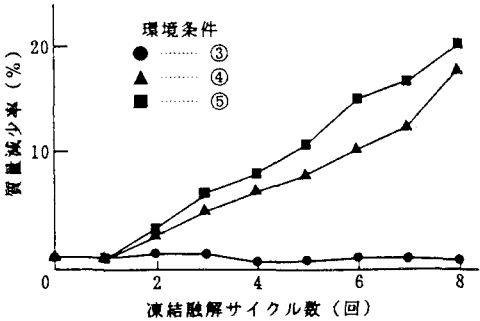


図-1 凍結融解による質量変化

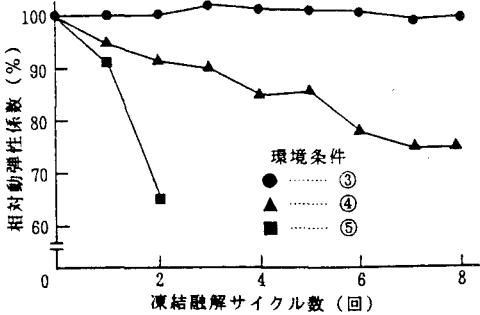


図-2 凍結融解による動弾性係数変化

図-3に4サイクルおよび8サイクル終了時の、深さ方向への塩分浸透量を示す。条件①の8サイクル相当時および条件④の8サイクル終了時を見ると、表層部までの浸透は見られるものの、内部まではほとんど浸透していない。また、凍結融解作用を受けた条件④と、凍結融解を受けない条件①では、浸透量の差がほとんど見られないことから、凍結融解作用は、塩分の浸透にはそれほど影響しないと思われる。一方、乾燥作用を受けた条件②および⑤の供試体では8サイクル終了時には、内部までかなりの塩分が浸透しており、乾燥湿潤の繰り返しは、塩分の浸透を促進するということがわかる。実際の環境では、コンクリートは条件①、④のように常に飽水状態にあることはほとんどなく、条件②、⑤のように乾燥湿潤を繰り返すのが普通であり、塩分が浸透しやすい状態にあるといえる。

以上の結果をもとに、劣化の状態と塩分浸透量の関係を考察してみる。塩分環境下で凍結融解および乾燥作用を受けた条件⑤は、質量減少率および相対動弾性係数の低下が著しく塩分浸透量も大きな値を示している。しかし、凍結融解作用を受けていない条件②では、⑤と同程度の塩分が浸透しているにもかかわらず、質量、動弾性係数の点からは劣化が認められない。また、凍結融解作用を受けていても、真水中の条件③では劣化が見られないが、塩水中の条件④では質量、動弾性係数とも低下が著しい。これらのことから、塩分の浸透、あるいは凍結融解作用のどちらか一方だけでは、早い段階での重大な劣化は引き起こされず、その双方の作用が重なった時、コンクリートはより早く、より重大な被害をこうむることがわかる。

図-4は、条件④および⑤について、質量減少率と供試体表面から1cmの部分の塩分量の関係を示したものである。データは少ないが、表面塩分量の増加に伴い、質量減少率が大きくなっていることが認められる。この塩分は、コンクリート内部の浸透圧の増加をもたらすとされており、凍結融解作用時に発生する水圧にこれが加わって、劣化を促進すると考えられる。

いずれの条件でも、8サイクルまでの変化が見られなかったためグラフは省略したが、最後に長さの変化について考えてみる。質量、動弾性係数ともに大きく減少し、内部までかなりの塩分が浸透している条件⑤の供試体でさえ、膨張していない。動弾性係数の減少からは内部組織の破壊が考えられるが、一方で、供試体中心の長さが増加していないことを見ると、測定された動弾性係数の減少は、供試体表面部分での組織の緩みのためであり、内部までの破壊はそれほど起こっていないのではないと思われる。即ち、塩分環境下での凍結融解作用による劣化は、通常の凍害と異なり、スケーリングが主体であると言えよう。

4. あとがき

実験の結果から、凍結防止剤によってコンクリートの劣化が促進され可能性のあることは確認できたが、今後は浸透した塩素イオンの濃縮や浸透圧の影響など、劣化のメカニズムを究明し、劣化防止を目的とした研究が必要であると思われる。

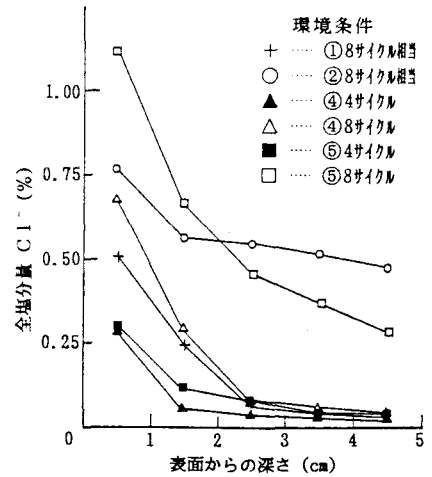


図-3 塩分の浸透状況

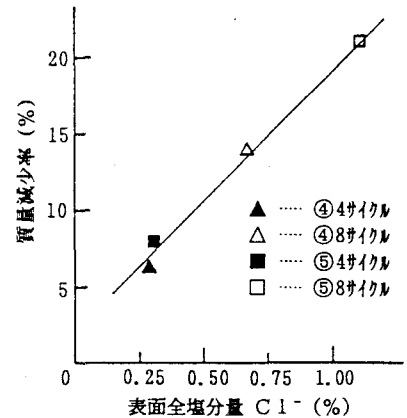


図-4 表面塩分量と質量減少率の関係