

V-21 凍結防止剤が硬化コンクリートの耐久性におよぼす影響

東北工業大学 学生員○高山 剛
 " 正会員 外門 正直
 " " 高橋 正行

1. まえがき

本研究は、凍結防止剤として使用されている塩化ナトリウム、塩化カルシウムが硬化コンクリートの凍結融解抵抗性に与える影響について調べたものである。

2. 実験方法

実験に用いたセメントは、東北開発（株）社製普通ポルトランドセメント（比重3.16）、細骨材は宮城県鶴巣大平産山砂（比重2.55、吸水率2.82）、粗骨材は宮城県伊具郡丸森産碎石（最大寸法20mm、比重2.86）である。混和剤

表-1 コンクリートの配合

配合条件	W/C	s/a	単位量 (kg/m ³)				混和剤			実測値		
			W	C	S	G	AE剤	AE減水剤	防水剤	Air (%)	スランプ (cm)	動弾性係数 (GPa)
a	50	38	164	328	611	1210	Cx0.029	—	—	5.0	8.0	21.0
b	"	39	154	308	695	1219	Cx0.029	Cx1	—	5.1	8.5	22.0
c	"	38	164	328	611	1210	Cx0.029	—	9g/m ²	5.3	8.5	19.0
d	"	41	182	364	714	1153	—	—	9g/m ²	1.7	7.0	21.0

*) 目標スランプ 8 ± 1.0 cm, 目標空気量 5.0 ± 0.5% (但し、配合 d を除く)

として AE 剤、AE 減水剤、防水剤を用いた。コンクリートの配合は、これらの混和剤を組み合わせた 4 種類とした。コンクリートの配合を表-1 に示す。

供試体は、10×10×40cm の角柱供試体で、打設後 2 日で脱型し材令 14 日まで水中養生を行った後、凍結融解試験 (ASTM-C666) を行った。凍結融解試験においては、[W] 水中、[C-5] 塩化カルシウム (CaCl₂・2H₂O) 5% 水溶液中、[N-5] 塩化ナトリウム 5% 水溶液中急速凍結融解試験を行い、30 サイクル毎にたわみ一次共鳴振動数と質量を測定し、相対動弾性係数と質量減少率を求めた。凍結融解試験終了後、コンクリート中に浸透した塩分の測定を行った。

3. 実験結果および考察

図-1～図-3 は、水中、塩化カルシウム 5% 水溶液中および塩化ナトリウム 5% 水溶液中急速凍結融解試験を行った供試体の質量減少率の経時変化を示したものである。配合条件 d の防水剤を使用し空気を連行しなかった供試体は、各溶液中急速凍結融解試験とも凍結融解 90 サイクル以内に相対動弾性係数が 60% に達したため測定を中止した。図-1 より、水中急速凍結融解試験においては、配合条件 a, b, c の供試体とも、相対動弾性係数が緩やかに減少し、凍結融解 300 サイクル時で 88% 以上の値を示している。図-2 より、塩化カルシウム 5% 水溶液中急速凍結融解試験においては、配合条件 a, b, c の供試体とも、水中急速凍結融解試験と同じ様に緩や

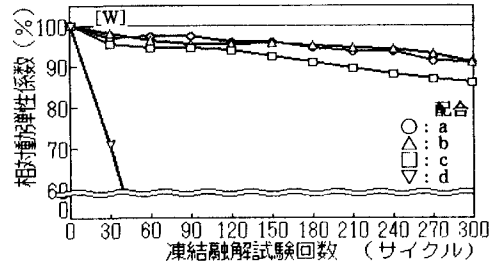


図-1 相対動弾性係数の経時変化

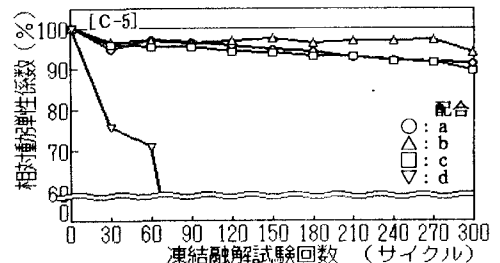


図-2 相対動弾性係数の経時変化

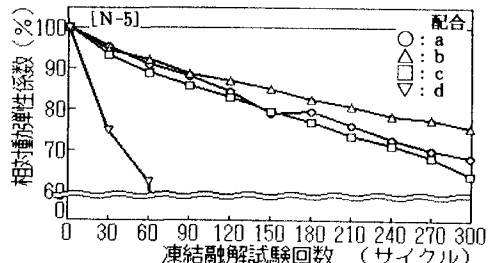


図-3 相対動弾性係数の経時変化

かに減少し、90%以上の値を示している。図-3より、塩化ナトリウム5%水溶液中急速凍結融解試験においては、配合条件a, b, cの供試体とも相対動弾性係数の減少が著しく、300サイクル時で80%以下の値を示し、配合条件bに比べてa, cは小さい値を示している。

図-4～図-6は、水中、塩化カルシウム5%水溶液中および塩化ナトリウム5%水溶液中急速凍結融解試験を行った供試体の相対動弾性係数の経時変化を示したものである。図-4より、水中急速凍結融解試験においては、配合条件a, b, cの供試体はほぼ同じ変化をして、凍結融解300サイクル時で質量減少率が約4%を示している。配合条件dの供試体も、60サイクルまで緩やかな増加していることが認められた。図-5より、塩化カルシウム5%水溶液中急速凍結融解試験においては、配合条件a, b, cの供試体とも300サイクル時で約9%と大きな値を示している。配合条件dの供試体は、凍結融解試験開始時から質量減少率が著しく増加していることが認められる。図-6より、塩化ナトリウム5%水溶液中急速凍結融解試験においては、配合条件a, b, cとも、試験開始時から質量減少率が著しく増加し、300サイクル時で約17%と、塩化カルシウム5%水溶液中急速凍結融解試験に比べて大きい値を示している。

図-7は、凍結融解試験終了後の供試体中への塩分の浸透状況を示したものである。塩化カルシウム5%水溶液中および塩化ナトリウム5%水溶液中急速凍結融解試験において供試体へ浸透した塩分量の違いはほとんど認められなかった。配合条件a, b, cとも供試体の凍結融解試験結果は同じような値を示しているのに対し、表層部への塩分の浸透性が異なることが認められた。また、各配合条件とも内部に浸透した塩分は少量であることが認められた。

以上の実験結果より、塩化カルシウムは表面劣化に比べて相対動弾性係数の減少は小さく、塩化ナトリウムは、表面劣化、相対動弾性係数の減少とも著しいことから、塩化ナトリウムを凍結防止剤として使用した場合、塩化カルシウムに比べて硬化コンクリートの凍結融解抵抗性に与える影響が大きいと考えられる。また、約5%の空気を連行したコンクリートでも、凍結防止剤環境下で凍結融解を受けた場合、表面劣化（スケールリング）が著しいことが確認された。

4. あとがき

本研究にあたり終始協力して頂いた、志賀野吉雄助手、研修生の齋藤俊蔵、佐藤道明、成田静也君に心から感謝に意を表します。

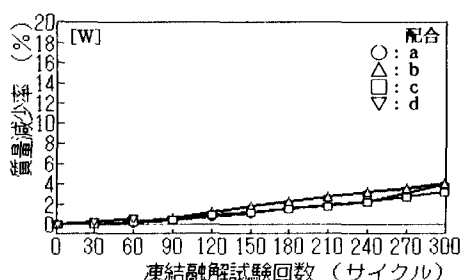


図-4 質量減少率の経時変化

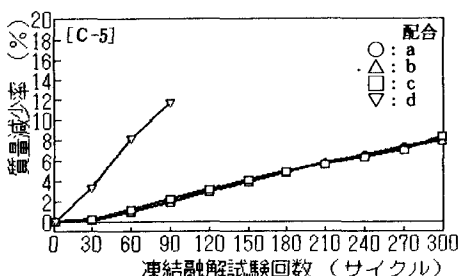


図-5 質量減少率の経時変化

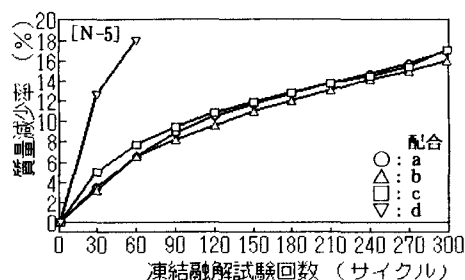


図-6 質量減少率の経時変化

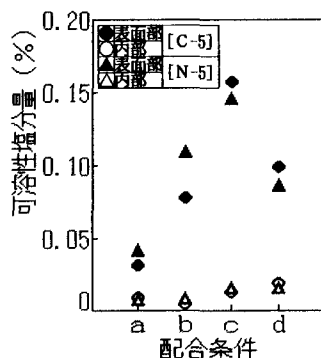


図-7 塩分の浸透状況