

水セメント比および空気量の異なるコンクリートの耐スケーリング性能に及ぼす凍結防止剤種類の影響

凍結防止剤 CDF試験
耐凍害性 スケーリング

正会員 ○三森 敏司*1
同 大楽 隆男*2
同 濱 幸雄*3

1. はじめに

凍結防止剤の作用により、コンクリートの凍結融解感受性は鋭くなり、その融氷塩溶液は凍害劣化を強めることが知られている [1]。本報では調合条件を変えたコンクリートの耐凍害性を RILEM CDF 法によって評価し、スケーリングに及ぼす凍結防止剤の影響を検討する。

2. 実験計画および方法

表-1に実験計画を示す。セメントは普通ポルトランドセメントを、細骨材は鶴居産陸砂、粗骨材は厚岸尾幌産砕石を用いた。各骨材の物理試験結果を表-2に示す。また、化学混和剤はAE減水剤標準形を用い、必要に応じて空気量調整剤を使用した。コンクリートの調合は、目標空気量、目標スランプが得られるように、試し練りにより定めた。調合を表-3に、練り上がり性状と4週圧縮強度を表-4に示す。

凍結融解試験は、RILEM CDF法に準拠して行った。10×10×20cmの梁型供試体を用いて、脱型後6日間水中で、21日間20℃65%RHの恒温室中で養生した試験体の打ち込み面を含む側面をブチルゴム付アルミテープでシールし、表-5に示す凍結防止剤3%水溶液と純水を用いて7日間の下面吸水を行い、その後、CDF試験装置で最高温度20℃(1時間保持)、最低温度-20℃(3時間保持)、温度勾配±10K/hourで1日2サイクルの下面吸水状態での一面凍結融解を28サイクルまで繰り返した。測定項目は質量変化、相対動弾性係数、剥離量である。剥離量は、各測定サイクル毎に試験容器ごと3分間の超音波洗浄を行い、溶液を濾過した後、剥離片を105℃で24時間乾燥させ、剥離片の質量を測定した。相対動弾性係数は、たわみ振動法と超音波速度法の2種類の方法で測定した。

3. 結果および考察

図-1に下面吸水試験による7日間の総毛細管吸水量を示す。吸水初日に全毛細管吸水量の約6割が吸水され、水セメント比別では65%のnonAEが純水を含む全ての溶液でAEの約2倍の高吸水量を示している。一方、水セメント比45%は65%nonAEの1/4～1/3程度の吸水量である。

図-2にCDF試験28サイクル終了後の総スケーリン

表-1 実験計画表

W/C (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	CDF試験までの養生条件	凍結融解試験
45, 55, 65	8 ± 2.5	5.0 ± 1.0	6日間水中+20℃3週乾燥	RILEM CDF法
65	8 ± 2.5	2.0以下		

表-2 骨材の物理試験結果

骨材種別	表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	単位容積質量 (kg/l)	実積率 (%)	粗粒率
細骨材	2.57	2.66	1.64	65.3	2.59
粗骨材	2.67	1.57	1.54	58.6	6.60

表-3 コンクリートの調合

記号	W/C (%)	s/a (%)	単位水量 (kg/m ³)	絶対容積 (1/m ³)			混和剤 (C×%)
				セメント	細骨材	粗骨材	
AF45	45	40.6	153	108	280	409	1.2*1
AF55	55	42.9	154	89	303	404	1.2*2
AF65	65	44.9	152	74	325	399	1.1
AFn65	65	45.8	175	85	334	396	-

*1: 空気量調整剤をC×0.002%使用

*2: 空気量調整剤をC×0.001%使用

表-4 練り上がり性状と圧縮強度

記号	フレッシュコンクリートの性状				4週強度 (N/mm ²)	
	練温 (°C)	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位容積質量 (kg/l)	標準水中	封緘
AF45	20.8	9.0	6.0	2.314	36.6	35.6
AF55	19.8	11.3	6.7	2.288	26.1	25.1
AF65	15.8	10.0	4.8	2.303	18.2	17.8
AFn65	20.0	9.0	2.0	2.370	29.8	26.8

表-5 凍結防止剤3%水溶液

No.	溶液の種類
1	粉碎塩*1
2	塩化カルシウム*1
3	酢酸カリウム*1
4	CMA 60*2
5	CMA 50*2
6	CMA 40*2
7	CMA 40*1
8	CMA 30*2
9	CMA 20*2
10	純水

*1: 製品

*2: 試薬混合

Influence of De-icing Agent to Scaling Resistance of Concrete with Different W/C and Air Content

MIMORI Toshiji, TAIRAKU Takao, HAMA Yukio

質量を示す。水セメント比 65% の nonAE は、毛細管吸収により凍結防止剤溶液を收容する能力が高いことから、スケーリング量が多く、酢酸カリウム、粉碎塩、塩化カルシウム、CMA30 では CDF のスケール限界量である 1500g/m² を超えている。他の水セメント比のコンクリートではいずれも 1500g/m² 以内に収まっており、特に水セメント比 45% は吸水量が少なく組織が緻密なためスケーリングは 3 - 52g/m² と少ない。

図-3 に凍結融解によるスケーリング深さの変化を示す。水セメント比 65% nonAE の凍結防止剤溶液では 1.1 - 0.4mm と 65% AE に比べ 4 倍程度の深さである。

なお、多量にスケーリングが認められた試験体でも相対動弾性係数は低下しておらず、コンクリートの内部劣化の発生は認められない。

4. まとめ

今回行った CDF 試験では、酢酸カリウム、粉碎塩、塩化カルシウムの 3% 水溶液のスケーリング量が多く、高水セメント比で空気が少ない場合にその傾向が顕著であることを示している。しかし、すべてのコンクリートで相対動弾性係数の低下は見られず、表層部のみの凍害劣化であることが確認された。

謝辞

本研究は (財) 釧路根室圏産業技術振興センターとの共同研究の一環として行われたものである。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

- [1] M.J.Setzer : Recommendation of RILEM TC 176-IDC, Materials and Structures, Vol.34, RILEM, pp.515-525, 2001.11

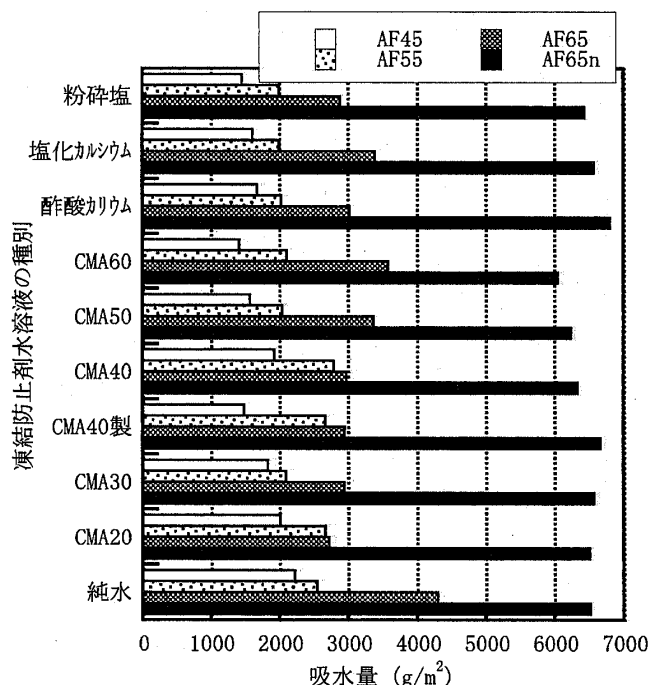


図-1 下面吸水試験による総毛細管吸水量

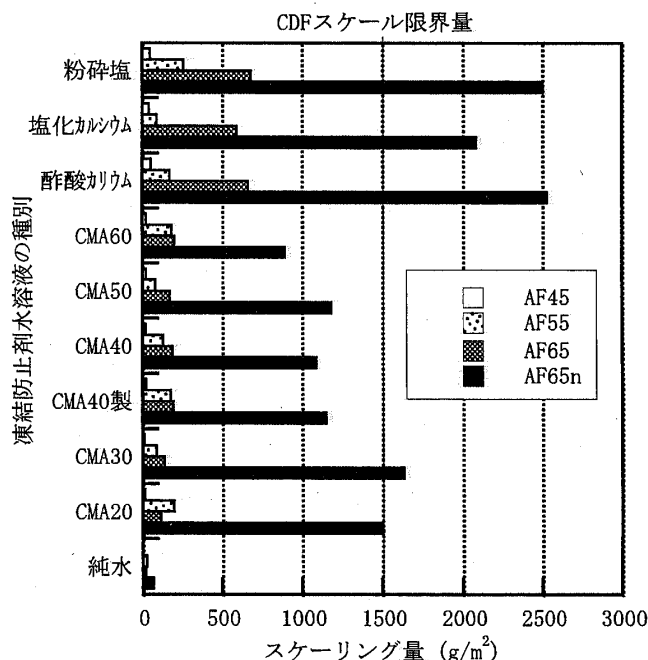


図-2 CDF 試験 28 サイクル終了後の総スケーリング量

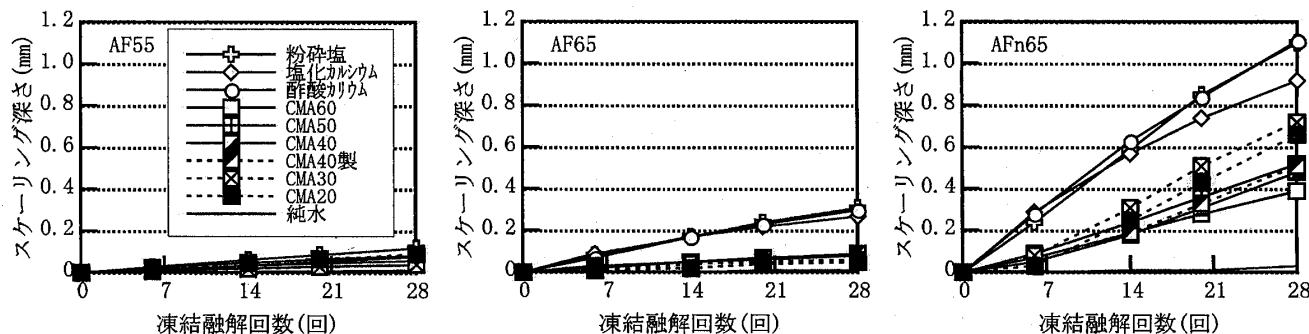


図-3 凍結融解によるスケーリング深さの変化

* 1 釧路工業高等専門学校 助教授
 * 2 釧路工業高等専門学校 教授
 * 3 室蘭工業大学 助教授・博士 (工学)

* 1 Assoc. Prof., Kushiro National College of Technology
 * 2 Prof., Kushiro National College of Technology
 * 3 Assoc. Prof., Muroran Institute of Technology, Dr.Eng