

表面改質材および被覆材によるコンクリートの凍害抑制効果

正会員 ○鈴木 好幸*
同 濱 幸雄**

表面改質材 表面被覆材 吸水率
スケーリング 凍結融解 耐凍害性

1. はじめに

近年コンクリート構造物の補修および劣化抑制対策として表面改質材が注目されている。しかし、特にケイ酸質系の表面改質材についてはその効果が明らかになっていないとはいえないのが現状である。

本研究では、表面改質材および被覆材を施工したコンクリート供試体を用いた凍結融解試験を行い、その凍害劣化抑制効果を比較検討した。

2. 実験計画および方法

使用したコンクリートは水セメント比 55%の non-AE コンクリートと水粉体比 31%の高流動コンクリートとした。使用材料は普通ポルトランドセメント（密度 $\rho = 3.16\text{g/cm}^3$ ）、フライアッシュ（原町火力発電所産 JIS II 種品）、陸砂（表乾密度 2.62g/cm^3 、吸水率 1.42%）、碎石（表乾密度 2.64g/cm^3 、吸水率 0.69%）および化学混和剤とした。表 1 にコンクリートの調合表を示す。また、普通コンクリート N を下地として表 2 に示す 6 種類の表面改質材および 3 種類の被覆材を施工し、補修材を用いないコンクリートを比較用として用いた。供試体の養生および補修材の施工、凍結融解試験の行程を図 1 に示す。凍結融解試験は JIS A 1148 A 法（水中凍結融解試験）、RILEM CDF 試験および CIF 試験により行った。

3. 実験結果

1) 水中凍結融解試験

図 2 に水中凍結融解試験における相対動弾性係数の変化を示す。比較用の普通コンクリートおよび表面改質材を塗布したものは 60 サイクル程度で動弾性係数の低下が見られ、その後の劣化は表面改質材を塗布したものがより促進されている。一方、被覆材を施工したものは

150 サイクル程度で劣化しており補修による耐凍害性向上の効果が認められる。また、高流動コンクリートは 300 サイクルの試験終了時においても健全であった。

2) RILEM CDF 試験

図 3 に CDF 試験における剥離量の変化を示す。表面改質材の種類によって剥離量に大きな差が見られる。ベースコンクリートと比べて、表面改質材 B、E は剥離量が 2.5 倍程度に増加し、C で同程度、A、D、F では剥離量が半分以下に低減させる結果となった。また、高流動コン

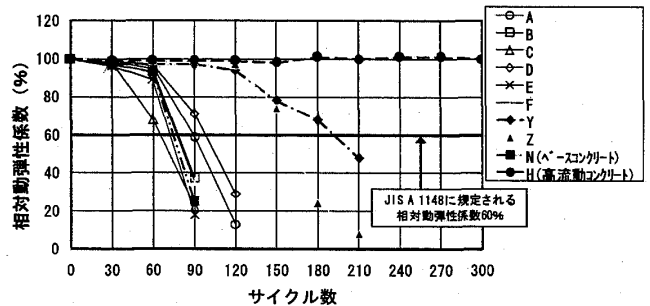


図 2 水中凍結融解試験結果

表 2 補修材の種類

試験体記号	コンクリートの種類	主成分
表面改質材	A	ケイ酸ナトリウム系改質材
	B	ケイ酸ナトリウム系、ケイ酸カリウム系改質材
	C	ケイ酸リチウム系改質材
	D	ケイ酸ナトリウム系改質材
	E	ケイ酸質系、シラン系改質材
	F	シラン系改質材
被覆材	X	エポキシ系被覆材
	Y	ウレタン系被覆材
	Z	エポキシ系、アクリル系、高分子エマルジョン被覆材

表 1 コンクリートの調合表

試験体記号	W/C (%)	FA/P (%)	W/P (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					混和剤添加率(%)				
					W	C	FA	S	G	減水剤	高性能 AE減水	AE剤	抑泡剤T1	抑泡剤T2
N	55	—	55	49.0	175	318	0	930	975	0.25	—	—	0.1	—
H	—	30	31	48.2	165	369	158	755	818	—	0.77	0.011	—	0.3

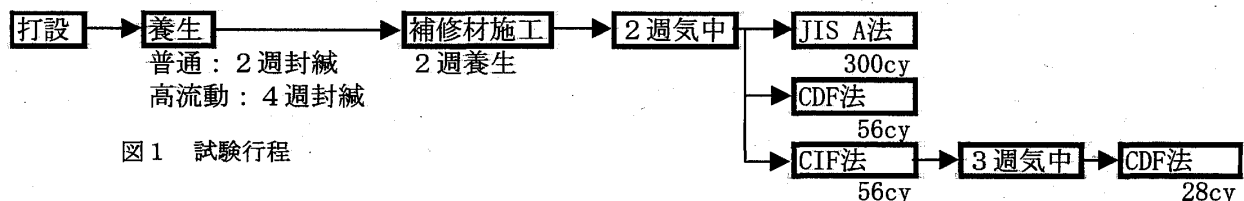


図 1 試験行程

Influence of Surface Penetrants and Coatings on Inhibition of Frost Damage.

SUZUKI Yoshiyuki and HAMA Yukio

クリートでは剥離はほとんど見られなかった。

3) RILEM CIF&CDF 試験

図4に CIF&CDF 試験中の吸水率の変化を示す。CIF 試験中はいずれの補修材もベースコンクリートよりも吸水率が低くなっている。しかし、一度乾燥させた後の CDF 試験では凍結融解中のポンピングによる吸水が顕著であり、表面改質材 B、C、F の吸水率がベースコンクリートを上回る結果となった。一方、被覆材および高流動コンクリートの吸水率は CIF 試験、CDF 試験の両期間を通じて低く保たれていた。

図5に CIF&CDF 試験での相対動弾性係数の変化を示す。CIF 試験中はいずれの供試体でも相対動弾性係数の低下は見られなかったが、CDF 試験終了時に表面改質材の一部に相対動弾性係数が低下傾向を示すものがあった。

図6に CIF&CDF 試験での剥離量の変化を示す。CIF 試験中はいずれの供試体でもほとんど剥離が見られなかったが、CDF 試験開始直後から C、B、F、ベースコンクリートの順に著しい剥離が見られた。これらの試験体は図4に示した CDF 試験(凍結融解中)の吸水率の多いものであった。また、2) で示した CDF 試験の結果と比べても剥離量は著しく増加しており、塩水が作用する以前の真水での凍結融解や乾燥の影響でスケーリングが起りやすくなることが示唆される。

ここで行った水中凍結融解試験、CDF 試験および CIF 試験による凍結融解試験の総合的評価結果を表3に示す。表面改質材による耐凍害性向上効果はほとんど期待できず、劣化(剥離)を促進させるものもある。一方、被覆材では高流動コンクリートと同等程度期待できる。

4. まとめ

- (1) JIS A 法では、表面改質材およびベースコンクリートは 60 サイクル程度で動弾性係数の低下が見られた。
- (2) CDF 試験時でベースコンクリートおよび表面改質材でスケーリング劣化(剥離)が生じた。
- (3) 耐凍害性の評価は表面改質材による耐凍害性向上効果はほとんど期待できず、劣化(剥離)を促進させるものもある。
- (4) 表面被覆材と高流動コンクリートは高い凍害抑制効果を期待できる。

【謝辞】

本研究の実施にあたり、東北電力(株)・成田健氏、小山慎一郎氏、室蘭工業大学卒業生・井田佳代子氏の協力を得た。記して、謝意を表す。

表3 補修材による耐凍害性向上効果の評価

試験方法	評価項目	A	B	C	D	E	F	X	Y	Z	H
A法	相対動弾性係数	△	×	×	△	△	×	—	○	○	◎
CIF法	吸水率・相対動弾性係数	△	△	△	△	△	△	○	○	○	○
CDF法	剥離量	○	×	×	○	×	○	—	—	—	◎
CIF+CDF法	剥離量	△	×	×	△	△	×	◎	◎	◎	◎
	総合評価	△	×	×	△	△	×	○	○	○	◎

(note) ×:効果なしor劣化促進 △:同等 ○:効果あり ◎:きわめて良好(ベースコンクリートとの比較)

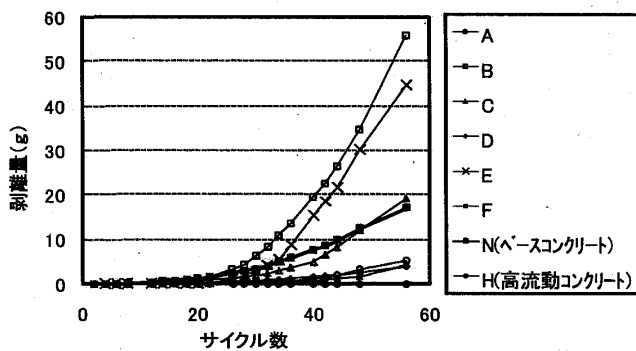


図3 CDF 試験結果(剥離量)

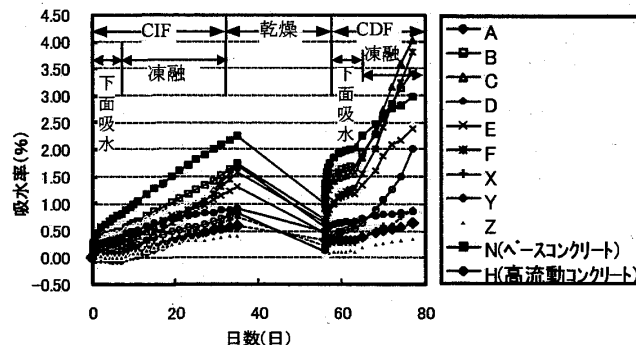


図4 CIF&CDF 試験結果(吸水率)

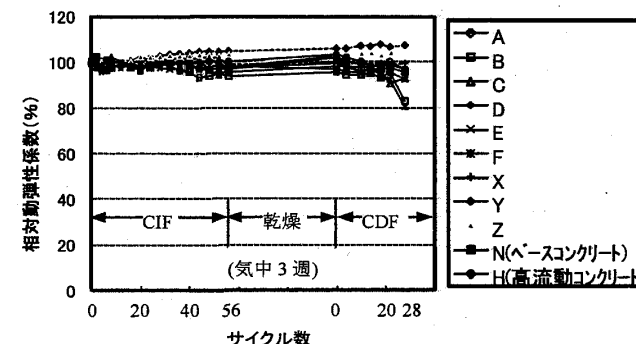


図5 CIF&CDF 試験結果(相対動弾性係数)

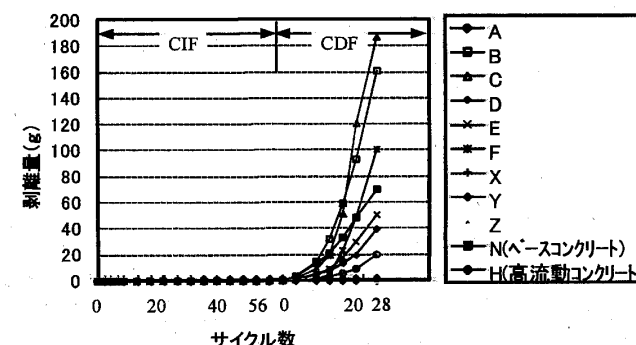


図6 CIF&CDF 試験結果(剥離量)

*室蘭工業大学大学院

**室蘭工業大学准教授・博士(工学)

*Graduate School, Muroran Institute of Technology

**Assoc.Prof., Muroran Institute of Technology, Dr.Eng