

膨張コンクリートの凍結融解抵抗性

電気化学工業（株）正会員 ○庄司 慎

電気化学工業（株）正会員 栖原 健太郎

電気化学工業（株）正会員 平井 吉彦

電気化学工業（株）吉野 亮悦

1. はじめに

膨張コンクリートの凍結融解抵抗性は、膨張材の種類、空気量、拘束の有無、骨材の種類などの影響を受ける。^{1)~5)} 今回、低添加型のカルシウムサルフォアルミネート・石灰複合系膨張材を用いた膨張コンクリートの圧縮強度、空気量および拘束の程度を要因として、膨張コンクリートの凍結融解抵抗性に与える影響を検討した。

2. 実験概要

表1に使用材料を、表2に実験要因、表3に実験水準とコンクリートの配合を、それぞれ示す。表3のPLは普通コンクリート、EXは膨張コンクリートを表している。水準1～3は、凍結融解抵抗性に及ぼす圧縮強度の影響を評価するため、W/Cを33.5、43.5、53.5%とした。水準1、4、5は、凍結融解抵抗性に及ぼす空気量の影響を評価するため、空気量を3.5、5.0、6.5%とした。以上の水準1～5は無拘束条件下でOPCを使用した。また、OPCを使用した水準1とLPCを使用した水準6は、鉄筋比を3通りに変化した。鉄筋比は、表2に示すように、JIS A 6202 付属書2（参考）に規定されている鉄筋比が0.95%のA法を基準として増減させた3通りを設定した。

コンクリートの練混ぜは20℃の環境下で行い、所定の空気量に調整した。

圧縮強度試験は、JIS A 1108 に準じた。凍結融解試験は、JIS A 1148 に準じ、水中凍結融解試験方法であ

表 1 使用材料

項目	品名
水 (W)	水道水
セメント (C)	普通ポルトランドセメント (OPC) 低熱ポルトランドセメント (LPC)
膨張材 (Ex)	カルシウムサルフォアルミネート・石灰複合系膨張材
細骨材 (S)	姫川水系産川砂
粗骨材 (G)	姫川水系産川砂利 (Gmax=25mm)
混和剤	リグニンスルホン酸化合物の AE 減水剤 アルキルエーテル系界面活性剤の AE 剤

表 2 実験要因

セメント	W/C(%)	空気量(%)	拘束の程度 (鉄筋比:%)	
OPC	33.5	3.5	OPC(水準1)	LPC(水準6)
			0.00	0.00
LPC	43.5	5.0	0.66	0.50
			0.95	0.95
	53.5	6.5	1.77	1.50

表 3 コンクリートの配合および実験水準

水準	名称	W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)			セメント種類	拘束の有無	圧縮強度 (N/mm ²)
					W	C	Ex			
水準1	1-PL	53.5	48.0	5.0	167	312	0	OPC	有	43.5
	1-EX	53.5	48.0	5.1	167	292	20	OPC	有	41.5
水準2	2-PL	43.5	46.2	5.2	167	384	0	OPC	無	55.7
	2-EX	43.5	46.2	4.9	167	364	20	OPC	無	52.6
水準3	3-PL	33.5	43.1	5.4	167	499	0	OPC	無	66.4
	3-EX	33.5	43.1	5.1	167	479	20	OPC	無	65.3
水準4	4-PL	53.5	48.0	3.5	167	312	0	OPC	無	45.6
	4-EX	53.5	48.0	3.9	167	292	20	OPC	無	41.8
水準5	5-PL	53.5	48.0	6.2	167	312	0	OPC	無	39.5
	5-EX	53.5	48.0	6.5	167	292	20	OPC	無	36.2
水準6	6-PL	41.0	50.0	5.1	165	401	0	LPC	有	62.9
	6-EX	41.0	50.0	5.4	165	381	20	LPC	有	64.7

キーワード 膨張コンクリート、膨張材、凍結融解、耐凍害性、圧縮強度、空気量

連絡先 〒949-0393 新潟県糸魚川市青海2209 電気化学工業(株)青海工場 セメント・特混研究部 TEL025-562-6301

る A 法を採用した。試験開始材齢は、OPC を用いた水準 1～5 は 28 日、LPC を用いた水準 6 は 91 日とした。試験開始材齢の圧縮強度を表 3 に併記する。動弾性係数は、JIS A1127 に準じて測定し、相対動弾性係数を求めた。

3. 実験結果

図 1 に無拘束条件下で、圧縮強度を変化させた場合の凍結融解試験の結果を示す。凡例中の数字は圧縮強度レベルである。普通コンクリート、膨張コンクリートともに、圧縮強度が大きくなるほど相対動弾性係数の減少は小さくなり、凍結融解抵抗性は向上した。また、膨張コンクリートの相対動弾性係数は、普通コンクリートに比べて早くに減少した。

図 2 に無拘束条件下で、空気量を変化させた場合の凍結融解試験の結果を示す。凡例中の数字は空気量である。空気量の増加に従い、相対動弾性係数の減少は小さくなり、凍結融解抵抗性は向上した。また、圧縮強度の影響と同様に、膨張コンクリートの相対動弾性係数は、普通コンクリートに比べて早くに減少した。

以上の結果より、無拘束条件下では圧縮強度、空気量の増加によって、凍結融解抵抗性が向上することが確認された。

拘束の程度を変化させた場合の凍結融解試験の結果を、図 3 に示す。凡例中の数字は鉄筋比である。OPC, LPC 共に、拘束を与えた供試体は、いずれも 300 サイクルにおける相対動弾性係数が 60% 以上であった。図 3 a) に示すように、鉄筋比が 0.66% 程度のわずかな拘束を導入することで、凍結融解抵抗性が大きく向上した。また、普通コンクリートと膨張コンクリートによる相対動弾性係数の差異は認められず、拘束の程度による差異も認められなかった。

4. まとめ

低添加型のカルシウムサルフォアルミネート・石灰複合系膨張材を用いた膨張コンクリートの凍結融解抵抗性について実験的に検討した結果、以下の知見を得た。

- (1) 無拘束条件下においては、圧縮強度、空気量を増加することで、凍結融解抵抗性は向上した。
- (2) 無拘束条件下では凍結融解抵抗性に優れない場合でも、拘束を導入することで、凍結融解抵抗性は向上することが確認された。

参考文献

- 1) 国府勝郎：膨張コンクリートの凍結融解抵抗性に関する基礎研究，土木学会論文報告集，No.334，pp.145-154，1983
- 2) 日本セメント中研：膨張コンクリートの耐久性，セメント工業，No.197，pp.13-20，1986
- 3) 堀田宣道，北川一孝，林幹夫：膨張コンクリートの凍結融解抵抗性，セメント・コンクリート，No.504，pp.24-30，1989
- 4) 高橋幸一，浅野研一，辻野英幸，豊田邦男：膨張コンクリートの耐凍害性に及ぼす影響とその機構について，「膨張コンクリートによる構造物の高機能化／高耐久化」に関するシンポジウム，pp.79-84，2003
- 5) 水野津与志，伊澤暢恭，中村泰誠：膨張コンクリートの膨張が及ぼす組織構造の変化と凍結融解抵抗性，日本道路会議論文集，Vol.26th，14034，2005

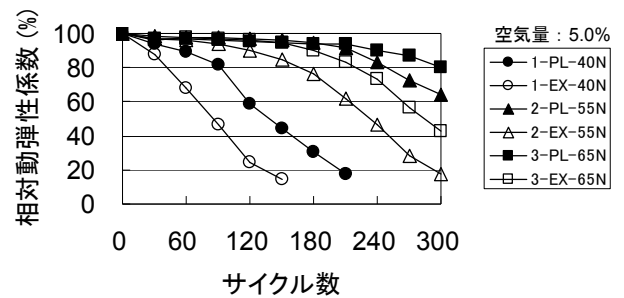


図 1 圧縮強度と相対動弾性係数の関係

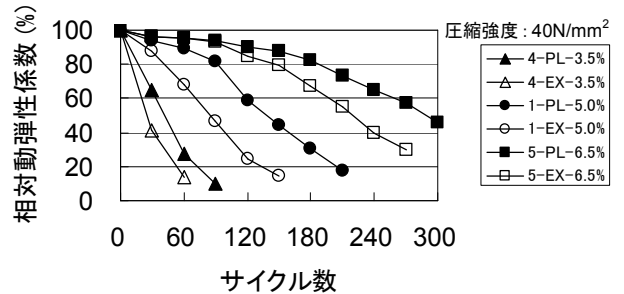


図 2 空気量と相対動弾性係数の関係

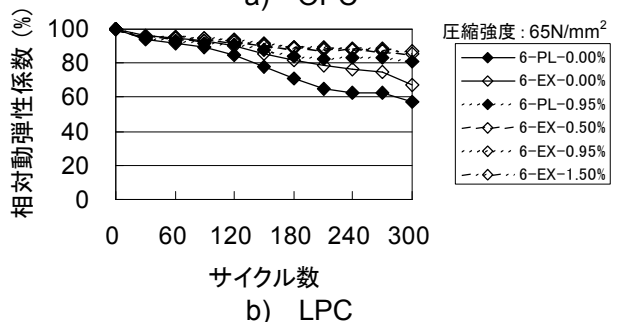
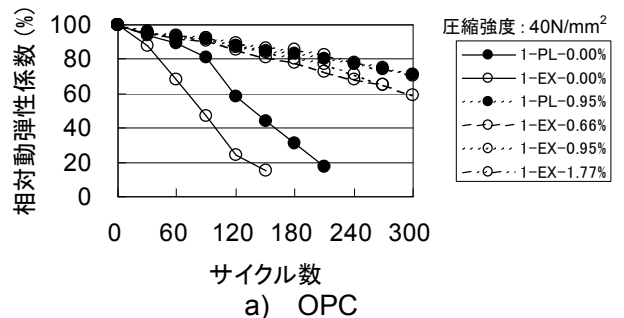


図 3 拘束の程度と相対動弾性係数の関係