

V-145 超 速 硬 セ メ ン ト コ ン ク リ ー ト の 耐 凍 結 融 解 性 に 関 す る 研 究

豊田工業高等専門学校 正員 中嶋清実
名古屋工業大学 正員 吉田研智

1. ま え が き

超速硬セメントコンクリート特性を考慮すると、寒中コンクリート工事において、とくにその長所を発揮すると思われる。その場合には気象作用に対する抵抗性が重要となる。これについて検討するために、短期材令および低温時の硬化初期における超速硬コンクリートの凍結融解試験を行った。

2. 使用材料およびコンクリートの配合

使用材料は、セメント：S社製超速硬セメントおよび普通ポルトランドセメント、骨材：粗骨材は静岡県天竜川産の川砂利(比重2.65,粗粒率6.87,最大寸法25mm),細骨材は岐阜県揖斐川産の川砂と愛知県木曽川産の川砂を粒度調整(比重2.56,粗粒率2.74)を行って使用、凝結遅延剤：超速硬コンクリートのみ専用凝結遅延剤を単位セメント量の0.3%添加,AE剤：T社製AE剤を超速硬コンクリートは0.0083%,普通コンクリートは0.0075%添加,である。

表 1 コ ン ク リ ー ト の 配 合

コンクリートの配合は、超速硬コンクリートおよび普通コンクリートとも試練りより求め、その結果が表1である。コンクリートの種類は、JC:超速硬セメントを用いた超速硬コンクリート,JAC:超速硬セメントを用いたAEコンクリート,OC:普通セメントを用いたプレーンコンクリート,OAC:普通セメントを用いたAEコンクリート,である。また、数字300,350,400は単位セメント量を示す。

コンクリートの種類	空気量の範囲(%)	セメントの範囲W/C(%)	細骨材率S/a(%)	スランパの範囲(cm)	単 位 量 (kg/m ³)				専用凝結遅延剤(cc/m ³)	AE剤(cc/m ³)
					水W	セメントC	細骨材S	粗骨材G		
JC 300	1.5	50	41	7.5±1.5	150	300	773	1150	990	—
JC 350	1.5	45	39	7.5±1.5	157	350	712	1152	1150	—
JC 400	1.5	41	37	7.5±1.5	162	400	655	1154	1320	—
JAC 300	4.5±1.0	47	39	7.5±1.5	140	300	715	1158	990	250
JAC 350	4.5±1.0	41	37	7.5±1.5	145	350	658	1160	1150	290
JAC 400	4.5±1.0	38	35	7.5±1.5	150	400	603	1160	1320	330
OC 300	1.5	54	45	7.5±1.5	161	300	839	1062	—	—
OC 350	1.5	47	42	7.5±1.5	164	350	763	1091	—	—
OC 400	1.5	42	39	7.5±1.5	168	400	690	1116	—	—
OAC 300	4.5±1.0	50	42	7.5±1.5	150	300	763	1090	—	225
OAC 350	4.5±1.0	44	39	7.5±1.5	153	350	690	1117	—	262
OAC 400	4.5±1.0	39	36	7.5±1.5	157	400	618	1137	—	300

コンクリートの練り混ぜは100Lのパンタイプ強制練りミキサーを使用し、練り混ぜ時間を2分間とした。

3. 実験方法

凍結融解試験は、ASTM C666-75の方法(水中急速凍結融解試験)に従い、凍結融解サイクルは-17.8℃～+4.4℃の温度範囲で、1日8サイクルで行った。供試体寸法は7.5×10×40cmである。

養生方法および材令は、A:2℃恒温水槽内で14日水中養生、B:

表 2 凍 結 融 解 試 験 結 果 お よ び 気 泡 組 織 測 定 結 果

コンクリートの種類	養生方法	供試体番号	練り混ぜ空気量(%)	圧縮強度(kg/cm ²)	凍 結 融 解 試 験 結 果				気 泡 組 織 測 定 結 果		
					凍結一回の凍結率(%)	凍結二回の凍結率(%)	凍結三回の凍結率(%)	凍結四回の凍結率(%)	空気量(%)	比表面積(cc/m ³)	凍結融解係数(%)
JC 300	A	1	2.1	4.24	24.8	5.9	-2.35	4.8	2.44	8.3	48.9
	B	2		2.87	6.3	4.4	-7.20	9			
	C	3		4.8	—	—	—	—			
	A	4		4.30	20.8	4.9	-7.24	3.4			
JC 350	B	5	1.6	3.66	14.7	3.6	-1.10	1.7	1.52	14.0	400
	C	6		4.0	—	—	—	—			
	E	7		5.9	—	—	—	—			
	A	8		4.59	30.0	9.6	-7.60	9.6			
JC 400	B	9	1.5	4.15	13.2	4.6	-8.48	2.0	1.56	8.7	675
	D	10		3.71	13.2	3.7	-1.75	1.6			
	A	11		4.10	30.0	9.7	-1.59	9.7			
	B	12		3.31	19.1	4.0	-0.62	2.5			
JAC 300	C	13	4.2	6.0	7	3.9	-17.03	1	4.52	133	164
	E	14		7.3	17	24	-9.10	1			
	A	15		4.19	30.0	9.9	-0.84	9.9			
	B	16		3.42	30.0	9.4	-0.13	9.4			
JAC 350	C	17	5.0	5.2	—	—	—	—	4.72	161	151
	E	18		8.0	—	—	—	—			
	A	19		4.63	30.0	9.5	-0.69	9.5			
	B	20		4.25	22.0	9.9	-0.21	9.9			
JAC 400	C	21	4.6	5.9	7	21	-5.63	0	4.92	132	221
	F	22		9.1	15	28	-6.30	1			
	A	1		2.98	4.3	5.9	-0.04	8			
	B	2		3.78	5.8	3.5	-12.80	7			
OAC 300	A	3	1.7	4.36	5.8	4.8	-1.24	9	1.44	78	763
OAC 350	A	4	4.4	2.68	30.0	81	-8.53	81	6.88	115	169
OAC 400	A	5	4.0	3.04	30.0	97	-5.22	97	6.68	138	172
OAC 400	A	6	3.6	3.34	30.0	97	-5.58	97	3.16	147	272

21℃の恒温室内で1日間湿空養生, C: 4℃の低温養生槽内で1日間湿空養生, D: 10℃の低温養生槽内で1日間湿空養生, E: 4℃の低温養生槽内で2日間湿空養生, F: 4℃の低温養生槽内で4日間湿空養生である。

コンクリート中に運行された空気室の組織が耐久性におよぼす影響を調べるために、硬化コンクリートの気泡を測定した。硬化コンクリートの気泡組織の測定はASTM C 45-71の修正ポイントカウント法により行った。

4. 結果および考察

結果を表2、図1、2に示す。図1によれば、超速硬コンクリートはプレーンコンクリートであっても、いずれのセメント量の場合も抵抗性は著しく大きく、特にJC 400-Aにおいては、300サイクルの凍結融解を受けた

のちにおいても動弾性係数が低下しないことが示された。これは超速硬コンクリートのセメントペーストの強度が大きく緻密な構造をなしていること、骨材とペーストとの付着が大きいことなどのためと考えられる。

また図2によれば、超速硬AEコンクリートは単位セメント量350 kg/m³以上(W/c=40%以下)であれば標準養生1日で、14日間標準養生したコンクリートと同程度の抵抗性を示すことが認められた。しかし、超速硬コンクリートがAEコンクリートであっても4℃の低温で1日、2日、4日と養生した硬化初期にある供試体は、いずれのセメント量の場合も凍結融解に対する抵抗性を発揮しなかった。ちなみにJAC 400-Fの場合は凍結融解開始時の圧縮強度は91 kg/cm²であるが、15サイクルの時点で相対動弾性係数は21%に減少した。気泡間隔係数の測定結果を表2に示す。AEコンクリートの気泡間隔係数は超速硬が164μ(JAC 300-B)、151μ(JAC 350-B)、221μ(JAC 400-B)であり、普通が169μ(OAC 300)、172μ(OAC 350)、272μ(OAC 400)であった。気泡間隔係数が小さくても低温養生した場合の硬化初期における超速硬AEコンクリートでは凍結融解に対する抵抗性は期待できない。

またJC 400-Aの様に気泡間隔係数が大きく(676μ)でも、セメント量が多くて(W/cが低くて)、圧縮強度が大きく(459 kg/cm²)ければ凍結融解に対する抵抗性が著しく高くなることがわかった。

図1 プレーンコンクリートの凍結融解試験結果

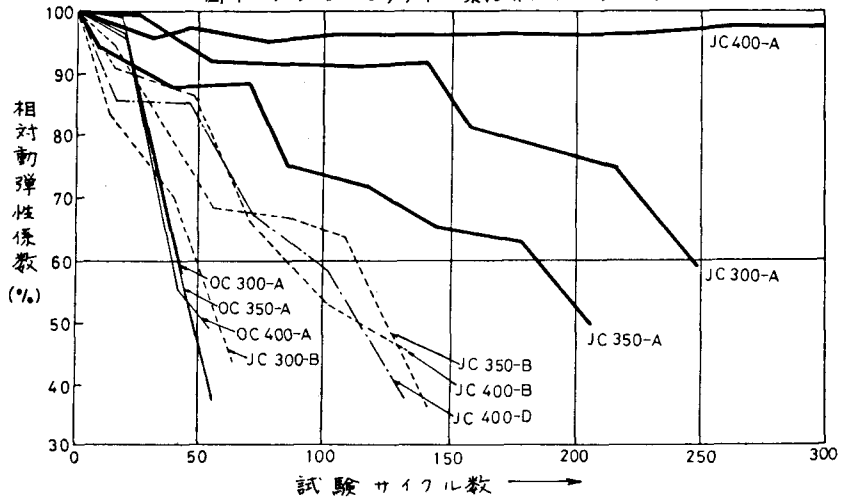


図2 AEコンクリートの凍結融解試験結果

