

名古屋工業大学 正員 吉田弥智

豊田工業高等専門学校 正員 中嶋清実

1. 目的

近年、超速硬セメントが各種の寒中工事用として使用されていることから、超速硬セメントコンクリートの強度が、養生条件である温度、特に低温において、どのような強度発現性状を示すかを知ることは重要なことである。

それゆえ、今回は超速硬セメントコンクリートが硬化初期に凍結を受けた場合、および硬化後凍結融解を受けた場合、どのような性状を示すかを知るための実験を普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートと比較して行った。

2. 方法

(1) 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2.66, 粗粒率7.03, 最大寸法25mm)と細骨材は岐阜県揖斐川産の川砂(比重2.59, 粗粒率2.81)を粒度調整を行って使用、凝結遅延剤：超速硬コンクリートのみジェットセッター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単位セメント量の0.005%添加、普通コンクリートは0.01%添加、である。

(2) コンクリートの配合など、超速硬コンクリートおよび普通コンクリートとも、試練りより求めた。その結果が表-1である。ここで略号は、OC：普通ポルトランドセメントを用いたプレーンコンクリート、JC：超速硬セメントを用いたプレーンコンクリート、OCA：普通ポルトランドセメントコンクリートにAE剤を添加したAEコンクリート、JCA：超速硬セメントコンクリートにAE剤を添加したAEコンクリート、である。コンクリートの練り混ぜは100LのPan型強制練りミキサーを使用し、2分間練り混ぜた。

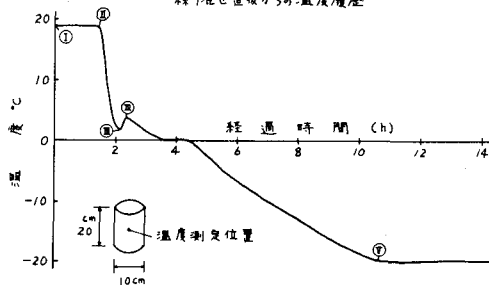
(3) 初期凍害耐力の検討、 $10\text{ kg/cm}^2 \sim 80\text{ kg/cm}^2$ の凍結直前強度をいろいろ得るために、型枠打込み後低温養生槽に放置するまでの時間を種々変化させた。低温養生槽の温度は -20°C である。その結果は表-2の通りである。超速硬コンクリートは -1°C 程度で凍結することがわかっているので、凍結直前強度を知るために、自記温度計を目視して、供試体の内部温度が 2°C 程度になった時、凍結直前強度としてその後の圧縮試験を行った。その他の供試体は脱型後、 3°C 程度に冷やした。

表1 コンクリートの配合

種類	骨材最大寸法 (mm)	スラブの範囲 (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/G (%)	単 位 量 (kg/m^3)					
						水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	AE剤 量	19-9- SC
OC	25	75±15	1.5	4.6	4.1	162	350	756	1118	—	—
JC	25	75±15	1.5	4.6	3.9	162	350	716	1149	—	1050
OCA	25	75±15	4.5±1	4.3	3.9	149	350	702	1128	17.5	—
JCA	25	75±15	4.5±1	4.2	3.7	146	350	665	1163	33.3	1050

表2 コンクリートの凍結直前強度とその時の練り上がり状態

種類	番号	凍結直前強度 (kg/cm^2)	低温槽に入 るまでの時間 (h-m)	スラブ (cm)	空気量 (%)	練り上がり 温度 ($^\circ\text{C}$)
OC	1	14.5	12-00	7.3	—	16.0
	2	38.6	14-09	6.5	—	25.0
	3	55.8	17-11	6.7	—	23.0
JC	1	16.2	0-45	8.3	—	20.5
	2	33.1	1-03	9.4	—	22.0
	3	50.4	0-55	11.7	—	26.0
	4	61.8	1-08	6.7	—	26.0
OCA	1	18.5	13-00	6.3	4.2	16.0
	2	40.1	26-08	6.0	4.1	13.0
	3	73.5	32-15	7.0	4.5	15.0
JCA	1	20.5	1-39	6.5	4.9	17.0
	2	27.6	1-34	7.9	5.3	18.5
	3	46.2	2-15	7.7	5.3	17.5
	4	77.7	3-20	6.5	5.5	15.0

図1 凍結直前強度27.6 kg/cm^2 のJCAの練り混ぜ直後の温度履歴

た水と一緒に水枕の中に入れ、再び -20°C の低温養槽で所定材令まで水中養生を行った。図-1が凍結直前強度 27.6 kg/cm^2 のJCA練り混ぜ直後の温度履歴である。図中の番号は、①：練り混ぜ成型、②：低温恒溫槽に放置、③：凍結直前強度試験、④：脱型、低温槽内放置、⑤：コフリート内部温度 -20°C 、時刻である。練り上がり温度 20°C 程度のコフリートを -20°C の低温槽に放置すると、1時間以内にコフリートの内部温度は 0°C に達している。

(4)急速凍結融解試験、急速凍結融解試験はASTM C-192, C-215に基づくもので、 $+4.4^{\circ}\text{C} \sim -17.8^{\circ}\text{C}$ までの繰り返しを1日8サイクルで行う水中凍結融解試験である。試験に用いた供試体は28日間標準養生を行ったものである。

3. 結果および考察

一般に、コフリートは初期硬化過程に凍結を受ける場合には、凍結以前にある程度の強度を発現している必要がある。そこで、 $10\text{ kg/cm}^2 \sim 80\text{ kg/cm}^2$ 程度の凍結直前強度で -20°C 養生を行った場合、材令28日ではどの程度の強度を発現するかを示したものが図-2である。凍結直前強度 50 kg/cm^2 以下では、超速硬コフリートおよび普通コフリートとも同程度の伸び率を示している。しかし 50 kg/cm^2 を超えると、超速硬コフリートは著しく高くなることが認められる。

次に、各種凍結直前強度において -20°C 養生を行った場合、超速硬A型コフリートの材令と圧縮強度の関係を図-3に示す。このように凍結直前強度が低い場合には普通コフリートと同様、材令が増しても強度の増進は期待出来ない。なお、凍結させた供試体は完全に凍結を解いてから圧縮強度試験を行った。

また、凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係を示す図-4の通りである。フレンコフリートについては、普通コフリートよりも超速硬コフリートの方が大きい凍結融解抵抗性を示した。これは超速硬コフリートの「ブリッジ」水が非常に少ないために氷圧によるコフリートの劣化を受けにくいと考えられる。またA型コフリートになると、両コフリートともエントレインドエアーの効果により300サイクルまでは、同程度の抵抗性を示した。

本実験から、超速硬コフリートは普通コフリートと比較して、初期凍結耐力を非常に短時間に得られること、凍結直前強度が 50 kg/cm^2 以上になると凍結を受けても強度の増進率が大きいこと、凍結融解抵抗性が大きいことなどがわかった。

最後に、本研究は昭和53年度土木学会吉田奨励金を受けて行ったものであり、ここに謝意を表するものであります。

図2 凍結直前強度と28日強度

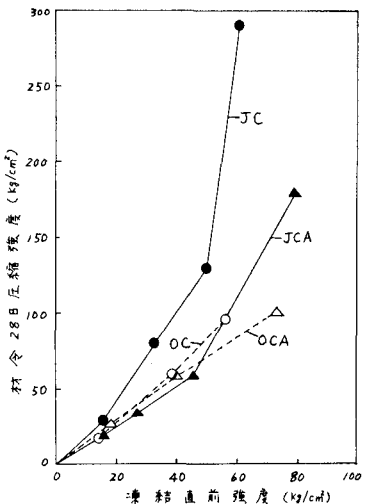


図3 各種凍結直前強度において -20°C 養生を行った場合のJCAの材令と圧縮強度

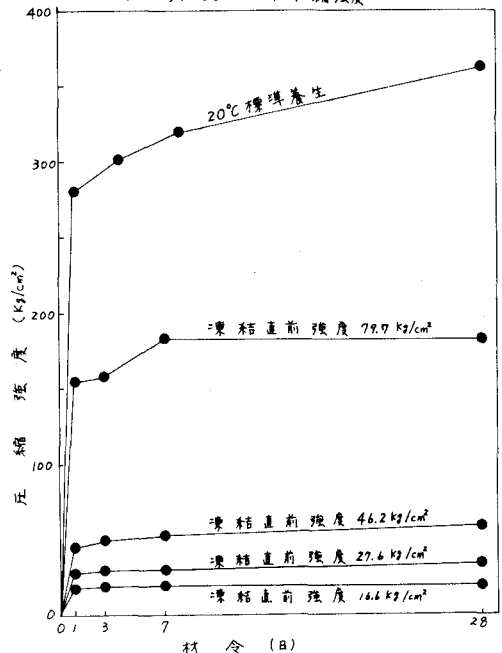


図4 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数

