

豊田工業高等専門学校 正員 中嶋清晃
名古屋工業大学 正員 吉田弥智
小野田セメント(株) 仰木 肇

1. 目的

これまで、著者らは超速硬セメントを用いた寒中コンクリートの研究を実施し、主として低温下におけるコンクリートの強度性状を明らかにしてきた。いまや、超速硬セメントは冬期のみでなく、1年を通じて使用されるようになってきている。本研究は1年を通じての施工に必要な資料を得る目的で、打込み温度、養生条件としての低温・高温および乾湿がコンクリート強度におよぼす影響を明らかにしようとするものである。

2. 方法

表-1 コンクリートの配合

使用材料は、セメント：超速硬セメント（〇社），粗骨材：天竜川産川砂利（比重=2.65，粗粒率=7.01，吸水率=0.96%），細骨材：揖斐川産粗砂と木曽川産細砂を混合し粒度調整したもの（比重=2.59，粗粒率=2.75，吸水率=1.80%），混和剤

練り上がり温度 (℃)	コンクリート種類	骨材最大寸法 (mm)	スランピング範囲 (cm)	目標空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/G (%)	単位量 (kg/m ³)					
							水	セメント	細骨材	粗骨材	高性能減水剤	専用凝結遅延剤
20	減水剤使用	25	15±25	2.4	36	45	350	127	856	1073	7	0.7
		25	15±25	2.4	34	43	400	138	789	1073	8	0.8
		25	15±25	2.4	32	41	450	144	691	1113	9	0.9
	アレン	25	15±25	1.5	43	42	350	152	786	1110	—	0.7
		25	15±25	1.5	41	40	400	167	716	1098	—	0.8
		25	15±25	1.5	38	38	450	173	658	1100	—	0.9

：高性能減水剤（K社製マイテ-150，C×2%），専用凝結遅延剤（〇社製ツェットセッター），である。

試し練りより決定した練り上がり温度20℃の場合の配合を表-1に示す。

練り混ぜは100Lのパンタイが強制練りミキサーを用い、練り混ぜ時間を3分間とした。

強度試験用の供試体寸法は外部の温度が短時間に伝わるようにφ10×20cmの円柱供試体とした。

打込み温度と強度に関する実験は、打込み温度を5℃、10℃、20℃、30℃、40℃の5種類とした。そして、型枠打込み後30分間それぞれの打込み温度に保った後、20℃の恒温室に入れ、1日後脱型し、所定材令まで水中養生を行った。この時の材令は、3h、6h、1d、7d、28d、91d、の6種類である。

養生条件と強度に関する実験は、養生条件を乾燥と水中の2種類とし、養生温度を5℃、20℃、40℃の3種類とした。

また、打込み時からの供試体の内部温度を自記温度記録計により計測した。

3. 結果および考察

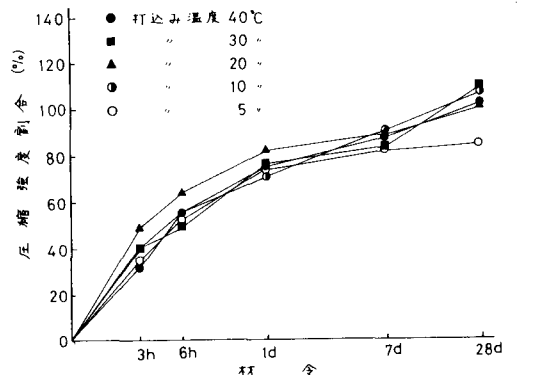


図1 打込み温度別強度発現割合（減水剤使用C=400kg/m³）

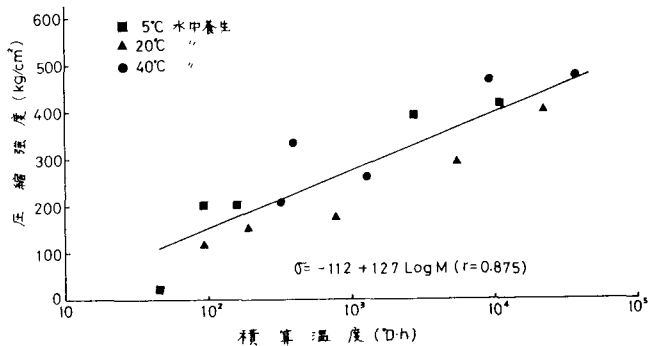


図2 W/C=36%の場合の積算温度と圧縮強度（アレン）

図1は打込み温度20℃の28日強度を100%としたときの、セメント量400kg/m³で、減水剤使用コンクリートの打込み温度別強度発現割合である。この図から、減水剤使用コンクリートの場合、強度はほとんど打込み温度に影響しないことがわかる。これを、材令28日の強度割合の最大と最小の差と比較すると、プレーンコンクリートは50%程度であるのに対し、減水剤使用コンクリートは10%~20%であった。

図2,3は自記温度記録計の温度履歴より算出した積算温度と圧縮強度の関係である。図2はプレーンコンクリートで、図3は減水剤使用コンクリートの場合である。

これらの図から、養生温度が5℃~40℃(低温~高温)の場合であっても、圧縮強度と積算温度の関係は $\sigma = A + B \log M$ という関係式で表わせることがわかる。しかし、一般のコンクリートと異なって、超速硬コンクリートの場合には積算温度1000D・h付近において変曲点が表われるために、特に減水剤を使用する場合には、2つの関係式により近似することが適当と思われる。変曲点は、プレーンコンクリートの場合には割点が少ないために明確には認められないが、減水剤使用コンクリートの場合には認められる。

図4,5はW/C=34%の場合であるが同様に上記のことがいえる。

変曲点が表われる理由としては、超速硬セメントは注水後、カルシウムフルオロアルミネート ($C_{11}A_7 \cdot CaF_2$) と無水セッコ

う ($CaSO_4$) とが水和して、エトリンガイト ($C_3A \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$) とモノサルフェイト水和物 ($C_3A \cdot CaSO_4 \cdot 12H_2O$) を生成し、その後カルシウムシリケート (主としてエーライト, C_3S) が水和して、けい酸カルシウム水和物 (C-S-H) と水酸化カルシウム [$Ca(OH)_2$] を水和過程を経る。超速硬セメントの早期強度の発現は主としてエトリンガイトの活発な生成によるものであり、その後の強度の発現はエーライトの水和によるC-S-Hの生成に依存している。つまり、超速硬セメントは強度発現過程において、生成時期を異にする2種類の水和物 (エトリンガイトとC-S-H) が生成するからである。

また、これまで初期材令での超速硬コンクリートの強度を正確に把握することが困難であったが、積算温度式の適用によりかなり正確に把握できるようになった。

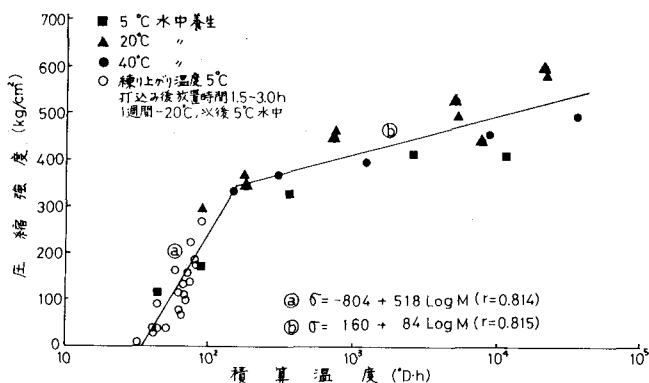


図3 W/C=36%の場合の積算温度と圧縮強度(減水剤使用)

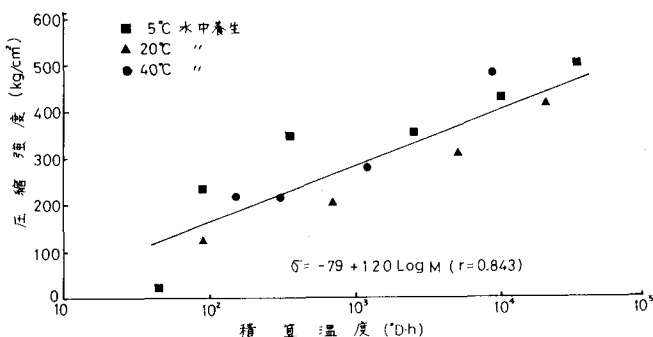


図4 W/C=34%の場合の積算温度と圧縮強度(プレーン)

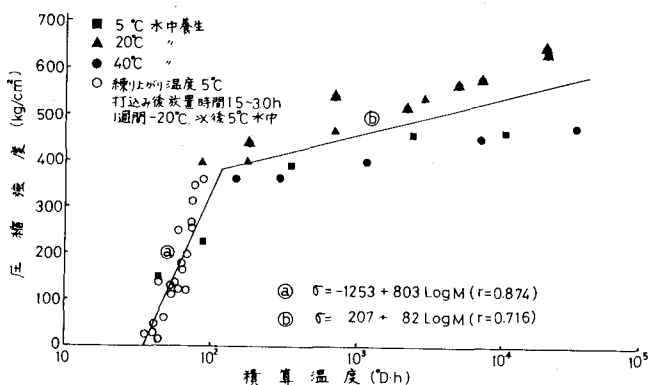


図5 W/C=34%の場合の積算温度と圧縮強度(減水剤使用)