

(50) 各種養生温度におけるセメントの結合水量とモルタルの圧縮強度の関係

秋田大学 正員 徳田 弘

同 〇加藤明正

同 若菜 薫

1. まえがき

モルタルを骨材とセメントペーストから成る二相材料とみなしたとき、一般にその強度は骨材よりも、むしろ硬化したセメントペーストの性質の影響を大きく受ける。硬化したセメントペーストは、セメントの水和反応によりできる水和セメント、結合水、ゲル水などからなり、これらの構成成分比率を知ることにより、その強度特性を調べることができると思われる。ここに、フロー値を一定にしたモルタルの各種養生温度におけるセメントの結合水量と圧縮強度を測定し、若干の考察を加えたのでその結果を報告する。

2. 実験概要

使用材料は、普通ポルトランドセメント(比重3.15)、川砂(比重2.50、吸水量3.21%、粗粒率2.25)であり、その配合を表-1に示す。供試体は、 $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ で養生温度は、5.0, 12.5, 20.0, 27.5, 35.0℃の5種類とし、材令1, 3, 7, 14, 28日で強度試験を行なった。実験方法はJIS R 5201に準じた。供試体成形後、所定の養生温度に保たれている湿気箱内で20~24時間湿気養生した後、同温度の恒温養生水槽に入れて所定の材令まで養生した。結合水は、試験材令まで養生した供試体を定温(100~110℃)で定重量となるまで乾燥し、その重量と供試体成形時重量(練りませ水を除く)との差を結合水とみなす定温法により測定した。

3. 実験結果および考察

図-1の(イ)、(ロ)は、養生温度20.0℃のときの圧縮強度 σ_c (kg/cm^2)と材令(日)、水セメント比 W/C (%)との関係を、(ハ)は、 $W/C=50\%$ のときの養生温度(℃)と σ_c との関係を示す。図-2は、図-1で示されている養生温度20.0℃、材令28日、 $W/C=50\%$ の $\sigma_c=366\text{ kg/cm}^2$ を1として、他の養生温度での強度を圧縮強度比に換算して示したものである。これらの図より、養生温度が5.0~27.5℃では、 σ_c は増加しているが、35.0℃になると7日以降の σ_c は減少する傾向が認められる。図-3は、 $W/C=50\%$ のときの積算温度 $M(^{\circ}\text{D}\cdot\text{D})$ と σ_c との関係を、 M を横

表-1

骨材の最大粒径範囲 (mm)	フロー値 (mm)	空気量 (%)	W/C (%)	単位量(kg/m ³)		
				W	C	S
5	85±5	1.2	30	363	206	605
		3.7	40	274	687	1178
		5.6	50	266	532	1273
		6.0	60	270	447	1320
		4.9	70	287	410	1335

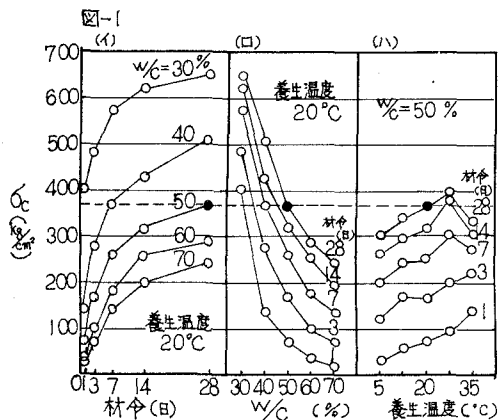
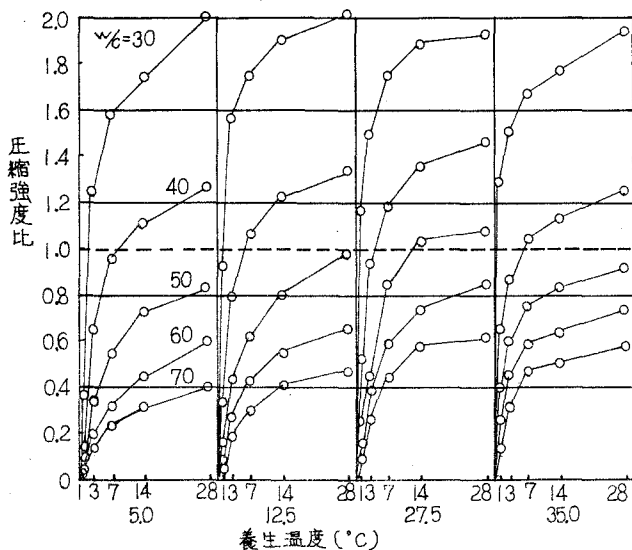


図-2



軸対数目盛に σ_c を縦軸にとって示したものである。 M と σ_c の間にはある関係が存在すること既に明らかであるが、この図よりほぼ直線関係が認められ、実験値に直線式をあてはめた結果を図中に併記してある。各 $\%c$ に対して同様な実験式 $\sigma_c = a \log M + b$ をあてはめると、 a は強度の発現傾向を意味し $\%c$ が大きいくほど小さくなることわかった。図-4は、養生温度20.0℃のときの単位結合水量 $W_c(\%)$ を横軸に σ_c を縦軸にとりその関係を示したものである。ここに W_c は、セメントモルタル容積を1としてみたときの結合水量をそれぞれ表わしたものである。これらの実験値に直線式をあてはめた結果を図中に併記した。各種養生温度ごとに同様な実験式をあてはめると W_c と σ_c の関係はほぼ近似した関係にあることがわかる。したがって全実験値に対する同式 $\sigma_c = 5.492 W_c - 227$ (相関係数0.93414)から養生温度、 $\%c$ に関係なく W_c を測定することにより、強度試験をすることなく σ_c の近似値を推定することのできる可能性があると思われる。また、この実験式において W_c がある数値以下になると σ_c は負になってしまうが、これはセメントモルタルの練りまぜ後、凝結過程においてモ水和反応は進んでいて、強度を発現するまでは相当量の結合水かきできるためと推察される。図-5は、養生温度20.0℃で $\%c=50\%$ のモルタル中のセメントペースト部分について、水和反応により生じる空げき、自由水、ゲル水、結合水、水和セメント、未水和セメントを求め、材令の相違による各成分の構成容積百分率を示したものである。これらの構成成分は、チェルニンによるセメントの硬化に関する概念より算出した。この図より材令が大きくなるほど自由水、未水和セメントは減少し、空げき、ゲル水、結合水、水和セメントは増加する傾向が認められる。水和反応速度は、 $\%c$ 、養生温度が高いほど早く、特に初期養生においてその傾向が著しいことが他の構成図でも明らかに知ることのできた。図-6は、養生温度20.0℃において直接強度に影響を及ぼすと思われるゲル水、結合水、水和セメントの容積百分率を V_g とし、空げき、自由水の容積百分率を P として、その比 V_g/P を横軸に、 σ_c を縦軸にとりその関係を示したものである。これらの実験値に直線式をあてはめた結果を図中に併記した。各種養生温度に同様な実験式をあてはめると、 V_g/P と σ_c の関係は近似していることが認められる。ここに全実験値に対する同式は、 $\sigma_c = 270 V_g/P - 136$ (相関係数0.95893)となり、この式で $\sigma_c=0$ とすれば $V_g/P \approx 0.5$ となる。これより、 $V_g/P \approx 0.5$ となるときにセメントモルタルの強度発現がはじまると推察できる。

[参考文献] W. チェルニン著「セメントコンクリート化学」 井悦郎、長島弘著「寒中コンクリート」
小野竹え助著「コンクリート工学」 伊藤茂富著「コンクリート工学」

図-3

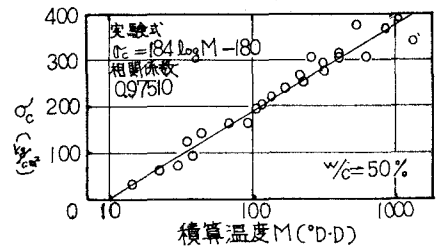


図-4

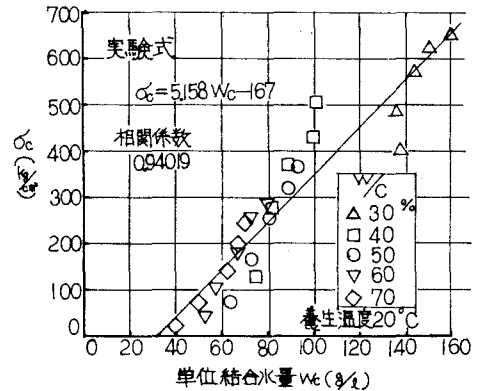


図-5

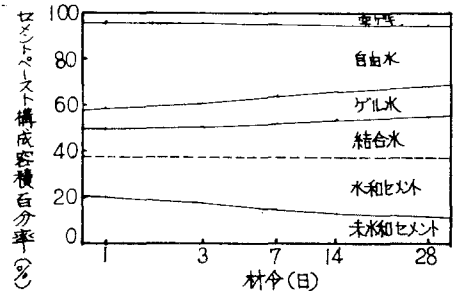


図-6

