

新潟大学 正員 竹田光明
新潟大学 正員 米山純一

〔Ⅰ〕 まえがき

近年骨材の多用化に伴って、用いた骨材の品質によって予期せぬ凝結硬化が生じ、問題となる場合も見られる。凝結硬化速度に影響を及ぼす要因として、セメント、練り混ぜ水、混和剤などの品質、気象条件などが挙げられくいるが、骨材の粒子形状の影響については未だ不明な点が多い。本研究はプロクター貫入抵抗試験を行い、砂の粒子形状がモルタルの凝結硬化速度にどのような影響を及ぼすかを実験的に検討したものである。なお、今回の研究においては砂粒子に含まれる化学成分の影響については考慮していない。

〔Ⅱ〕 使用材料

セメントとしては普通ポルトランドを使用した。骨材としては表1に示すような物理的諸元を有する、川砂、山砂、砕砂、およびガラスビーズ[G・B]の4種類使用した。なお各砂の粒度分布はいずれも表1に示す分布(粗粒率2.73)にあつていけ調整した。混和剤としては遅延型AE減水剤[A]とナフタリンスルホン酸塩系の高性能減水剤[B]の2種類を使用した。

〔Ⅲ〕 実験方法

今回の実験において実施した各種測定は次の通りである。(1)プロクター貫入抵抗試験(ASTM C 403-65 Tを準用) (2)空気量試験(重量方法) (3)砂粒子の拡大写真上での粒子像の占める面積の測定(プランメータによる)と粒子像が有する外周長の測定(キルビメータによる)

モルタルの種類は、混和剤を使用しない場合、混和剤Aのみを所定量(セメント重量の0.25%)使用した場合および混和剤A(所定量)とB(セメント1kg当り5cc)と一緒に使用した場合の3種類とした。モルタルの配合は水/Cを50%と一定にし、モルタル中の絶対容積 $[V_c]$ と水の絶対容積 $[V_w]$ の和に対する砂の絶対容積 $[V_s]$ の比率を0.9、1.0および1.1の3種類とした。

モルタルの練り混ぜは機械練りとした。なお、混和剤AとBと一緒に使用したモルタルにあつては、一度Aのみを混和したモルタルを練り混ぜたのち、Bを混和して再度練り混ぜを行った。なお、モルタルの練りより温度と供試体の養生は約20℃に保った。

〔Ⅳ〕 実験結果

写真像から測定された砂粒子の外周長および面積と同一の外周長および面積を有する円の直径をそれぞれ D_u および D_A とする。これらの値を用いて計算される $(D_u^3 - D_A^3)/D_A^3$ を凸率と定義して、粒子形状を表わす指標とする。一方、砂の吸水率および飽和比重をそれぞれ Q および ρ_d とすると、 $\rho_d \times Q/100$ なる値も形状を表わす指標と見なせるのでこれを凹率と定義する。凸率は粒子が細長い、角ばつてゐるといった巨視的な形状を示し、凹率は表面が粗い、内部に入り込んだ空間があるといった微視的な形状を示すものと考えられる。この両者の指標を取り入れた $\{(\phi \times \text{凸率}) + (\gamma \times \text{凹率})\}$ なる値も形状指標と考えられるのでこれを凸凹率と定義する。ただし ϕ および γ は影響の度

表1 砂の物理的諸元

	表乾比重	吸水率 (%)	粒度分布	
			(mm)	(%)
G・B	2.48	0.01	5.0 ~ 2.5	3
川 砂	2.62	1.86	2.5 ~ 1.2	1.8
			1.2 ~ 0.6	4.1
山 砂	2.51	7.88	0.6 ~ 0.3	2.8
			0.3 ~ 0.15	7
砕 砂	2.54	4.06	0.15 ~ 0.074	1.5
			0.074 以下	1.5

表2 砂の粒子形状に関する数値

	実積率 (%)	凸 率	凹 率	凸凹率
G・B	68.2	0.005	0.000	0.000
川 砂	63.8	0.386	0.048	0.079
山 砂	61.1	0.358	0.183	0.212
砕 砂	59.2	0.653	0.099	0.151

合を示す係数であり、本試験では $\phi=0.08$ $\delta=1.00$ と仮定した。これらの指標の測定結果を表2に示す。なお図1に示す如く粒径によって凸率が異なる場合があるので粒度分布を重みとして、重み付平均値で各砂の凸率を求めた。

骨材粒子の形状の良否判定には一般に実積率が用いられているため、実積率と凝結時間の関係を図2に示す。これから砕砂も含めた場合には、実積率と凝結時間に定性的な関係があるとは認め難くなる。図3は凸凹率と凝結時間の関係を示したものである。凸凹率が大きくなるほど凝結時間がほぼ直線的に早くなる傾向が認められる。しかしながらこの場合にも図2の実積率との関係の場合ほどではないが、まだ多少砕砂の場合の凝結時間が定性的な関係を乱している。この理由は、図4に示す如くモルタル中の空気量が主に凸率によって支配される

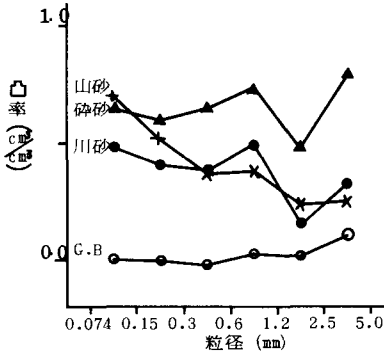


図1 砂の粒径と凸率の関係

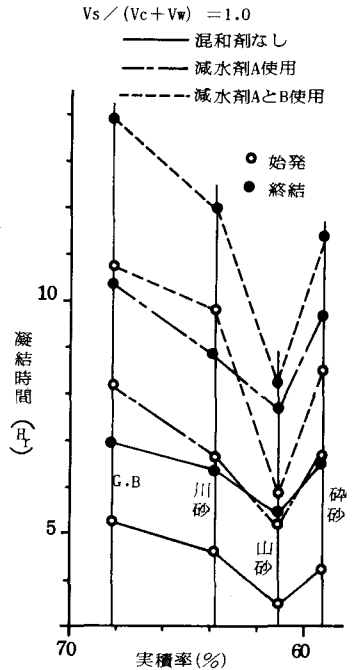


図2 実積率と凝結時間の関係

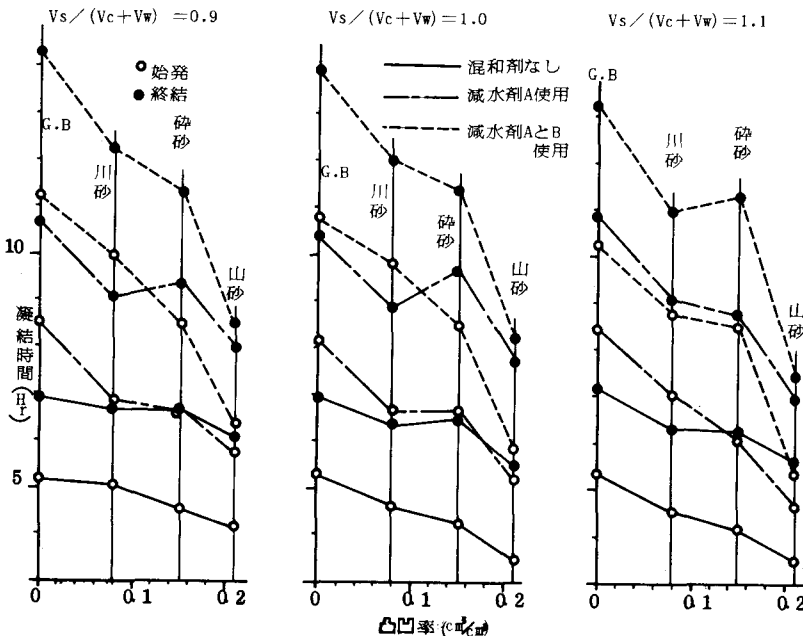


図3 凸凹率と凝結時間の関係

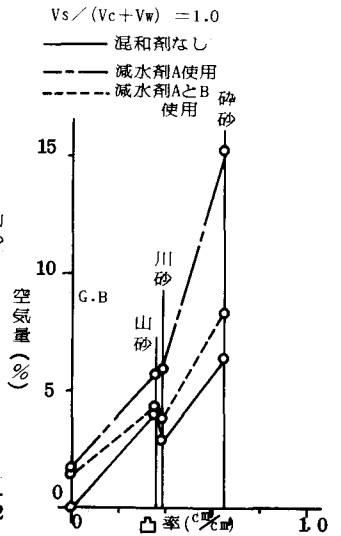


図4 凸率と空気量の関係

ことから、空気量の相違が影響しているためであろう。また図3からはコンシステンシーの相違を問題にしなれば、減水剤AとBを一緒に混和した場合の凝結時間は減水剤Aのみを混和した場合よりも凸凹率の影響を受け易いことが認められ。さらに図4からは、減水剤BはAの空気連行性を緩和する作用を有するということが観られる。

【7】 おとぎ

モルタルの凝結硬化速度に及ぼす砂粒子の形状の影響を把握するために、形状指標として凸凹率を用いることの有効性がほぼ明らかになった。凸率、凹率および凸凹率は砂粒子に限らず粗骨材の形状指標としても拡大適用され得るであろうし、まだ固まらないコンクリートの物性を把握する上で今後期待される。