

秋田大学 正加賀谷 誠
正徳 田 弘
正 川 上 河

まえがき 各種多様な細骨材の使用傾向に伴い配合やワーカビリティに及ぼすその粒子性状の影響が問題となっている。細骨材の種類の多様化への対応および骨材資源の有効利用の観点から粒子性状について研究することは重要であると思われる。本研究は、細骨材の粒度、比表面積および形状をそれぞれ定量化し、これらが各種水セメント比のモルタルの単位水量に及ぼす影響について検討を加え、さらに、これらの粒子性状を総合的なパラメータによって評価してそれと単位水量の一般化した関係を求め、若干の考察を加えたものである。

方 法 実験に使用した細骨材の種類はガラスビーズG、川砂N、人工軽量砂L、および砕砂Cである。これらの細骨材を単粒度と混合粒度に粒度調整した。すなわち、単粒度については0.15~0.3, 0.3~0.6, 0.6~1.2および1.2~2.5mmの粒径ごとにふるいわけた。混合粒度については粗粒率が1.75, 2.00, 2.41, 3.43および3.57となるように混合した。これら各種の細骨材と普通ポルトランドセメントを用いて作製したモルタルのW/Cは0.35, 0.4, 0.5, 0.6および0.7であって、そのフロー値は205±5である。細骨材粒子の比表面積はTishの実験式を用いて算定した。算定において必要とされる形状係数 γ はLondonの実験で得られた実験式 $\gamma = 1 + 4.44(e - 0.42)$ を用いた。この中で e は容器にゆるく詰められた状態の骨材の空隙率 ϵ であって、本研究では、細骨材の単位容積重量試験で用いられる容器に水を満たした後この中に細骨材を注ぎ込み水中における実積率を測定し、この結果から空隙率 ϵ をもとめた。細骨材粒子の形状を似球率を用いて評価した。すなわち、各粒径の代表的な試料についてスライドプロジェクターを用いて投影像の輪郭線を描き、投影像の近似面積と投影像の最小外接円の面積との比から似球率を求めた。得られた似球率の値はN: 0.5~0.6, L: 0.45~0.5, C: 0.4~0.45程度であった。

結 果 図1は細骨材のF_Mと標準粒度範囲内にあるF_M2.41の砂を用いたモルタルの単位水量を1とした単位水量比との関係をW/Cごとに示したものである。F_Mの増加に伴い単位水量比が減少する傾向が認められるが、その傾向はW/Cが0.4以上のモルタルにおいて顕著である。W/Cが0.4以下の配合ではF_Mの変化が単位水量に及ぼす影響が少なくなるようである。図2~3はガラスビーズの比表面積を1とした比表面積比および似球率とガラスビーズを用いたモルタルの単位水量を1とした単位水量比との関係を一例

としてF_M2.41の砂を用いた場合についてW/Cごとに示したものである。比表面積比の増加および似球率の減少に伴う単位水量比の増加がW/C=0.35のモルタルよりW/C=0.4以上のそれと著しくなることが認められる。以上の結果から、砂の粗粒率、比表面積および形状などの粒子性状の変化による単位水量の変動は、0.4以下のよう密

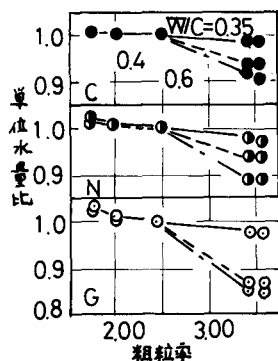


図1 粗粒率と単位水量比の関係

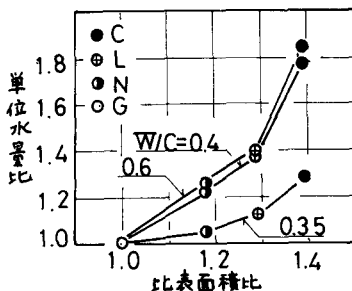


図2 比表面積比と単位水量比の関係

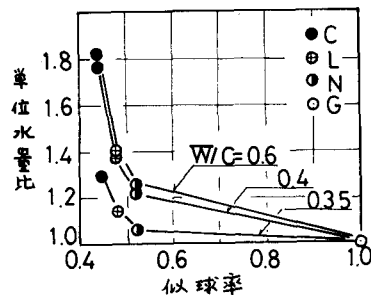


図3 似球率と単位水量比の関係

配合では貧配合の場合より小さくなら
考えられる。図4は、一例として、モル
タル中の細骨材の実積率と単位容積重量
試験から求められる実積率の比 s/G_i と単
位水量の絶対容積 w との関係を示したも
のである。これらの関係は、フーカビリ
ケーが一定のモルタルにおける細骨材量
と単位水量の関係を示すと同時に、粒子
性状の異なる細骨材を用いた時の単位水
量の相対的な変化の程度を示しており、
ほぼ直線関係にあることが認められる。

これらの直線の傾きの絶対値を K とし、
細骨材の F_M 、比表面積および似球率な
どの粒子性状を総括的に示すパラメータ
と考え粒状係数とした。図4における直
線関係は一般に $w = -K s/G_i + 0.509$ (1)
で示される。図5~7は、一例として、
 K と F_M 、比表面積および似球率の関
係を示したものである。粗粒率が増すの
に伴い K も増す傾向にあり、比表面積が増
加するのに伴い K は減少する傾向にある
。また、似球率が1に近づくのに伴い K

は増加する傾向にある。これらのことよ
り、 K と砂の粒子性状との間には相関関係があることが確認できた。 K と単
位水量の一般的な関係を w/c ごとに求めるため、図8に、一例として、 $K s/G_i$
 $/(1-s/G_i)$ と w/c の関係を片対数で示す。本研究で利用した41種類の細骨
材を用いたモルタルにおけるこの関係はそれぞれ直線関係にあり、その相関
係数は0.76~0.99の範囲にあった。また、それらの直線式における切片 B は
モルタルと等しいフーカビリケーのセメントペーストの w/c を示しておりその
値は約0.33である。これらの直線式は傾きを A としてみ、 $\log(w/c) = A K s/G_i / (1-s/G_i)$
+ B (2) で示される。(2)式を一般化するため、図9に本実験で得られたす
べての K と A の関係を示す。この関係から A を K の2次式で近似し(2)式に代入
することにより次式が得られる。 $\log(w/c) = 0.943 K (47 K^2 - 31 K + 5) s/G_i / (1-s/G_i)$
- 1.103 (3) 図10は(1)と(3)式から K と単位水量の絶対容積の関係を w/c
ごとに求めたものである。この関係から得られた計算値と実験値の間の誤差
は $\pm 10\%$ 以内であった。本研究で利用した砂の K は砕砂0.15~0.2、川砂およ
び工軽量砂0.2~0.3であり、この範囲における単位水量の変動は w/c が小さ
いほど小さく、特に、 K が0.15~0.2の範囲ではそれが顕著である。このことから、 w/c が0.4以下の富配合で
は粒子性状が単位水量の変動に及ぼす影響が少なく、粒子性状の異なる細骨材の便用も可能になると思われる。

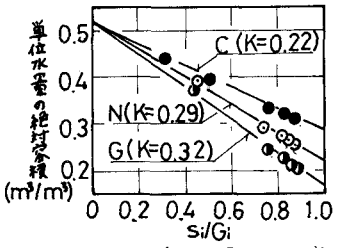


図4 s/G_i と単位水量の絶対容積の関係

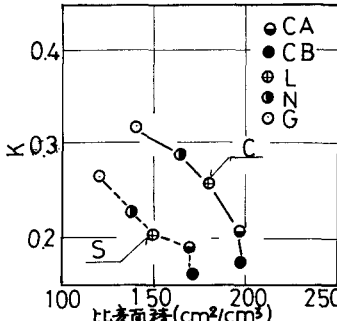


図6 比表面積とKの関係

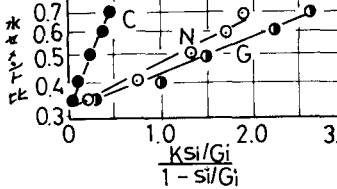


図8 w/c と $K s/G_i / (1-s/G_i)$ の関係

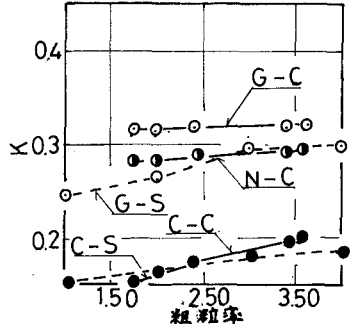


図5 粗粒率とKの関係

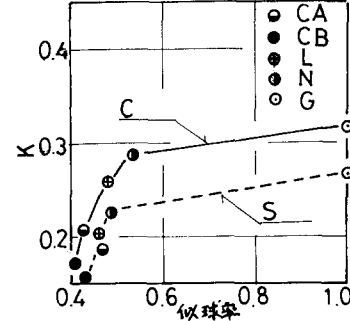


図7 似球率とKの関係

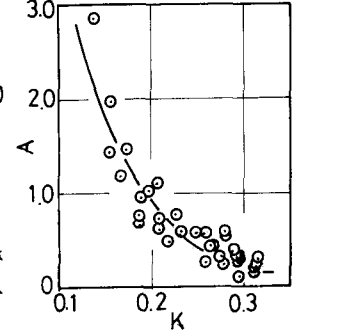


図9 KとAの関係

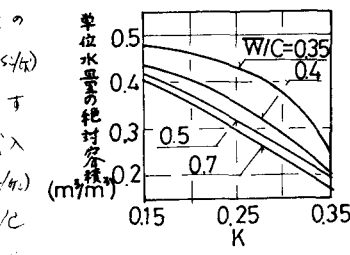


図10 Kと単位水量の絶対容積の関係