

細骨材粒子性状の一評価方法

秋田大学 正 加賀谷誠

正 徳田 弘

正 川上 洵

よえがき 近年、川砂に代わる天然細骨材として山砂、陸砂、海砂および砕砂などが用いられるようになってきており、これら細骨材の粒子性状が単位水量の多少に及ぼす影響は大きいと判断される。筆者らは、これらの粒子性状を評価するため、実際にこれらを用いたモルタルを作製し、その結果から判定する方法について検討を加えた結果、所要単位水量係数によって細骨材の粒度、粒形、表面積および表面性状などが総合的に評価できることが確認されたのでその結果を報告する。

実験概要 実験に使用した細骨材の種類は、ガラスビーズ、川砂、人工軽量骨材および砕砂である。これらの細骨材を各寸法ごとにふるいわけ、所要の粒度となるように混合して使用した。単粒度の粒度区分は、 $\phi 1.5 \sim \phi 2.0$ 、 $\phi 2.0 \sim \phi 2.5$ 、 $\phi 2.5 \sim \phi 3.0$ および $\phi 3.0 \sim \phi 3.5$ であって、混合粒度の試料の粗粒率は 1.75、2.00、2.41、3.43 および 3.57 である。細骨材粒子の粒形は、代表的試料についてスライドプロジェクターを用いて粒子の投影像の輪郭線を描き、その面積を算定し、投影像の外接円の面積との比から求めたものである。また、比表面積 S_a は London らの公式により算定したものである。モルタル作製には普通ポルトランドセメントを使用し、フロー試験により、コンシステンシーを判定した。

細骨材粒子性状の評価 Powers は、コンシステンシーを評価するスランプ、リモールディング数などのパラメータと配合組成の間の関係を定式化しており、その中に所要単位水量係数と呼ばれる実験定数を定義している。筆者らは、この式をフロー試験に適用した。

$$\log(F/F_0) = k(1 + S/C) \quad C/W \quad (1)$$

F はモルタルのフロー値、 F_0 は水のフロー値、 k は所要単位水量係数、 S/C および C/W は単位細骨材量と単位セメント量、単位セメント量と単位水量の絶対容積比を示す。(1) 式の成否を判定するため、図 1 に、一例として、セメント

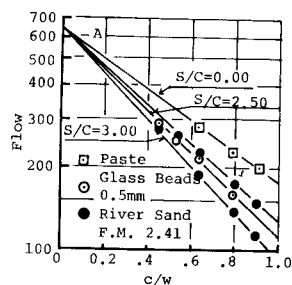


図 1 C/W とフロー値の関係
表 1 細骨材の k 値

ペースト、ガラスビーズおよび川砂を用いて作製したモルタルのフロー値とセメント水容積比の関係を示す。これらの間には直線関係がなり立ち (1) 式が成立することを証明している。またこれらの直線は $C/W = 0$ のときすべて A 点に収束しており、 F_0 が 650 となることが明らかとなった。さらに、 F_0 を実験により確認するため、平滑で大きい台の上にフローコーンをおき水のフロー試験を行なった結果 $F_0 = 650$ となった。したがって、(1) 式は次式のようになる。

$$\log F = k(1 + S/C) C/W + 2.8/3 \quad (2)$$

(2) 式から所要単位水量係数は次のようになる。

$$k = (\log F - 2.8/3) / (1 + S/C) \cdot W/C \quad (3)$$

(3) 式において、所要単位水量係数 k は次のような値をとると考えられる。すなわち、 W/C および S/C が一定のモルタルを作製する時、粒子性状の異なる細骨材を用いるとフロー値は変化し、 k の値もそれに伴って変動する。たとえば、粒形、粒度、表面積および表面積率の粒子性状

		GB	N	L	CA	CB
Single	0.15-0.3 mm	0.23	0.28	0.31	0.31	0.44
	0.3-0.6	0.21	0.25	0.29	0.27	0.36
	0.6-1.2	0.18	0.22	0.24	0.25	0.29
	1.2-2.5	0.17	0.19	0.24	0.24	0.29
Com-bine	1.75	0.20	0.24	0.26		0.40
	2.00	0.19	0.23	0.25		0.37
	2.41	0.15	0.21	0.22	0.26	0.35
	3.43	0.14	0.20	0.20		0.30
	3.57	0.13	0.18	0.20		0.30

の劣る細骨材を用いてモルタルを作製するとフロー値は小さくなり所要単位水量係数の絶対値は増加するのである。このような観点から、所要単位水量係数の絶対値を細骨材粒子性状の総合的パラメータと仮定し、 K で示した。筆者らの実験によると $W/C = 0.40 \sim 0.70$, $S/C = 2.0 \sim 4.5$, フロー値が $150 \sim$

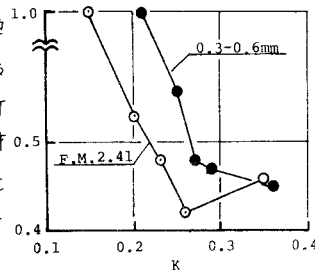


図2 K と X の関係

250の範囲のモルタルでは細骨材ごとに K は一定値をとるようである。これらの結果から、本実験で使用した細骨材の K 値を求め表1に示した。ガラスビーズGB; $0.13 \sim 0.23$, 川砂N, $0.18 \sim 0.28$, 人工軽量骨材L; $0.20 \sim 0.31$, 砕砂CA, CB; $0.24 \sim 0.44$ 程度の値となる。これらの K と細骨材の粒子性状の関係について以下のような検討を加えた。

図2は、一例として、単粒度および混合粒度の各細骨材の K 値と粒形 X の関係を示したものである。粒形 X は1.0に近いほど粒子の形状が球に近いことを示すものである。 K 値が増加するに伴って粒形 X は減少する傾向にあり、形状の角ばりが著しいものや偏平なもの K 値は増加すると考えられる。

図3は、一例として、単粒度および混合粒度の各細骨材の K 値と比表面積 S_a の関係を示したものである。 K 値が増加するに伴って比表面積 S_a は増加する傾向にあり、比表面積が大きい細骨材の K 値は増加すると考えられる。

図4は、一例として、砕砂およびガラスビーズの単粒および混合粒度の K 値とF.M.の関係を示したものである。 K 値が増加するに伴ってF.M.は減少する傾向にあり、F.M.の小さい、細粒分の多い細骨材の K 値は増加すると考えられる。以上の結果から判断すれば、 K 値は細骨材の粒形、比表面積および粒度などの粒子性状を評価しているものと考えられる。また、(3)式より、 K 値は作製したモルタルの各単位量およびフロー値の関数として示されることから、細骨材粒子の表面性状も評価しているものと思われる。

細骨材の粒子性状とモルタルの単位水量の関係

K 値がコンシステンシー一定のモルタルの単位水量に及ぼす影響を検討するため、図5および図6にフロー値205 $\pm$ 5, $W/C = 0.4$ と0.6のモルタルの K 値と単位水量 W の関係を示した。 K 値の増加に伴って単位水量が増加する傾向が認められる。これらの結果から K 値によって細骨材の粒子性状の良否を判定できるものと思われるが、今後さらに、(3)式の適用範囲を明確にするための実験データを蓄積する必要がある。

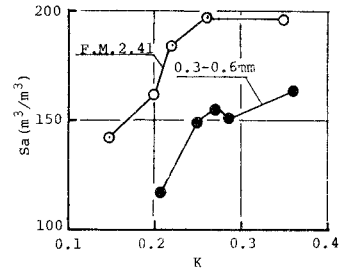


図3 K と S_a の関係

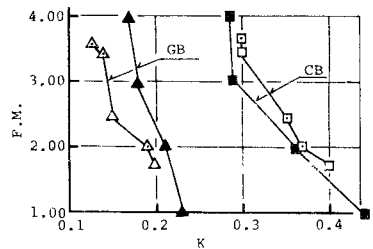


図4 K とF.M.の関係

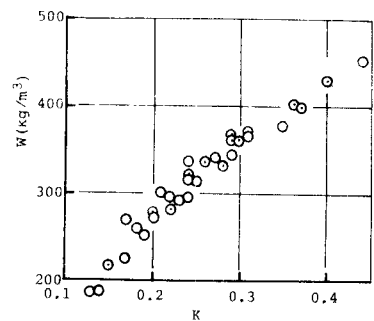


図5 K と単位水量の関係 ($W/C = 0.4$)

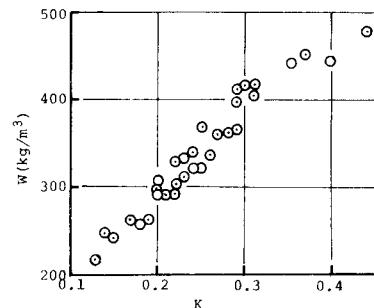


図6 K と単位水量の関係 ($W/C = 0.6$)

参考文献 1) T. C. Powers, Properties of Fresh Concrete, Wiley, 1968 pp.136-201