

骨材の性質がフレッシュコンクリートのレオロジー的性質に及ぼす影響について

鳥取大学 正会員 西林 新蔵
鳥取大学 正会員 吉野 公
大林組 正会員 中村 将之
鳥取大学 学生員 ○黒田 保

1. まえがき

コンクリートの施工の合理化を図るためには、コンクリートの流動解析に用いる物性値（塑性粘性、降伏値）の把握が重要な課題の一つとなる。しかし、一般にレオロジー試験は複雑で、熟練を要し、現場での適用は困難である。また、レオロジー量のうち降伏値はスランブからの推定が可能であるといわれているが、塑性粘性の簡易測定法はいまだ確立されていない。

そこで本研究は、フレッシュモルタルおよびフレッシュコンクリートをビンガム流体と仮定し、連続相にセメントペースト、分散相に骨材（細骨材、粗骨材）を考え、骨材の最大寸法と塑性粘性との関係について検討し、それらの関係から、最終的には、塑性粘性の推定式を求めようとするものである。

2. 実験概要

本実験で使用したセメントは普通ポルトランドセメントで、骨材としては、川砂と陸砂を用い、表-1 に示すように、これらを混合することによって得られる最大寸法の異なる5種類の骨材を使用した。また化学混和剤は、A E減水剤 (AE)、流動化剤 (NP)、高性能A E減水剤 (SP)を使用した。各混和剤の添加量を表-2 に示す。表-3 に実験条件を示す。

レオロジー量の測定は、球引き上げ式粘度計を用いて行なった。

3. 結果と考察

フレッシュモルタルやフレッシュコンクリートを、骨材（細骨材、粗骨材）とセメントペーストからなる2相材料と考え、骨材容積割合 (V) と塑性粘性 (η_{pl}) との関係を、A E試料について骨材の最大寸法を変化させて試験した結果を図-1 に示す。この図より、骨材の最大寸法の違いがあるにもかかわらず、塑性粘性は、骨材容積割合の増加とともに、指数関数的に増大する傾向がみられる。また、塑性粘性の増加傾向はほぼ等しく、最大寸法の大きな骨材を用いると、プロット点が右にずれただけの結果となっており、同じ骨材容積割合において塑性粘性は小さくなっている。また、NP試料、SP試料においても同様の結果が得られた。以上の結果より、混和剤、骨材の種類ごとに塑性粘性を骨材容積割合の関数として表すことができると考えられる。

図-2 は、E骨材を使用した試料について、骨材容積割合と各塑性粘性をペーストのそれと除した相対粘性との関係を示したものである。この図より、相対粘性を用いることによって、混和剤の影響はほとんどなくなることがわかる。これは、他のA, B, C, Dの各骨材を使用した

表-1 各骨材の物理的性質

骨材	最大寸法 (mm)	F.M.	実積率 (%)
A	0.6	1.58	0.573
B	1.2	1.90	0.592
C	2.5	2.47	0.614
D	5.0	2.81	0.626
E	10.0	3.91	0.700

表-2 各混和剤の添加量

	添加量
AE	C×0.25 (%)
NP	C×0.25 (%)
SP	C×0.25 (%)

表-3 実験条件

W/C	40
骨材容積割合	4 ~ 6 水準
骨材	A, B, C, D, E
混和剤	AE, NP, SP

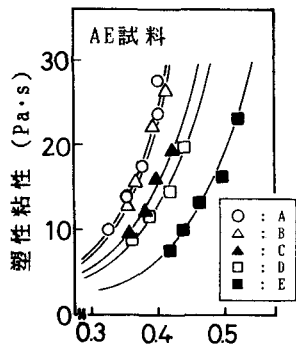


図-1 骨材容積割合と塑性粘性の関係

試料についても同様の結果であった。したがって、これらの関係より、混和剤にかかわらず各骨材ごとに、相対粘性を骨材容積割合の関数として、一次の対数式で近似することができる。すなわち、

$$\log(\eta_r) = a(V) - b \quad (1)$$

ここに、 η_r : 相対粘性、 V : 骨材容積割合であり、係数 a, b の値を表-4 に示す。

(1) 式を各骨材ごとに、片対数グラフで示したものが図-3 である。C 骨材を使用した試料で若干傾きが異なるが、各骨材別の直線の傾き、すなわち、係数 a はほぼ等しいと考えられるので、係数 a の平均値 a_m を求め、係数 a_m を一定として定数 b_m を求めると、次式が得られる。

$$\log(\eta_r) = a_m(V) - b_m \quad (2)$$

係数 a_m, b_m の値を表-5 に示す。定数 b_m に着目すると、骨材の最大寸法が大きくなるとともに、定数 b_m も大きくなっている。また表-1 に示すように、骨材の最大寸法の増加にともない、骨材の実積率が増加するという関係がある。ここで、塑性粘性および相対粘性は、骨材の実積率によって影響される。つまり、骨材の実積率が増加すると、塑性粘性および相対粘性はともに小さくなる。これは、骨材の実積率が増加すると、骨材間の間隙が小さくなり、その間隙を満たすセメントペーストが減少して、自由ペーストが増加するために、塑性粘性および相対粘性が小さくなったものと思われる。したがって、これらの関係より、定数 b_m を骨材の物理特性値である実積率と関連づけることを試みる。図-4 に骨材の実積率と定数 b_m の関係を示す。定数 b_m が、実積率の増加にともない、直線的に増加するという関係から、定数 b_m を次式で表す。

$$b_m = 4.12(S_v) - 0.97 \quad r = 0.995 \quad (3)$$

ここに、 S_v : 骨材の実積率、 r : 相関係数である。

(2)、(3) 式より、相対粘性の式が次式のように得られる。

$$\log(\eta_r) = 4.66(V) - 4.12(S_v) + 0.97 \quad (4)$$

(4) 式で求められた相対粘性の推定値 η_{r0} と実測値 η_r の比 η_{r0}/η_r の変動係数を求めると、15.4%であった。

4. まとめ

本研究の範囲内において、相対粘性の推定式が骨材容積割合と実積率の関数として、

(4) 式のように得られた。(4) 式を用いることによって、混和剤の種類や、骨材の最大寸法(本研究においては、最大寸法10mmまで)に関係なく、セメントペーストの塑性粘性から、モルタルおよびコンクリートの塑性粘性を推定することが可能である。

表-5 係数 a_m, b_m

骨材	a_m	b_m
A	4.66	1.40
B		1.45
C		1.55
D		1.64
E		1.91

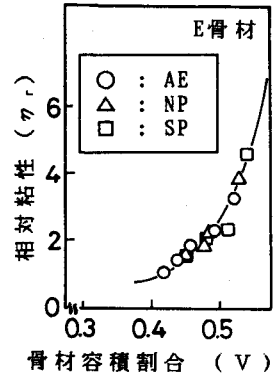


図-2 骨材容積割合と相対粘性の関係

表-4 係数 a, b

骨材	a	b	r
A	4.24	1.23	0.934
B	4.63	1.44	0.886
C	5.17	1.76	0.941
D	4.69	1.65	0.912
E	4.57	1.87	0.970

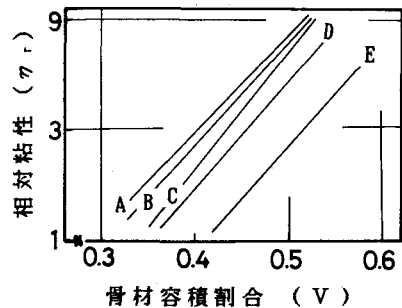


図-3 相対粘性の近似式 (片対数グラフ)

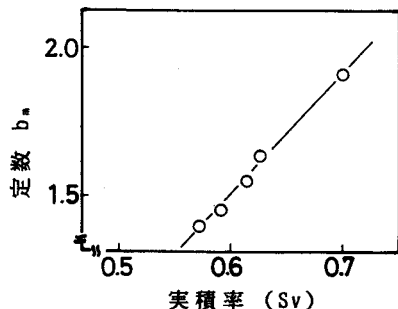


図-4 実積率と定数 b_m の関係