

高流動コンクリート用モルタルの流動性に及ぼす細骨材特性の影響

九州工業大学大学院 学生会員 出水陽一

九州工業大学 フェロー 出光隆

九州工業大学 正会員 山崎竹博

九州工業大学 非会員 三角晋介

1. はじめに

高流動コンクリートの流動性は配合の他、使用材料の特性が影響する。材料特性が一定の場合には、コンクリートの流動性関数はモルタルの流動性関数とモルタル粗骨材容積比から推定できる。また、モルタルの流動性関数はペーストのフロー面積比関数とペースト細骨材容積比から推定でき、ペーストの流動性は水粉体容積比と減水剤添加率 (SP/B) を変数とするフロー面積比の関数で定式化できる¹⁾。本研究では、モルタルの流動性に細骨材特性の一要因である細骨材粗粒率 (F.M.) がどのように影響をおよぼすのかを検討した。

2. 実験概要

本実験に使用した細骨材特性を表-1 に示した。モルタルに使用した細骨材は、標準砂をふるい分けし、F.M.2.67, 2.87, 3.07 が得られるように配合した。その時微粒分による影響を取り除く為 0.15mm 以下の粒子は取り除いた。図-1 に使用細骨材の粒度曲線を示す。また、減水剤添加率 SP/B は、0~2%の範囲で配合を行った。

表-1 使用材料特性

普通ポルトランドセメント			比重(g/cm ³)	3.16	比表面積(cm ² /g)	3350				
高性能AE減水剤			ポリカルボン酸エーテル系							
細骨材	表乾 比重	吸水率 (%)	実粗率 (%)	粗粒率 (F.M.)	残骨質量百分率(%)					
					4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15
基準砂①	2.60	1.46	60.9	2.67	0.0	3.0	25.4	52.8	85.6	100.0
基準砂②			61.9	2.87	0.1	5.9	32.6	59.5	89.1	100.0
基準砂③			62.3	3.07	0.2	10.2	40.2	66.0	90.4	100.0

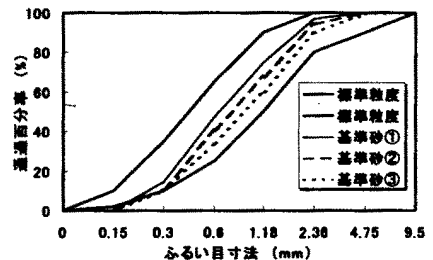


図-1 細骨材の粒度曲線

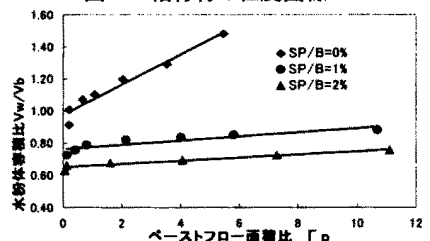


図-2 Vw/VbとΓpの関係

3. ペーストフロー面積比の推定式

モルタルの流動性はペーストの流動性および細骨材の材料特性により決定されることから、モルタルの流動特性を知るにはペーストフロー面積比 Γ_p の推定式をあらかじめ知る必要がある。

図-2 に示した水粉体容積比 V_w/V_b と Γ_p の関係において、その傾きは単位フロー水比 α_p を、切片は拘束水比 β_p を表している。今 Γ_p を数式化するため、図-2 の α_p, β_p と減水剤添加率との関係を調べた。 Γ_p と V_w/V_b は直線関係にあるとすると (式-1) のように表せる。図-2 の各直線は SP/B の相違によるものであるから、 α_p と β_p の SP/B ごとの関係を、 α_p と β_p は共に負になり得ないことを考慮し指数関数で定式化すれば (式-2)、(式-3) を得る。以上より、SP/B と V_w/V_b によって Γ_p を (式-4) で定式化することができた。

$$(V_w/V_b) = \beta_p + \alpha_p \times \Gamma_p$$

$$\therefore \Gamma_p = \frac{(V_w/V_b) - \beta_p}{\alpha_p} \quad (1) \quad \beta_p = 0.93 \exp\{-0.18(SP/B)\} \quad (2) \quad \alpha_p = 0.1\{-1.15(SP/B)\} \quad (3)$$

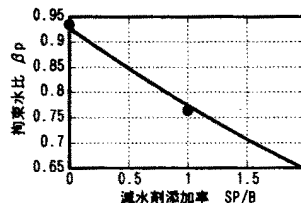


図-3 βpとSP/Bの関係

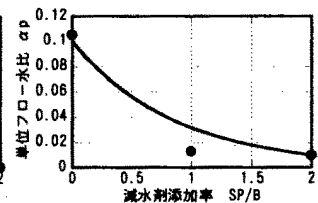


図-4 αpとSP/Bの関係

$$\Gamma_p = \frac{(V_w/V_b) - 0.93 \exp\{-1.81(SP/B)\}}{0.11 \exp\{-1.94(SP/B)\}} \quad (4)$$

4. モルタルの流動特性

(式-4)によって Γ_p が既知のペーストにF.M.2.67,2.87,3.07の細骨材を使用し,それぞれ $V_p/V_s=0.9,1.0,1.1$ と変化させ投入した。この時,モルタルフロー面積比 Γ_m と Γ_p の比較を各SP/Bごとに図-5,図-6,図-7に示す。

各図に見られるようにSP/Bが一定の場合,F.M.が大きくなるほど Γ_m も大きくなる傾向が見られる。これは,F.M.が大きくなることによって細骨材の比表面積が小さくなり,細骨材同士の摩擦の減少が生じること,また,最骨材の空隙率が小さくなり一定の水量でモルタルの流動性が増加したものと考えられる。また,SP/Bが一定であればF.M., V_p/V_s が異なってもその近似直線は同じような傾きを示す。この直線の傾きは Γ_p を単位量増加させる時の Γ_m の増加量を表しており,SP/B=0,1%に比べ2%の傾きは緩やかである。これは,ペーストにおいて最も流動性を発揮したSP/B=2%において,細骨材を投入すると流動性が発揮されなかったということである。

以上よりF.M.に相違がある場合,目標とするモルタルの流動性を得るためにはSP/B, V_p/V_s , V_w/V_b の調整を行う必要がある。表-2は十分に自己充填性が認められるとされる $\Gamma_m=6.0$ を満足する V_p/V_s , V_w/V_b の値を各F.M.ごとに示したものである。この表より,目標とするフローを満足するモルタルの配合設計を考える時,F.M.が大きな細骨材を使用する場合に比べてF.M.が小さなそれを使用する場合, V_p/V_s , V_w/V_b を共に大きくする必要がある。つまり細骨材,セメントの量を抑えることができることが分かる。

5. まとめ

- ① 同一水粉体容積比,同一ペースト細骨材容積比のモルタルでは,F.M.が大きくなるにつれてモルタルの流動性は大きくなる。
- ② SP/Bの違いによりモルタルの流動性に影響を与える Γ_p の大きさが異なる。
- ③ 目標とするモルタルの自己充填性を満足させる配合設計を考える時F.M.が小さな細骨材を使用することで使用セメントの量を抑えることができる。

参考文献

1)三船慎治,出光隆,山崎竹博:高流動コンクリートの流動性に及ぼす細骨材粗粒率の影響,コンクリート工学年次論文集,第23巻,第2号p949~954

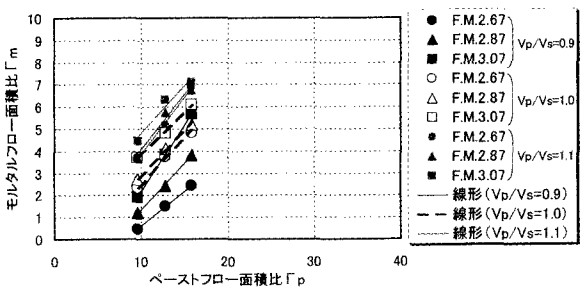


図-5 Γ_p と Γ_m の関係(SP/B=0%)

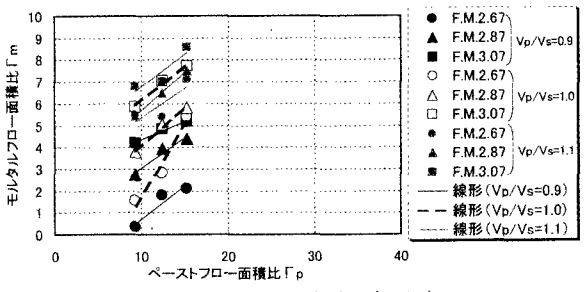


図-6 Γ_p と Γ_m の関係(SP/B=1%)

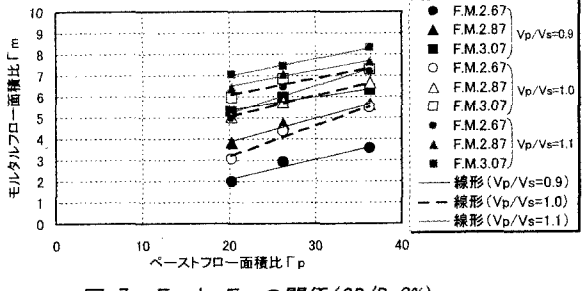


図-7 Γ_p と Γ_m の関係(SP/B=2%)

表-2 $\Gamma_m=6.0$ を満足する $V_p/V_s, V_w/V_b$ (SP/B=1%)

F.M.	2.67	2.87	3.07
項目			
V_p/V_s	1.1	1.1	1.0
V_w/V_b	1.26	1.17	1.17