

コンクリートの流動性状に及ぼす細骨材特性の影響

九州工業大学
九州工業大学

学生会員 ○山内 聡
フェロー 出光 隆 正会員 山崎 竹博

1.はじめに

高流動コンクリートの使用材料は多種多様であり、細骨材特性を考慮した配合要因とその流動性は正確に把握されていないのが現状である。既往の論文¹⁾により、減水剤添加率 SP/B、水粉体容積比 V_w/V_b 、ペースト細骨材容積比 V_p/V_s 、モルタル粗骨材容積比 V_m/V_g をパラメータとして一定材料におけるペースト、モルタルの流動性の推定が可能となった。本研究では、コンクリートにおいて大きな容積を占め、細骨材特性（粗粒率、実積率、微粒分含有量）が異なる場合の配合と流動性評価式について検討した。

2.実験概要

表-1 に本研究で用いた材料特性を示す。モルタルで海砂をふるい分けし、試験砂①,②,③のように所定の F.M. (2.67, 2.87, 3.07) が得られるように配合を行い、純粋に F.M. の違いを検討するために微粒分 (0.15mm 以下) を取り除いたものを用いた。コンクリートにおいてはふるい分けをして細骨材 F.M. を調整することは困難なので細骨材 A、B と基準砂 (微) を用いた。SP/B=0,1,2,0% ごと V_w/V_b を定め、モルタルでは $V_p/V_s=0.9,1.0,1.1$ と変化させ、細骨材の特性を考慮するためコンクリートでは $V_p/V_s=1.0$, $V_m/V_g=3.0$ 一定で実験を行った。

3.モルタルの流動性

図-1 に示すペースト細骨材容積比 V_p/V_s とモルタルフロー面積比 Γ_m の関係は細骨材 F.M., 減水剤添加率 (SP/B) ごとに变化する直線関係で表される。切片はペースト量を増やして初めて流動変形を起こすペースト細骨材容積比を、傾きはフロー面積比を単位量だけ増加させるのに必要なペースト細骨材容積比を意味しており、それぞれ拘束水比 β_m , 単位フロー面積比 α_m と定義すると両者は異なる細骨材特性、減水剤添加率を表す指標となり式 (1) で表される。

$$V_p/V_s = b_m + a_m \cdot \Gamma_m \quad (1)$$

しかしながら、減水剤を使用したモルタルでは、これら拘束ペースト比、単位フローペースト比そのものが見かけ上変化し流動性を表すことが困難となる。よって、細骨材特性、減水剤添加率に伴う両関係の変化を実験的に検討した。その結果 F.M. が大きくなるごとに、また減水剤添加率が増えるごとに β_m は低下し、

表-1 材料特性値

普通ポルトランドセメント		密度 (g/m ³)	3.15	比表面積 (cm ² /g)		3.220						
高性能AE減水剤)			レオビル SP8S ポリカルボン酸エーテル系)									
細骨材)	乾燥密度	表乾密度	吸水率 (%)	実積率 (%)	粗粒率 (%)	残留質量百分率 (%)						
						4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	
	試験砂 (微)	2.56	2.60	1.46	61.7	2.87	0.1	5.9	32.8	59.7	89.4	99.4
	試験砂①				60.9	2.87	0.0	3.0	25.4	52.8	85.6	100.0
	試験砂②				61.9	2.87	0.1	5.9	32.6	59.5	89.1	100.0
試験砂③	62.3				3.07	0.2	10.2	40.2	66.0	90.4	100.0	
細骨材A (微)	2.55	2.58	1.29	64.0	2.00	1.5	5.6	15.6	31.2	52.9	93.5	
細骨材B (微)	2.53	2.57	1.46	62.0	2.66	0.3	4.8	22.8	54.7	84.8	98.5	
粗骨材)	最大骨材寸法 (mm)	表乾密度	吸水率 (%)	実積率 (%)	粗粒率 (%)	残留質量百分率 (%)						
	20	2.64	1.22	59.2	6.89	4.5	19.9	10	5	2.5		
砕石		2.60	2.64	1.22	59.2	6.89	4.5	19.9	67.7	97.2	100	

注：(微)がついているものは0.15mm以下の微粒分を含むもの

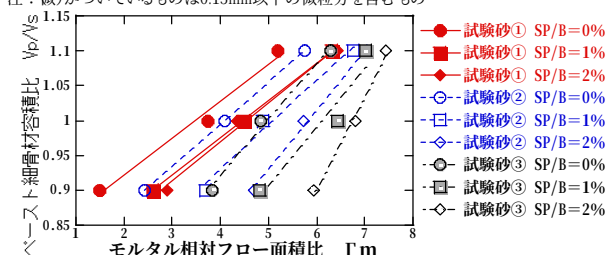


図-1 ペースト細骨材容積比 V_p/V_s とモルタル相対フロー面積比 Γ_m の関係

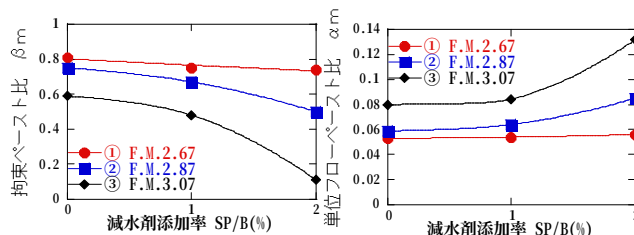


図-2 β_m , α_m と減水剤添加率の関係

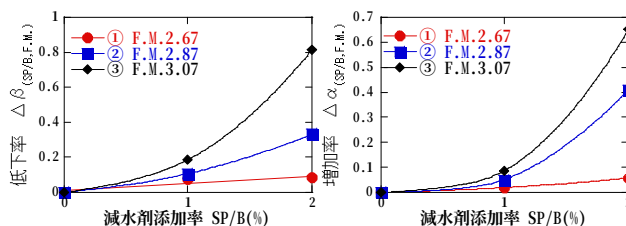


図-3 $\Delta\beta$, $\Delta\alpha$ と減水剤添加率の関係

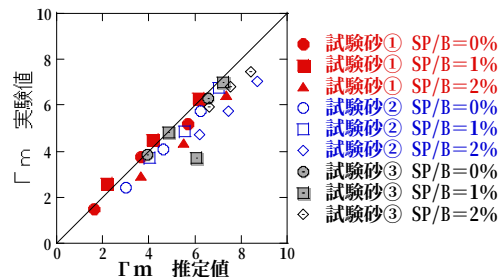


図-4 モルタルフロー面積比 実験値と推定値の比較

キーワード：流動性、フロー面積比、高性能 AE 減水剤、粗粒率

〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 Tel 093-884-3114 Fax 093-884-3100

α_m は増加する。その関係は図-2のようになり、それぞれの切片を $\beta_{0(F.M.)}$, $\alpha_{0(F.M.)}$ を基準として拘束ペースト低下率 $\Delta\beta$, 単位フローペースト比増加率 $\Delta\alpha$ とすると β_m , α_m は式(2), (3)のように表される。

$$b_m = b_{0(F.M.)} (1 - Db) \quad (2)$$

$$a_m = a_{0(F.M.)} (1 - Da) \quad (3)$$

減水剤無添加モルタルに対する $\Delta\beta$, $\Delta\alpha$ の関係を図-3に示し、ここで図中の曲線は減水剤の分散効果がSP/Bの増加にしたがって指数的に増加するものと仮定し、式(4), (5)で近似したものである。

$$Db = A_{(F.M.)} (\epsilon^{SP/B} - 1) \quad (4)$$

$$Da = B_{(F.M.)} (\epsilon^{SP/B} - 1) \quad (5)$$

ここで、係数 $\beta_{0(F.M.)}$, $\alpha_{0(F.M.)}$, $A_{(F.M.)}$, $B_{(F.M.)}$ はF.M.の違いにより変化する値である。よって、モルタルフロー面積比 Γ_m は直線関係式(1)に式(2), (3), (4), (5)を導入することにより減水剤添加率, 細骨材F.M.を考慮した関係式(6)が得られる。与式から得られた推定値と実験値の比較を図-4に示す。

$$G_m = \frac{(\sqrt{p/V_s}) - b_{0(F.M.)} \{1 - A_{(F.M.)} (\epsilon^{SP/B} - 1)\}}{a_{0(F.M.)} \{1 - B_{(F.M.)} (\epsilon^{SP/B} - 1)\}}$$

4. コンクリートの流動性

フロー面積比が既知のモルタルを用い、コンクリートのスランプフロー試験を行った。図-5にコンクリートフロー面積比 Γ_c とモルタルフロー面積比 Γ_m の関係を示す。 Γ_c と Γ_m の関係には切片C, 傾きIとすると式(7)で表される。

$$G_c = C + I G_m \quad (7)$$

図-5よりF.M.が大きくなるごとに、また減水剤添加率が増えるごとに切片Cは増加し、傾きIは減少する。その関係は図-6で表され、それぞれの切片, 傾きを $C_{0(F.M.)}$, $I_{0(F.M.)}$ を基準とし切片増加率 ΔC , 傾き低下率 ΔI とすると切片C, 傾きIは式(8), (9)で表される。

$$C = C_{0(F.M.)} (1 + \Delta C) \quad (8) \quad I = I_{0(F.M.)} (1 - \Delta I) \quad (9)$$

切片増加率 ΔC , 傾き低下率 ΔI の関係を図-7に示し、図中の曲線は減水剤の分散効果がSP/Bの増加にしたがって指数的に増加するものと仮定し、式(10) (11)で近似したものである。

$$DC = X_{(F.M.)} (\epsilon^{SP/B} - 1) \quad (10) \quad DI = Y_{(F.M.)} (\epsilon^{SP/B} - 1) \quad (11)$$

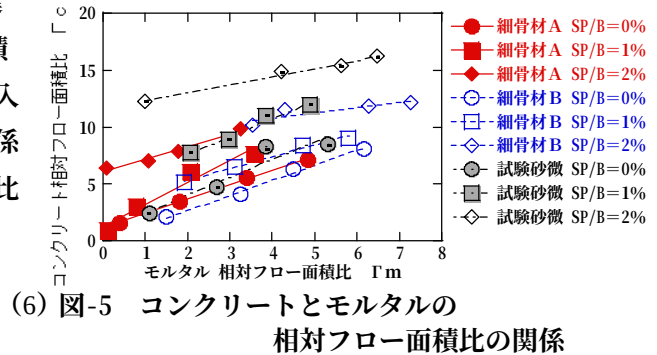
コンクリートのフロー面積比 Γ_c は式(7)に式(8) (9) (10) (11)を導入することにより減水剤添加率, 細骨材F.M.を考慮した関係式(12)が得られる。よって与式から得られた推定値と実験値の比較を図-8に示す。

$$G_c = C_0 \{1 + X_{(F.M.)} (\epsilon^{SP/B} - 1)\} + I_0 \{1 - Y_{(F.M.)} (\epsilon^{SP/B} - 1)\} G_m \quad (12)$$

5. まとめ

F.M.の変化が流動特性に与える影響は、モルタルではペーストの細骨材容積比とモルタルフロー面積比、コンクリートではモルタルフロー面積比とコンクリートフロー面積比の関係からそれぞれ求められる切片, 傾きに変化を与え、それらを定量的にとらえることによりモルタル, コンクリートのフロー面積比の推定が可能となる。

参考文献: 1) 俵 道和, 出光 隆, 山崎 竹博, 渡辺 明: ペースト及びモルタルの流動性に及ぼす高性能 AE 減水剤の影響評価, コンクリート工学年次論文報告集 Vol.2 pp.517-522 1999.6



(6) 図-5 コンクリートとモルタルの
相対フロー面積比の関係

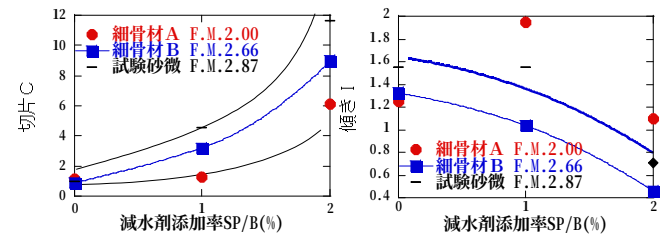


図-6 切片C, 傾きIと減水剤添加率の関係

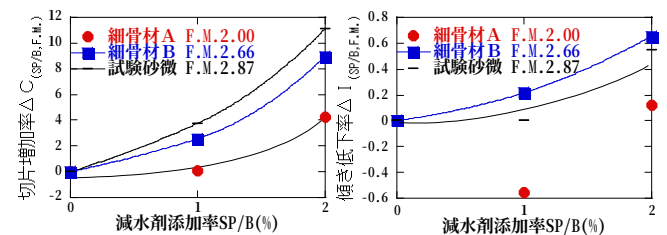


図-7 ΔC , ΔI と減水剤添加率の関係

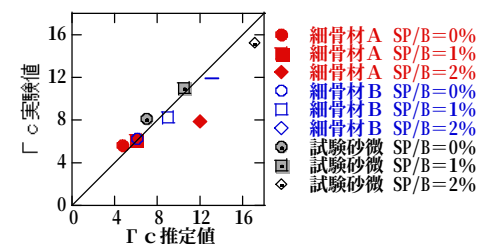


図-8 コンクリートフロー面積比
実験値と推定値の比較