

ペーストおよびモルタルの流動性を考慮した高流動コンクリートの
配合設計法に関する研究

九州工業大学大学院 学生会員 山内 聡
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
九州工業大学大学院 学生会員 尾関 規史

1. はじめに

高流動コンクリートの流動性には骨材やセメントの他、化学混和剤等の特性と配合等が影響するため配合上の不確定要素が多い。そのため流動性に関する定量的で確定的な配合設計法は確立されていない。これまでの多くの研究からモルタルの流動性は水粉体容積比や減水剤添加率、ペースト細骨材容積比などから推定できることが明らかにされている。¹⁾ 本研究ではコンクリートの流動性はモルタルの流動性とモルタル粗骨材容積比から推定できるとの仮定に従い、ペーストの流動性とモルタル、コンクリートの流動性との関連性を実験的に検討した。それらの結果を用いて、高性能 AE 減水剤の影響を受けるペーストからモルタル、モルタルからコンクリートの流動性が推定できる配合設計法について考察した。

2. 使用材料および試験方法

使用材料には、普通ポルトランドセメント（比重 3.16，比表面積 3220cm²/g），細骨材（海砂，比重 2.55，粗粒率 2.94，実績率 55.9），粗骨材（碎石，比重 2.77，粗粒率 6.44，実績率 60.0），高性能 AE 減水剤（ポリカルボン酸エーテル系）を用いた。コンクリートの練り混ぜは二軸強制練りミキサ（容量 0.055m³）を使用し、フロー値は振動を加えない状態で測定した。

3. 実験結果

3.1 高性能 AE 減水剤を使用したペースト，モルタルの流動性

一般に，ペーストのフロー試験で式(1)から算出されるペーストフロー面積比（ Γ_p ）と水粉体容積比（ V_w/V_b ）の関係は減水剤添加率を変えても，図-1 のようにほぼ直線関係であると仮定できることが知られている。その直線の切片及び傾きを拘束水比 β_p ，単位フロー水比 α_p とすれば，直線は式 (2) のように表される。既報の論文^{1), 2)} で，ペースト及びモルタルのフロー面積比はそれぞれの配合から式(3)、(4)のように推定されることが報告されている。本研究では，さらにモルタルからコンクリートの流動性を評価する指標について検討した。

3.2 コンクリートの流動性

一般に，高流動コンクリートと呼ばれるスランブフロー値は 50cm 以上である。これよりモルタルのフロー値が 250～300mm 程度であれば十分高流動コンクリートの目標とするスランブフローは達成できる。本研究では，モルタル量と粗骨材量の配合比を変化させて実験を行い，減水剤添加率が高流動コンクリートの流動性状に及ぼす影響を調べる目的で，減水剤添加率（SP/B）を 1.0, 2.0% とし，モルタル粗骨材比（ V_m/V_g ）を 4, 2, 3, 1.5 の場合の

$$\Gamma = \left(\frac{f}{f_0} \right)^2 - 1 \quad (1)$$

f : フローの平均値 (mm)

f_0 : フローコーンの底面直径 (mm)

$$\Gamma_p = \frac{(V_w/V_b) - \beta_p}{\alpha_p} \quad (2)$$

β_p : 拘束水比

α_p : 単位フロー水比

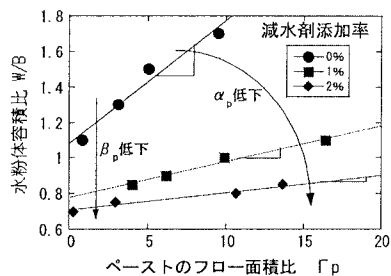


図-1 ペーストのフロー面積比の関係

$$\Gamma_p = \frac{(V_m/V_b) - 1.08\{1 - 0.45 \log_e(1 + SP/B)\}}{0.07\{1 - 0.90 \log_e(1 + SP/B)\}} \quad (3)$$

SP/B > 1.5 の場合

$$\Gamma_m = \left\{ -7.801 + 1.245(SP/B) + 0.775(SP/B)^2 + 5.61(V_p/V_s) + \{0.607 - 0.2(SP/B)\} \times \left[\frac{(V_w/V_b) - 1.08\{1 - 0.45 \log_e(1 + SP/B)\}}{0.07\{1 - 0.899 \log_e(1 + SP/B)\}} \right] \right\} \quad (4)$$

Γ_p : ペーストのフロー面積比

Γ_m : モルタルのフロー面積比

スランプフロー値を測定した。結果を表-1に示す。また、モルタルとコンクリートのフロー面積比の関係を図-2に示す。両者の関係は材料分離しないモルタルの相対フロー面積比=8 程度の範囲においてはほぼ直線関係にあり、モルタルのフロー面積比が0でも、これに粗骨材を加えた場合、コンクリートの比重が大きいため、減水剤を多く加えたコンクリートではフロー面積比はモルタルよりも大きくなると仮定し、モルタルフロー面積比が0で縦軸の切片C_(SP/B, V_m/V_g)と傾きの係数I_(SP/B)を求めることにより、任意の配合のコンクリートのフロー面積比は式(5)による関数化が可能となった。

$$\Gamma_c = C_{(SP/B, V_m/V_g)} + I_{(SP/B)} \times \Gamma_m \tag{5}$$

式の係数切片C_(SP/B, V_m/V_g)と傾きの係数I_(SP/B)は、減水剤添加率とモルタル粗骨材容積比の異なる配合ごとにそれぞれの傾きと切片から算出し、式(6)、(7)となる結果を得た。式(4)、(6)、(7)を式(5)に代入すると式(8)のように表される。

$$\begin{aligned} \Gamma_c = & \left\{ -17.26 + 8.71(SP/B) + 2.61_{(SP/B-1\%)} \right. \\ & \left. 2.12_{(SP/B-2\%)} \left(V_m/V_g \right) + \{ 2.37 - 0.67(SP/B) \} \right\} \\ & \times \left[\left\{ -7.801 + 1.245(SP/B) + 0.775(SP/B)^2 + 5.61(V_p/V_s) \right\} \right. \\ & \left. + \{ 0.607 - 0.2(SP/B) \} \right] \\ & \times \left[\frac{(V_w/V_b) - 1.08 \{ 1 - 0.45 \log_e(1 + SP/B) \}}{0.07 \{ 1 - 0.899 \log_e(1 + SP/B) \}} \right] \end{aligned} \tag{8}$$

得られた式(8)によるコンクリートのフロー面積比の推定値と実験値との比較を図-3に示す。両者間の相違についてはばらつきの他に、近似式の関数形にも問題があると思われる。この関係式については、今後詳細な実験により、更に検討を行う予定である。

4. 結論

一定の性質を持つ細骨材・粗骨材を使用したコンクリートの流動性はフロー面積比を指標にした式(6)の実験式に式(5)のモルタルのフロー面積比を代入すれば式(9)のように配合表から求めることが可能である。このことから、より汎用的な高流動コンクリートの流動性の評価は式(9)に骨材の性質(粗粒率、実績率等)の影響を定量的に取り入れるることによって可能であることが分かり、今後の課題としたい。

参考文献

- 1) 蔵重 勲, 出光 隆, 山崎 竹博, 渡辺 明: 高性能AE減水剤を用いたペーストの流動性に関する研究, セメント技術大会講演要旨 NO.52, pp.240-241, 1998.4
- 2) 俵 道和, 出光 隆, 山崎 竹博, 渡辺 明: 高流動モルタルの流動性に及ぼす高性能AE減水剤の影響, 土木学会第54回年次学術講演会講演概要集第5部 pp.882-883, 1999.9

表-1 コンクリートのフロー試験結果

SP/B	V _w /V _b	V _p /V _s	Γ _m	V _m /V _g	Γ _c
1	0.850	1.5	5.40	4.0	10.2
				2.3	7.9
		1.2	3.24	1.5	3.2
				4.0	6.9
				2.3	4.5
	0.910	1.2	5.40	1.5	0.1
				4.0	10.5
		1.0	2.46	2.3	9.5
				1.5	4.4
				4.0	5.6
2	0.725	1.5	5.50	2.3	12.3
				1.5	9.5
		1.2	4.34	4.0	12.8
				2.3	10.5
				1.5	6.6
	0.800	1.5	8.18	4.0	16.3
				2.3	14.2
		1.2	7.07	1.5	11.4
				4.0	16.0
				2.3	13.1
	1.0	5.76		1.5	10.3
				4.0	13.4
				2.3	12.3

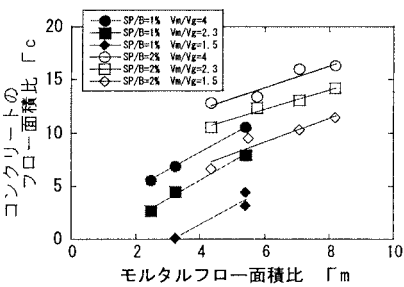


図-2 コンクリートとモルタルのフロー面積比の関係

$$C_{(SP/B, V_m/V_g)} = -17.26 + 8.71(SP/B) + 2.61_{(SP/B-1\%)} + 2.12_{(SP/B-2\%)} \left(V_m/V_g \right) \tag{6}$$

$$I_{(SP/B)} = 2.37 - 0.67(SP/B) \tag{7}$$

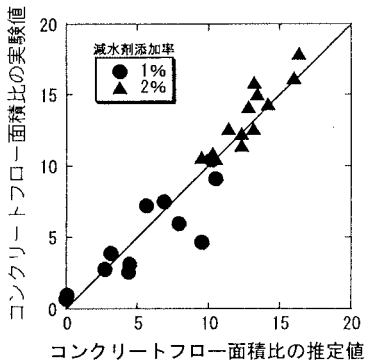


図-3 コンクリートのフロー面積比推定値の比較