

傾斜フロー試験を用いたコンクリートのフレッシュ性状評価に関する研究

宇都宮大学工学部 ○ 学生会員 中田睦実
正会員 藤原浩巳
正会員 丸岡正知
学生会員 阿部果林

1. まえがき

現在コンクリートのフレッシュ性状評価方法としては、スランプ、スランプフロー試験が一般的であるが、同一のスランプ値であっても、施工性が大きく異なる場合がある。これは、スランプ及びスランプフロー値がコンクリートの降伏値のみを反映した値であり、施工性の大きな要因である塑性粘度の影響を受けないことによるものである。

コンクリートの塑性粘度評価は、高流動コンクリートにおいては、V ロート、O ロート等の試験方法が確立されている。しかし、それ以下の流動性を有するコンクリートには、このような試験は適用できない。そこで、本研究は簡易的な傾斜フロー試験によりコンクリートの塑性粘度を評価することを試みた。

実験は、傾斜フロー試験から得られる流動先端速度、及びスランプフロー値と回転翼型粘度計によって得られる見掛けの塑性粘度、降伏値とを比較し相関関係を明らかにした。さらに、s/a を変化させ、流動先端速度によってフレッシュ性状の違いを評価することが可能かを検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

使用した材料及び、その物性について表-1 に示す。

2.2 配合条件

コンクリートのフレッシュ性状を変化させるため、水セメント比(W/C)、単位水量(W)、単位セメント量(C)、及び細骨材率(s/a)を変化させた。全配合条件を表-2 に示す。すべての配合において、空気量は $4.5 \pm 1.5\%$ となるように AE 剤を用いて調整した。また、スランプ、スランプフロー値は表-2 に示す値となるように高性能 AE 減水剤を用いて調整した。

2.3 試験項目

スランプ試験、スランプフロー試験、空気量試験、

表-1 使用材料

水(W)	上水道水	密度: 1.00g/cm^3
セメント(C)	普通ポルトランドセメント	密度: 3.15g/cm^3
細骨材(S)	鬼怒川産川砂	表乾密度: 2.54 F.M: 2.91
粗骨材(G)	鬼怒川産碎石	表乾密度: 2.65 F.M: 6.76
混和剤	ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤(SP)	密度: 1.05g/cm^3
	アルキルアリルスルホンサン系界面活性剤(AE)	密度: 1.00g/cm^3

コンクリート投入口

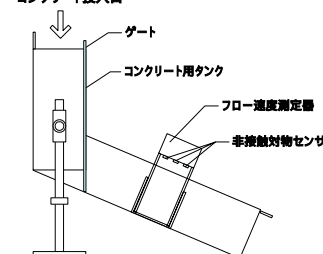


図-1 傾斜フロー試験装置

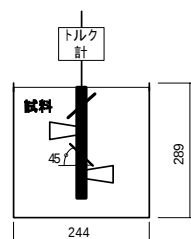


図-2 回転翼型粘度計

傾斜フロー試験、及び回転翼型粘度計によるレオロジー試験を行った。

傾斜フロー試験装置を図-1 に示す。所定の位置に速度測定器を設置し、ゲート内にコンクリートを 3 層 10 回突きで詰め上面をならす。その後ゲートを開き、コンクリートの流動端がセンサー間を通過する時の流入速度 $v_1(\text{cm/s})$ 、流出速度 $v_2(\text{cm/s})$ を読み取り、2 つの平均値を流動先端速度とした。

回転翼型粘度計を図-2 に示す。回転翼形状は、既往の研究¹⁾から、図-2 に示す形状を用いた。試料を円筒容器に 3 層に分け各層突棒で 25 回ずつ突きながら容器に詰める。その後、回転翼を試料内で回転させ、回転速度の上昇時及び下降時のトルクを測定した。回転数とトルクを用いて式(1)を用いて回帰し、 g を見掛けの塑性粘度(η)、 h を見掛けの降伏値(τ)とした。

$$T = hN + g \quad (1)$$

ここで、 T : トルク($\text{N}\cdot\text{cm}$) N : 回転数(rpm)

3. 実験結果及び考察

各試験結果を表-2 に示す。

スランプフロー値(SLF)と回転翼型粘度計によって

キーワード: 傾斜フロー、回転翼型粘度計、s/a、見掛けの降伏値、見掛けの塑性粘度

連絡先: 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科建設工学コース

表-2 配合条件及び実験結果

W/C (%)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	s/a (%)	目標SL (cm)	目標SLF (mm)	SL (cm)	SLF (mm)	空気量 (%)	V (cm/sec)	η (N·m·min)	τ (N·m)
50	180	360	42	18±2.5	-	18	300	4.2	-	-	-
			44			20	380	4.2	17.05	0.030	1.237
			46			20.5	325	6	18.20	0.032	1.074
			48			20	410	3.6	35.05	0.019	1.108
			50			20	290	5.5	22.50	0.033	1.114
			52			19.5	275	5.1	16.65	0.024	1.480
40	180	450	40	-	450±50	-	450	4.5	18.70	0.038	1.051
			42			-	455	5	25.35	0.046	1.306
			44			-	455	4.8	19.30	0.038	0.705
			46			-	448	4.8	19.65	0.041	0.542
			48			-	450	4.6	30.30	0.027	0.509
			50			-	420	4.7	20.85	0.052	0.917
	175	437.5	44	-	550±50	-	535	5.8	22.75	0.041	0.720
			46			-	520	4.7	27.00	0.037	0.622
			48			-	555	4.2	17.35	0.058	0.459
	175	500	44	-	600±50	-	605	3	14.00	0.067	0.264
			46			-	620	5.5	16.40	0.064	0.525
			48			-	605	4.3	10.25	0.075	0.356

s/aと流動先端速度の関係

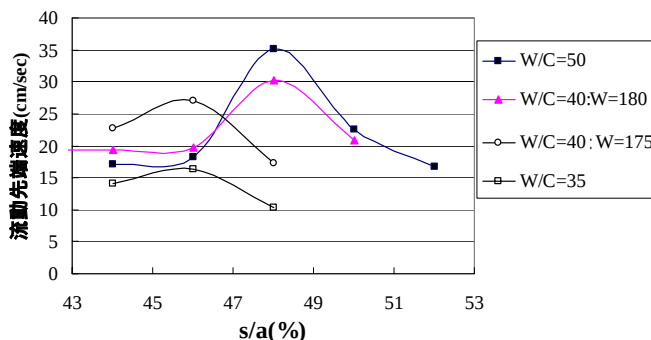


図-5 各配合における s/a と流動先端速度の関係

得られた見掛けの降伏値との関係を図-3 に示す。SLF を目的変数、見掛けの降伏値を説明変数とし単回帰分析を行った結果、回帰式は $SLF = -237.95 \tau + 654.5$ であり、相関係数は 0.821 であった。そのため SLF と見掛けの降伏値には強い相関関係があることが分かる。

また、流動先端速度(V)と見掛けの塑性粘度の関係を図-4 に示す。V を目的変数、見掛けの塑性粘度を説明変数として単回帰分析を行った結果、回帰式は $V = 3.4994 \eta^{-0.5334}$ 、相関係数は 0.701 であった。この結果から、V と見掛けの塑性粘度の間には相関関係があることが明らかになった。

各配合における s/a と流動先端速度との関係を図-5 に示す。これらの結果から、スランプフロー値がほぼ同じ場合であっても、流動先端速度には違いが生じる事が分かった。流動先端速度と見掛けの塑性粘度との関係から、流動先端速度が大きいほど粘性は低いことが分かっている。そのため、流動先端速度が大きいほど

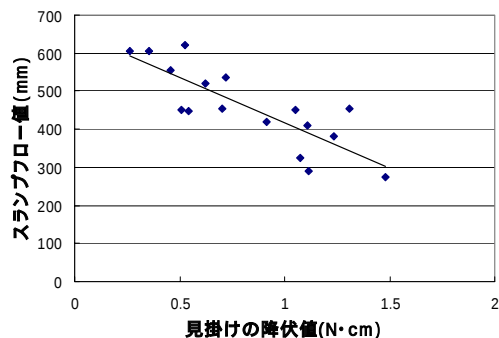


図-3 スランプフロー値と見掛けの降伏値の関係

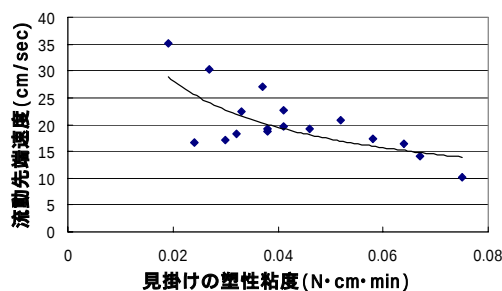


図-4 流動先端速度と見掛けの塑性粘度の関係

ど粘性が低く施工性がよいと考えられる。W/C=40%(W=180kg/m³)及び W/C=50%では s/a=48%、それ以外では、s/a=46%でピーク値を示した。

余剰ペースト膜厚(Fp)²⁾は、全ペースト量から骨材間の空隙を埋める拘束ペースト量を除いた余剰ペースト量を、骨材の総面積で除したものである。Fp が大きくなるほど粘性は低くなるため、Fp が最大となる s/a が最適となると考えられる。従って、拘束ペースト量が最小となる最密充填付近に s/a の最適値が存在すると考えられ、このとき流動先端速度のピーク値となって現れたものと考えられる。

4. まとめ.

- 1).ある程度の粘性を持つコンクリートにおいては、傾斜フロー試験、スランプフロー試験によって降伏値及び塑性粘度を推定できると考えられる。
- 2).流動先端速度によって、最適な s/a を見出すことができる可能性が認められた。

参考文献

- 1).和美広喜ほか：回転翼型粘度計による高強度コンクリートの流動特性値測定方法に関する実験的研究、コンクリート工学論文集 Vol.12,No.1,pp133-141,1994
- 2).吉野公ほか：モルタルのレオロジー定数に及ぼす使用材料の性質の影響、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.16,No.1,pp461-466,1994