

振動傾斜フロー試験によるコンクリートの施工性評価

宇都宮大学工学部 正会員 藤原浩巳
 正会員 丸岡正知
 学生会員 海山和長
 (株)ニューテック 正会員 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。

そこで本研究ではスランプ $10 \pm 2\text{cm}$ のコンクリートについて、スランプ一定の条件の中でセメント量、細骨材率(s/a)を変化させ、振動を加えた傾斜フロー試験を用いて主として粘性に関わる性状の変化を評価することが可能かを検討した。また、振動傾斜フロー試験の結果で得られる流動先端速度とコンクリートの粘性の関係について、余剰水膜厚理論を用いて考察した。

2. 振動傾斜フロー試験の概要

図-1 に振動傾斜フロー試験装置を示す。タンク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10秒間振動をかけ、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(V)とした。なお、振動機の振動数は47.5Hz、傾斜角度は、これまでの実験及び解析結果から 23° とした¹⁾。三好ら²⁾の研究から、振動がレオロジー一定数に与える影響として、降伏値は低下するが塑性粘度にはあまり影響を与えないことが知られている。そのため、振動を与えても粘性評価には影響がないと考えた。

3. 実験概要

3.1 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。

3.2 配合条件

配合条件を表-2に示す。配合要因として水セメント比(W/C)、単位水量(W)、単位セメント量(C)及びs/aを

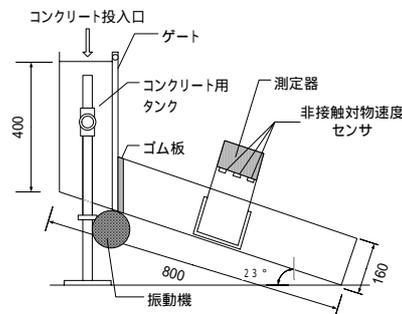


図-1 振動傾斜フロー試験装置

表-1 使用材料

練り混ぜ水	上下水道	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: 2.56g/cm^3
粗骨材(G)	笠間産碎石	表乾密度: 2.60g/cm^3
混和材	リグニンスルホンサン化合物とポリオール複合体(AE減)	密度: 1.25g/cm^3
	アルキルアリルスルホン酸系界面活性剤(AE)	密度: 1.05g/cm^3

取り上げた。空気量(Air)は目標範囲内($4.5 \pm 1.5\%$)となるようにAE剤を用いて、スランプ(SI)は $10 \pm 2\text{cm}$ となるようにAE減水剤を用いて調節した。

3.3 試験項目

(1) スランプ試験

JISA1101-1998に準拠した。

(2) 空気量試験

JISA1128-1999に準拠した。

(3) 傾斜フロー試験

前述の試験方法にて行った。

(4) 固体相の実積率測定試験

粗骨材と細骨材及びセメントが混合した状態での実積率を測定する方法は確立されていない。本研究では余剰水膜厚を算出するため固体相の実積率を測定した。

まず絶乾状態とした細骨材、粗骨材及びセメントを配合条件と同様の割合でオムニミキサーに投入・攪拌する。次に混合した試料を最大容積10Lの容器に入れ、重り(9.25kg/個)を3個載せ、テーブルバイブレーターで200Hz、4分間振動をかける。試料の高さを4箇所測定し、その平均を用いて容積を計算する。その値を用いてJIS A1104-1993『骨材の単位容積質量及び実

キーワード：振動傾斜フロー試験 細骨材率 施工性 実積率 余剰水膜厚 塑性粘度

連絡先：〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科材料研究室 TEL 028-689-6209

表-2 配合条件及び実験結果

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				Air (%)	SL (cm)	V (cm/s)	実積率 (%)	空隙率 (%)	余剰水量 (cm ³)	総表面積 (×10 ⁶ cm ²)	余剰水膜厚 (μm)
		W	C	S	G								
50	40	360	714	1099	3.0	8.5	1.5	79.7	20.3	-120.197	8.402	-0.14306	
	44		780	1019	3.4	8.0	1.0	84.3	15.7	251.432	8.402	0.29925	
	46		815	982	3.5	8.0	1.7	85.1	14.9	312.509	8.402	0.37193	
	48		849	944	3.6	8.0	1.5	84.2	15.8	245.008	8.402	0.29159	
	52		915	867	3.9	9.0	1.2	83.3	16.7	177.339	8.403	0.21105	
45	36	400	628	1146	3.2	10.0	1.4	78.1	21.9	-227.010	9.321	-0.24354	
	40		694	1068	3.6	9.0	1.8	84.9	15.1	317.911	9.322	0.34105	
	44		759	991	4.0	9.5	1.4	84.6	15.4	296.576	9.322	0.31815	
	46		788	950	4.4	8.0	1.4	83.4	16.6	207.228	9.322	0.22230	
	48		826	919	4.1	8.0	1.0	83.6	16.4	223.192	9.322	0.23942	
40	32	450	547	1193	3.0	8.0	0.9	80.7	19.3	27.116	10.471	0.02590	
	36		610	1114	3.5	8.0	1.4	83.6	16.4	250.416	10.471	0.23915	
	40		673	1036	4.0	8.0	1.2	83.3	16.7	228.274	10.471	0.21800	
	44		740	967	4.0	8.5	1.2	83.0	17.0	206.680	10.471	0.19737	
	46		773	931	4.1	8.0	0.9	81.9	18.1	124.406	10.472	0.11880	

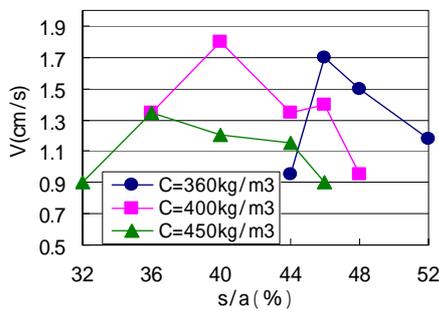


図-2 s/aと流動先端速度(V)の関係

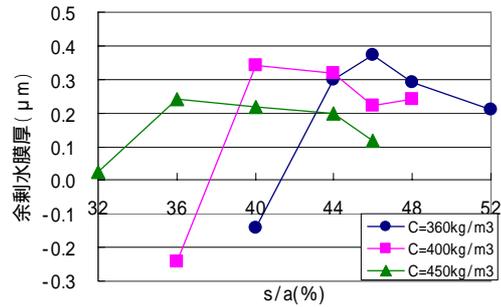


図-3 s/aと余剰水膜厚の関係

積率試験』に準じて実積率を求めた。

4. 実験結果及び考察

4.1 振動傾斜フロー試験

各試験結果を表-2及び図-2に示す。

全ての配合で流動先端速度にピークが現れた。C=360kg/m³でs/a=46%, C=400kg/m³でs/a=40%, C=450kg/m³でs/a=36%とそれぞれ流動先端速度にピークが生じた。また、同一s/aでは単位セメント量が多いほど速度が低くなった。

スランプ一定、すなわち降伏値が同じ場合でも流動先端速度に違いが生じてくる。流動先端速度と塑性粘度には相関関係があることがこれまでの研究で明かされており¹⁾、流動先端速度がピークをとるときに塑性粘度が最小と考えられる。

4.2 余剰水膜厚による検討

余剰水膜厚(Fw)はコンクリートをセメント、細骨材及び粗骨材の固体相と水の液体相に分け、全水量から空隙を埋める水量を除いた余剰水量を骨材及びセメントの総表面積で除したものである。図-3に余剰水膜厚の算定結果を示す。

マイナスの値をとっているのは、今回の実積率試験において十分な充填状態を得られなかったためと考え

られる。全ての配合においてs/aを変えることによりFwにピークが見られた。C=360kg/m³でs/a=46%, C=400kg/m³でs/a=40%, C=450kg/m³でs/a=36%と、単位セメント量を増やすことによりピークを示すs/aが小さくなり、余剰水膜厚が薄くなる傾向となった。Fwがピークをとるs/aにおいて塑性粘度が最小と考えられ、このとき流動先端速度のピーク値が得られたと思われる。

5. まとめ

スランプ 10±2cmの中練りコンクリートの塑性粘度に関わる性状の変化について、余剰水膜厚理論と関連づけて振動傾斜フロー試験により実験的に検討した。その結果、余剰水膜厚と流動先端速度間の関係が認められ、傾斜フロー試験によって簡易にコンクリートの粘性を評価できる可能性が見出された。

参考文献

- 1) 藤原浩己ほか：準高流動コンクリートのワーカビリティ評価試験方法に関する研究、セメントコンクリート論文集, No. 56, pp590-595, 2002
- 2) 三好征夫ほか：準高流動および高流動コンクリート中におけるモルタルのレオロジー特性に及ぼす振動の影響、コンクリート工学年次論文集, Vol. 21, No. 2, pp499-50, 1999