

高流動コンクリートのレオロジー定数測定に関する実験的研究

名城大学大学院 学生員○荒木 俊行
同上 学生員 森田 篤史
名城大学理工学部 正会員 飯坂 武男
東海コンクリート工業(株) 稲熊 唯史

1. はじめに

コンクリートはセメントや混和材料などの粉体材料から、最大寸法数十ミリの粗骨材まで非常に広範囲な粒径をもった材料の複合体であり、練り上がりの状態はそれらの配合割合によって様々な性状を示す。また、フレッシュコンクリートの性状はスランプ試験に代表されるコンシステンシー評価試験により定量化されるが、その性状を十分に表現しているとは言えない。

そこで本研究では、フレッシュコンクリートについて粘性を定量的に評価可能である Two-Point Workability Test を取り上げ、コンクリート配合について、レオロジー定数に影響を与えると思われる‘因子’(水粉体比、混和材の置換率、細骨材容積、粗骨材容積)を変動させた場合のレオロジー定数を把握し検討する。

2. 使用材料および配合

使用材料の諸元を表 1 に示す。配合は土木学会高流動コンクリート施工指針を参考にし、予備実験より決定した。基本配合は、各種微粉末を用いた 3 シリーズとし、固定因子として単位水量 175kg、粗骨材絶対容積 0.32m³/m³、水粉体比 32%を設定した。表 2 にシリカフェュームシリーズの配合を示す。

3. 実験方法

コンクリート混練後、同一試料においてスランプ、スランプフロー試験(JISA1101)、Two-Point Workability Test を実施する。Two-Point Workability Test によるレオロジー測定では、回転翼の回転数を 5 ～ 50rpm の間で回転数を変化させ、その間 5rpm ピッチで回転翼にかかるトルク値を測定した。

4. 実験結果および考察

図 1、2 に水粉体比、置換率、細骨材率(モルタル状態)を一定とし粗骨材量を変化させた場合の粗骨材絶対容積と降伏値、塑性粘度の関係について示す。他の因子を固定(モルタル状態一定)し粗骨材を追加していった結果、降伏値は粗骨材絶対容積が 0.26 ～ 0.33m³/m³ の間では、緩やかに増加しているが粗骨材絶対

表 1 使用材料

材料名	種類	仕様	記号
セメント	普通ポルトランドセメント	比重 3.16, 比表面積3100cm²/g	C
混和材	高炉スラグ微粉末	比重 2.89, 比表面積5870cm²/g	BF
	シリカフェューム	比重 2.20, 比表面積200000cm²/g	SF
	フライアッシュ	比重 2.24, 比表面積3750cm²/g	FA
水	名城大学内上水道		W
混和剤	ポリカルボン酸系高性能減水剤	T社製	P
細骨材	川砂	三重県町屋川産, 比重 2.61, FM2.74	S
粗骨材	碎石	三重県養老山系産, 比重2.61 FM6.37, 最大寸法 15mm	G

表 2 示方配合(シリカフェュームシリーズ)

	単位粗骨材 絶対容積 m³/m³	細骨材率 s/a	水 粉体比 W/B	混和材 置換率 SF	kg/m³						
					水 W	結合材 B	セメント C	混和材 S F	細骨材 S	粗骨材 G	減水剤 B×(%)
B	0.32	0.47	28.0	15.0	169.4	604.8	538.6	66.2	703.8	808.2	6.4
			30.0		171.8	572.8	510.1	62.7	714.1	820.1	6.0
			32.0		174.1	543.9	484.4	59.5	723.4	830.7	5.7
			34.0		176.1	517.8	461.2	56.7	731.7	840.3	5.4
			36.0		177.9	494.1	440.1	54.1	739.3	849.0	5.2
SF			5.0	175.1	547.1	527.8	19.3	727.6	835.5	5.7	
			10.0	174.6	545.5	506.4	39.2	725.5	833.1	5.7	
			15.0	174.1	543.9	484.4	59.5	723.4	830.7	5.7	
			20.0	173.5	542.3	461.9	80.4	721.2	828.1	5.7	
			25.0	173.0	540.6	438.7	101.8	718.9	825.5	5.7	
S	0.35	0.39	32.0	15.0	189.1	591.1	526.4	64.7	569.9	902.7	6.2
	0.32	0.45			177.6	555.0	494.3	60.7	687.3	847.6	5.8
	0.32	0.47			174.1	543.9	484.4	59.5	723.4	830.7	5.7
	0.31	0.48			170.6	533.3	474.9	58.3	758.0	814.4	5.6
	0.29	0.53			161.2	503.7	448.6	55.1	854.1	769.3	5.3
G	0.26	0.53			189.1	591.1	526.4	64.7	786.1	686.5	6.2
	0.31	0.48			177.6	555.0	494.3	60.7	738.1	796.8	5.8
	0.32	0.47			174.1	543.9	484.4	59.5	723.4	830.7	5.7
	0.33	0.45			170.6	533.3	474.9	58.3	709.2	863.2	5.6
	0.37	0.41			161.2	503.7	448.6	55.1	669.9	953.5	5.3

容積が $0.37\text{m}^3/\text{m}^3$ では降伏値は大きく増加していることが確認できる。塑性粘度は粗骨材絶対容積が $0.26 \sim 0.32\text{m}^3/\text{m}^3$ の区間では増加し、 $0.32 \sim 0.37\text{m}^3/\text{m}^3$ では減少傾向にある。

図3、4に水粉体比、置換率、粗骨材絶対容積を一定とし細骨材量を変化させた場合の細骨材率と降伏値、塑性粘度の関係について示す。他の因子を固定し細骨材を追加した結果、降伏値は粗骨材絶対容積と同様の結果を示し、細骨材がある一定量(細骨材率48%)で大きく増加した。このことから降伏値は粗骨材絶対容積、細骨材率ともある一定量を超えると降伏値が大きく増加し流動性を失う事が確認できた。塑性粘度は、細骨材率38.7%~44.8%の区間で減少し44.8%~55.6%では上昇した。

図5、6に置換率、細骨材率、粗骨材絶対容積を一定とし、水粉体比を変化させた場合の水粉体比と降伏値、塑性粘度の関係について示す。降伏値は、水粉体比が減少するに伴い緩やかに減少している。また、混和材の種類による降伏値の変化は見られなかった。

塑性粘度はシリカフェューム(以下 SF)では緩やかに減少し、高炉スラグ微粉末(以下 BF)、フライアッシュ(以下 FA)ではSFより塑性粘度の減少は大きい、水粉体比が下がるに従い塑性粘度も減少している。

図7、8に水粉体比、細骨材率、粗骨材絶対容積を一定とし置換率を変化させた場合の置換率と降伏値の関係について示す。他の因子を一定とし、置換率を変化させた結果、降伏値は、SF では置換率の増加に伴い増加し BF,FA は減少している。塑性粘度は BF,FA は多少の増加、減少はあるが置換率によって塑性粘度の変化は無いように見られる。SF については置換率の増加によって大きな減少が見られた。以上より降伏値、塑性粘度は置換率の増加に伴い変化が大きく異なることが分かる。これは、BF,FA に対し SF の比表面積が大きいことが理由と思われる。

5. まとめ

- 1.降伏値は粗骨材絶対容積、細骨材率ともある一定量を超えると流動性を失うことが確認でき又、塑性粘度については、ある点を境に減少することが確認できた。
- 2.混和材の種類により降伏値、塑性粘度は、置換率の増加に伴い変化が大きく異なることが確認できる。

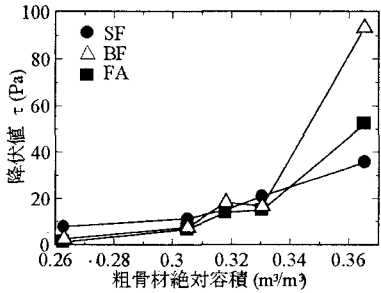


図1 降伏値と粗骨材絶対容積の関係

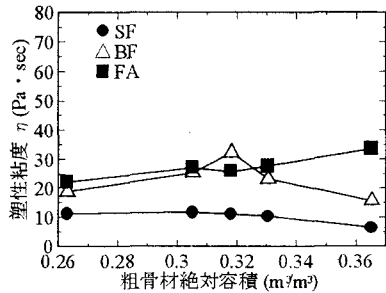


図2 塑性粘度と粗骨材絶対容積の関係

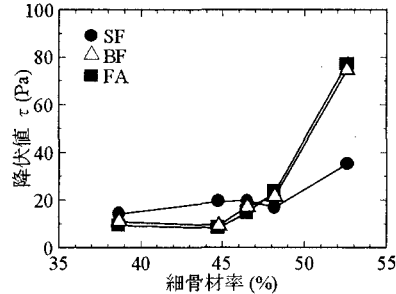


図3 降伏値と細骨材率の関係

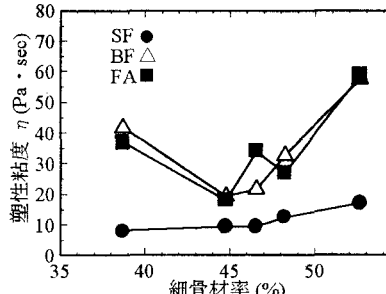


図4 塑性粘度と細骨材率の関係

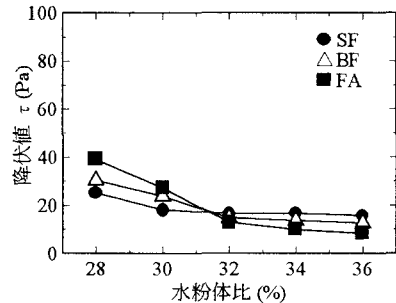


図5 降伏値と水粉体比の関係

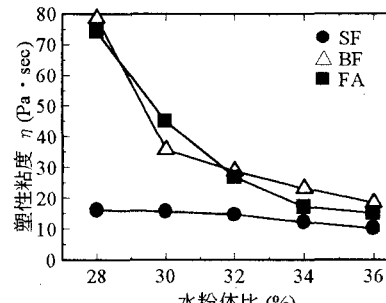


図6 塑性粘度と水粉体比の関係

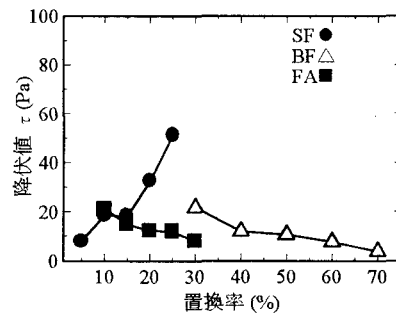


図7 降伏値と置換率の関係

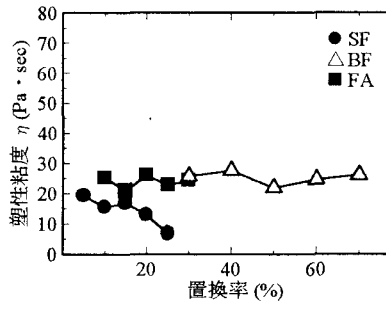


図8 塑性粘度と置換率の関係