

自己充填コンクリートの粗骨材分離におけるレオロジー的考察

学籍番号 1090483 氏名 福岡 紀枝

高知工科大学工学部社会システム工学科

自己充填コンクリートの材料分離抵抗性を評価するためには、その流動性を把握する必要があるが、自己充填コンクリートの流動性が必ずしも明らかになっていないのが現状である。そこで本研究では連続的に速度変化する球押し込み引上げ試験により、自己充填モルタルのフレッシュ時における流動性を測定し、自己充填コンクリートの材料分離抵抗性を明らかにすることを目的とした。実験結果より、自己充填モルタルの粘弾性をモデル化することにより、粗骨材分離限界曲線の検討を行った。

Key Words : 自己充填コンクリート、粗骨材、材料分離、球押し込み引上げ試験、降伏値

1. はじめに

自己充填コンクリートの充填性や材料分離抵抗性を評価するためには、その流動性を把握する必要がある。しかしながら、必ずしも明らかになっていない。一方、自己充填コンクリートの流動性を把握するための簡易的な方法として球の落とし込み試験がある。そこで、本研究では連続的に速度変化させた球押し込み引上げ試験を用い、フレッシュ時における自己充填モルタルの流動性の測定および自己充填モルタルの粘弾性のモデル化を行い、粗骨材材料分離限界曲線を提案した。

2. 実験

2.1 使用材料及び実験条件

使用材料を表-1、モルタルの配合条件およびフロー値・Vロート値を表-2に示す。

表-1 使用材料

セメント(C)		普通ポルトランドセメント (密度=3.15g/cm ³ 比表面積=3450cm ² /g)
細骨材(S)	石灰石 碎石(CS)	密度=2.69 吸水率=0.68% FM値=2.89
	海砂(SS)	密度=2.60 吸水率=2.36% FM値=2.09
高性能 AE 減水剤(SP)		レオビルド SP8SBs

2.2 練混ぜ

各材料をモルタルミキサに投入し、図-1に示す

方法で練混ぜ方法で練混ぜを行った。なお、練混ぜ水は一次水(W₁/C=20%に相当する水量)と残りの二次水に分け分割して投入し、練混ぜを行った。¹⁾

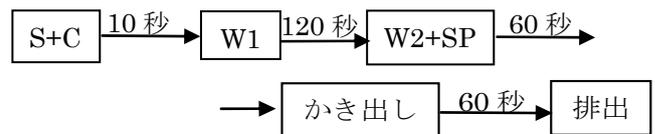


図-1 練混ぜ方法

3. 測定方法

3.1 フロー試験及びVロート試験

練混ぜ後15分置いた自己充填モルタルをフローコーンに詰め、自重によるフローの広がり測定した。フロー試験と同様、練混ぜ後15分置いた自己充填モルタルをVロートに詰め、流下速度を測定した。

3.2 球押し込み引上げ試験

図-2に試験方法を示す。試験には疲労試験機を用いた。抵抗力の測定には2Nまで測定可能なロードセルを用い、変位の値の測定には疲労試験機からの出力を用いた。

振幅を±10mm、±20mm、±40mm、±50mm、±60mmと変化させ抵抗力の測定を行った結果、振幅が±20mmで最大抵抗力が測定できることが予備実験で確認できた。これより、速度の制御として図-3のような周期が0.01Hzと一定で振幅が±10mmおよび、±20mmとした2種類の波を約5~7周期与えた。

表-2 モルタルの配合条件およびフロー値・Vロート値

配合名	実験条件			示方配合 (kg/m ³)					フレッシュモルタルの特性				
	V _w /V _p (%)	SP/C (%)	V _s /V _m	セメント	水	石灰石 砕砂	海砂	SP	フロー (cm)			Vロート	
									cm×cm	平均	sec	1/sec	
W/P=1.0 SP/C=0.8	100	0.8	0.45	866	275	605	585	6.9	12.6	12.1	12.4	12.8	0.078
W/P=1.0 SP/C=0.9		0.9						7.8	10.3	10.4	10.4	26.5	0.038
W/P=1.0 SP/C=1.0		1.0						8.7	13.5	13.3	13.4	14.7	0.068
W/P=1.0 SP/C=1.1		1.1						9.5	12.1	11.6	11.9	16.2	0.062
W/P=1.0 SP/C=1.3		1.3						11.3	19.7	19.9	19.8	9.3	0.108
W/P=1.0 SP/C=1.5		1.5						13.0	24.4	24.6	24.5	8.5	0.118
W/P=1.0 SP/C=1.7		1.7						14.7	28.1	27.9	28.0	7.9	0.127
W/P=1.0 SP/C=2.0		2.0						17.3	24.7	24.7	24.7	7.8	0.128
W/P=1.0 SP/C=2.3		2.3						19.9	34.0	34.0	34.0	7.0	0.143
W/P=1.0 SP/C=2.5		2.5						21.7	36.0	34.0	35.0	6.2	0.162
W/P=1.0 SP/C=3.0		3.0						26.0	34.0	31.9	33.0	5.3	0.189
W/P=1.1 SP/C=0.8	110	0.8	0.45	825	288	605	585	6.6	16.5	16.6	16.6	5.9	0.169
W/P=1.1 SP/C=1.0		1.0						8.3	15.9	15.8	15.9	6.8	0.147
W/P=1.1 SP/C=1.3		1.3						10.7	24.4	24.8	24.6	5.1	0.196
W/P=1.1 SP/C=1.5		1.5						12.4	29.1	28.3	28.7	4.9	0.204
W/P=1.1 SP/C=1.7		1.7						14.0	30.8	40.2	35.5	4.8	0.208
W/P=1.1 SP/C=2.0		2.0						16.5	33.0	31.0	32.0	4.7	0.213
W/P=1.2 SP/C=0.8	120	0.8	0.45	788	300	605	585	6.3	20.0	19.4	19.7	3.8	0.263
W/P=1.2 SP/C=1.0		1.0						7.7	20.3	21.2	20.8	3.1	0.323
W/P=1.2 SP/C=1.2		1.2						9.4	25.7	26.1	25.9	3.3	0.303
W/P=1.2 SP/C=1.3		1.3						10.2	27.0	26.4	26.7	4.1	0.244
W/P=1.2 SP/C=1.5		1.5						11.8	40.5	40.3	40.4	3.5	0.286
W/P=1.2 SP/C=1.7		1.7						13.4	41.5	40.0	40.8	2.8	0.363

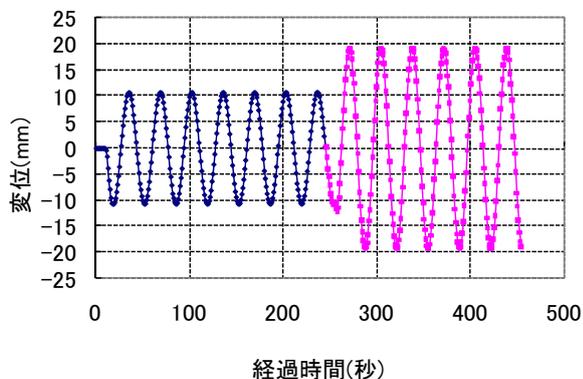
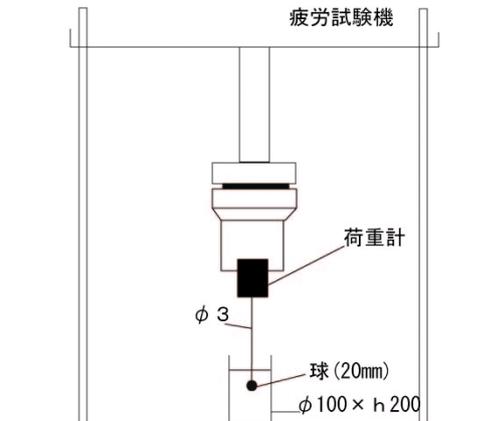


図-3 変位履歴

4. 実験結果および考察

4.1 変位-抵抗力関係

変位-抵抗力関係の例を図-4に示す。変位と抵抗力の関係がループ状になっている。このことから、モルタル中で押し引きされている球とモルタルが擦れることによりエネルギーが発生したと考えられる。

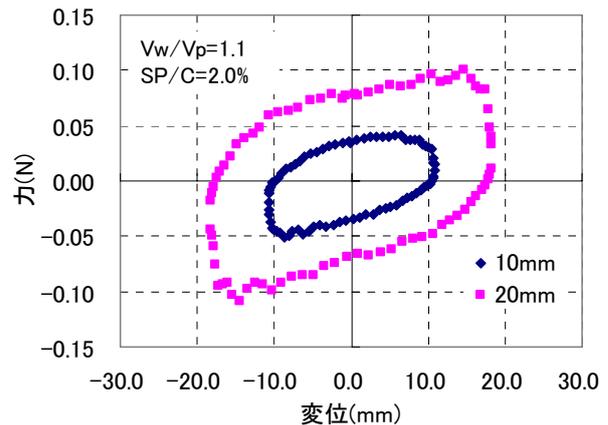


図-4 変位-抵抗力関係の例

4.2 速度-抵抗力関係

4.3.2 配合による違い

振幅が±20mmの時の速度-抵抗力関係を図-5に示す。図-5(a)と図-5(b)の配合条件、フロー値、Vロート値は表-2に示した通りである。

球押し込み・引上げ試験において、速度-抵抗力関係のグラフは繭形を描いた。SP添加率1.7%のモル

タルでは最大で0.15N近くの力がかかっている。しかし、SP添加率2.5%のモルタルでは0.03N程度の力しかかかっていない。Vw/Vpを小さくしてもSP添加率を大きくすることでモルタルの粘性が下がるため、フロー値はほぼ同じであるが、Vロート値は小さくなる。球押し込み・引上げ試験において、速度が同じであるがその時に生じる抵抗力に差が生じたものと考えられる。

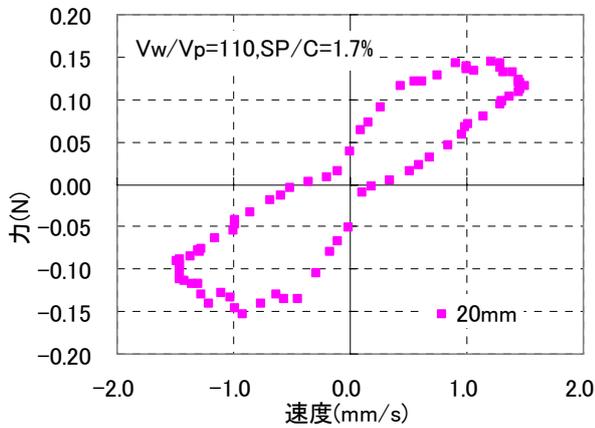


図-5(a) 速度-抵抗力関係

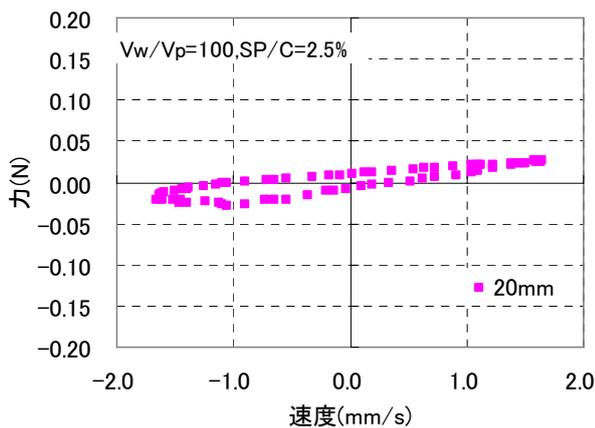


図-5(b) 速度-抵抗力関係

4.2.2 変位振幅による違い

図-6に変位が±10mm、±20mmの速度-抵抗力関係を示す。変位が異なることにより、球の変位が0となる位置での球の速度は、変位を大きくしたモルタルのほうが速くなるが、モルタルの最大および最小抵抗力、抵抗力が0となる位置の速度に関しては大きな変化は無い。

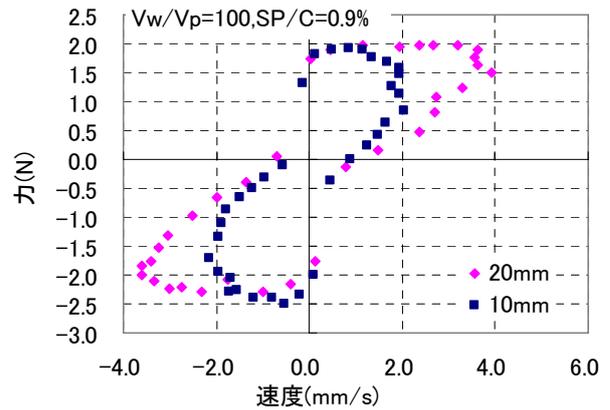


図-6 速度-力関係

4.3 モデル化

4.3.1 粗骨材分離が起こらない条件

粗骨材分離を起こさない条件として、粗骨材がモルタル中を沈降する力がモルタルのもつ抵抗力よりも小さければよい。すなわち、式(1)の条件を満たすことで粗骨材分離は生じない。

$$R \geq mg - F \quad (1)$$

ここで、mは粗骨材の質量(g)

Gは重力加速度

Fは自己充填モルタルの浮力(N)

Rは自己充填モルタルの抵抗力(N)

である。

モルタルの密度を2250kg/m³、粗骨材の密度を2.6g/cm³とし、算出した粗骨材分離の境界となる値は0.01436Nである。

4.3.2 粘弾性モデル

実験に使用した自己充填モルタルが式(1)の条件を満たしているか明らかにするためには、モルタル中の球が速度0から動き始める瞬間の力を知る必要がある。そこで、バネ、スライダー、ダッシュポットを用いて作製した自己充填モルタルの粘弾性を表すモデルを図-7に、粘弾性モデルも用いて行った解析例を図-8および図-9に示す。

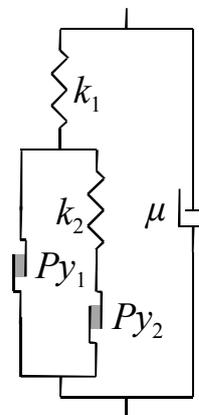


図-7 粘弾性モデル

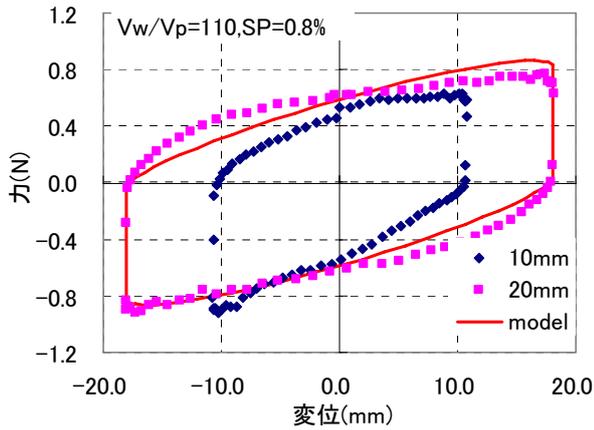


図-8 変位-抵抗力関係の例

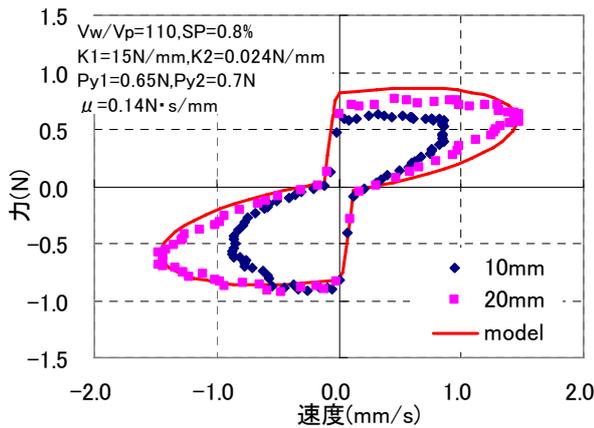


図-9 速度-抵抗力関係の例

4.3.3 SP 添加率-Py1 関係

SP 添加率-Py1 関係を図-10 に示す。Py1 は粗骨材が沈降し始める時の自己充填モルタル抵抗力を表している。式(1)より算出した粗骨材分離のより、粗骨材分離境界線より下にある点では材料分離すると考えられる。

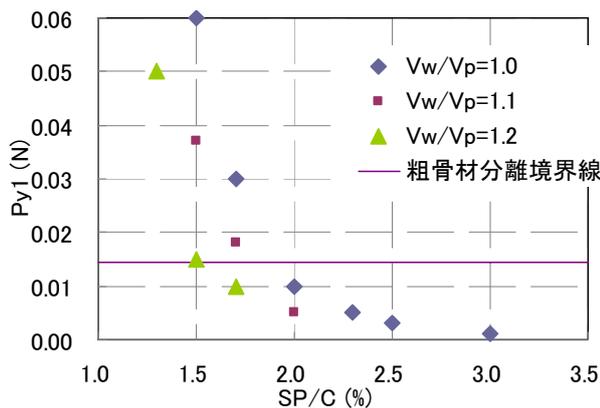


図-10 SP 添加率-Py1 関係

4.3.4 SP 添加率-Py2 関係

SP 添加率-Py2 関係を図-11 に示す。Py2 の値が小さければ、粗骨材が下まで沈降する。

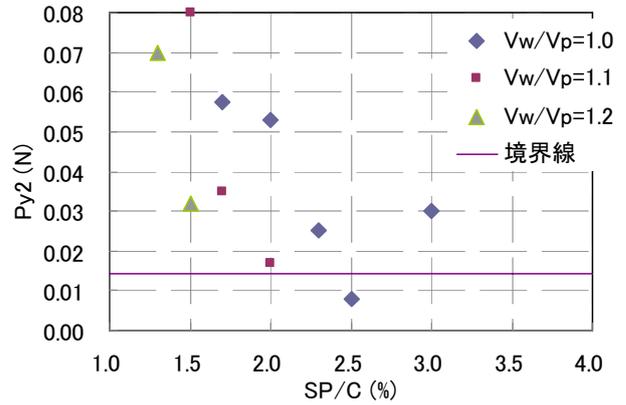


図-11 SP 添加率-Py2 関係

4.4 粗骨材の材料分離限界

粗骨材の材料分離限界を図-12 に示す。井上²⁾、篠原³⁾の研究では材料分離の定義を骨材が下まで沈降するとしているが、本研究では材料分離の定義を骨材が下まで沈降する場合とモルタル中で止まる場合があるとしている。そのため、両氏と値が離れている点においては、骨材が下まで沈降せず途中で止まっており、両氏の値と近い点においては Py2 の値が小さく、骨材が下まで沈降したためだと考えられる。

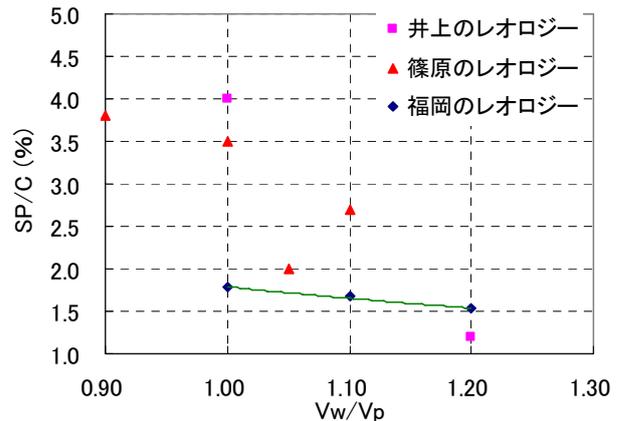


図-12 粗骨材の分離限界

5. まとめ

- (1) 速度-抵抗力関係は繭形になり、配合によって異なる。
- (2) 本研究において粗骨材分離限界曲線は図-12 のようになると考えられる。

参考文献

- 1) 永峯秀則・岸利治：遠心浮き推量と変形性との規則に基づくモルタル中の自由水に関する研究，土木学会論文集No, 4, 2006年12月
- 2) 井上亜寿沙：自己充填モルタル中の細骨材分布，土木学会全国大会第62回年次学術講演会概要書，2007年
- 3) 篠原寿一：自己充填モルタルの細骨材の沈降，高知工科大学卒業論文，2006年