

# レオロジー特性による間隙充填モルタルの充填性ならびに材料分離抵抗性の評価

首都大学東京 学生会員 ○尾原 弘樹 正会員 宇治 公隆  
 首都大学東京 正会員 上野 敦 正会員 大野 健太郎

## 1. はじめに

鋼板巻立て工法が土木、建築分野の補修・補強工事の現場で幅広く使用されている。橋脚などの母材コンクリートと鋼板の間に充填するモルタルには流動性と材料分離抵抗性が要求される。各性能はレオロジー定数（降伏値、塑性粘度）によって評価可能であるが、間隙充填モルタル中の含有骨材の粒径に応じた検討が必要である。本研究では、含有骨材の粒径に応じたレオロジー定数の適切な値、およびそれらを満たす配合の決定を目的として、主としてフローに着目して間隙充填モルタルの評価を行った。

## 2. 実験概要

### 2.1 使用材料および配合

使用材料を表-1に示す。粒径 1.2mm 未満の骨材を小粒径骨材と称する。また、細骨材全体の 20%を大粒径骨材とし、粒径を 1.2~2.5mm および 2.5~5.0mm の 2 水準とした。さらに、小粒径骨材の割合を 100%とした場合も含め、粒径に関して 3 水準を取り上げた。モルタルの配合を表-2に示す。既往の研究<sup>1)</sup>より、増粘剤を増すと塑性粘度および降伏値は増加し、高性能 AE 減水剤を増すと降伏値は低下するものの塑性粘度はあまり影響を受けない。以上より、増粘剤によって所定の塑性粘度を確保し、高性能 AE 減水剤によって降伏値を下げることで、適切な配合を検討した。

### 2.2 試験項目

本研究では表-3に示す試験を行った。間隙充填モルタルに対して一般に行われる漏斗試験に加え、フロー試験および B 型回転粘度計による塑性粘度と降伏値の測定を行った。

間隙充填性試験は、図-1に示す装置<sup>2)</sup>を用いて、間隙幅を 5mm として行った。試験方法は、内側のアクリルパイプに試料を充填し、1 分間静置する。その後、間隙幅に相当する 5mm だけ内側パイプを引き上げ、充填高さを計測する。充填高さを理論充填高さ（内パイプ中と間隙中の試料の高さが等しくなる高さ）で除した値を間隙充填率と定義し、間隙充填性の指標とした。

材料分離抵抗性は、J14 漏斗を用いて試験した。試験では、漏斗内に試料を満ちし、1 分静置した後、試料を漏斗流下初期の 200ml と漏斗内に残留した 430ml に分け、洗い分析を行い、それぞれの試料に含まれていた大粒径骨材の質量を求めた。漏斗内の試料が分離せず均等に分布していたと仮定すると、それぞれの大粒径骨材の質量比は 200:430 となることから、図-2中に示す分離抵抗指数を算出した。なお、既往の研究<sup>2)</sup>より、本研究で用いた試料において、小粒径骨材は分離しないと判断されるため、大粒径骨材の 2 水準について検討した。

表-1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント (密度: 3.16g/cm <sup>3</sup> 比表面積: 3250cm <sup>2</sup> /g)
細骨材	石灰石砕砂 (密度: 2.54g/cm <sup>3</sup> 吸水率: 1.50%) 粒径 1.2mm 未満 (密度: 2.69g/cm <sup>3</sup> 吸水率: 0.70%) 粒径 1.2mm 以上
高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸エーテル系
増粘剤	メチルセルロース系 (粘度: 190~350mPa·s)
消泡剤	ポリエーテル系

表-2 モルタルの配合

1.2-2.5mmおよび2.5-5.0mm		W/C(%)		S/C		単位量(kg/m <sup>3</sup> )		高性能 AE 減水剤	増粘剤	消泡剤
W	C	W	C	<1.2mm	≥1.2mm	高性能 AE 減水剤	増粘剤	消泡剤		
30	0.8	323	1077	689	172	*	**			C>0.05%

1.2mm未満		W/C(%)		S/C		単位量(kg/m <sup>3</sup> )		高性能 AE 減水剤	増粘剤	消泡剤
W	C	W	C	<1.2mm	≥1.2mm	高性能 AE 減水剤	増粘剤	消泡剤		
30	0.8	322	1074	859	0	*	**			C>0.05%

\*高性能AE減水剤の添加量はC×2%、3%、4% \*\*増粘剤の添加量はW×0.1%~0.3%

表-3 試験項目

試験項目	測定項目	試験方法
J14漏斗試験	J14漏斗流下時間(s)	JSCE-F541
JP漏斗試験	JP漏斗流下時間(s)	JSCE-F531
フロー試験	フロー(mm)	JASS 15 M
粘度測定試験	a) 塑性粘度(mPa·s)	JIS Z 8803
	b) 降伏値(Pa)	
間隙充填性試験	充填高さ(cm)	別途記載
材料分離抵抗性試験	試料の質量(g)	
圧縮強度試験	材齢3.7および28日における円柱供試体(φ50×100mm)3本の圧縮強度	JSCE-G-531

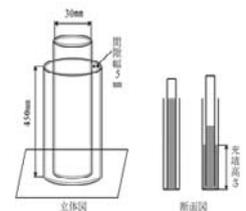


図-1 間隙充填性試験装置

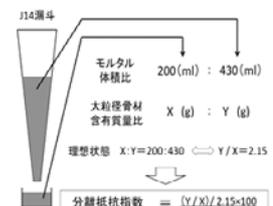


図-2 材料分離抵抗性試験の概略図

キーワード 間隙充填モルタル, 充填性, 材料分離抵抗性, レオロジー定数, 骨材粒径, フロー  
 連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 Tel 042-677-1111 (代表)

3. 実験結果

表-4に試験結果を示す。以下、レオロジー定数をもとに考察する。

3.1 降伏値と塑性粘度

図-3に降伏値と塑性粘度の関係を示す。図から、降伏値と塑性粘度の間には、ある程度の相関関係が認められる。

3.2 フローとレオロジー定数

図-4にフローと降伏値の関係を示す。一般に、フローは降伏値を簡易に評価する指標として用いられており、本試験においても、フローと降伏値にはある程度の相関関係が認められる。

図-5にフローと塑性粘度の関係を示す。本試験で用いた高流動モルタルのように、変形速度が大きいモルタルにおいては、塑性粘度がフローにも影響を及ぼすことが報告されており<sup>2)</sup>、本試験においてもフローと塑性粘度の間には良好な相関関係が認められる。

以上から、本試験で用いられるような試料の範囲において、フローは、降伏値と塑性粘度の両者を評価する指標といえる。

3.3 間隙充填率および分離抵抗指数とフロー

図-6に大粒径骨材を用いた2水準の間隙充填率および分離抵抗指数とフローの関係を示す。大粒径骨材の2水準のうち、粒径2.5~5.0mmの試料においてのみ、間隙充填率および分離抵抗指数とフローの間に良好な相関関係が認められた。それぞれのパラメータの近似曲線の交点から、フロー210mm程度を示す配合が、充填性と材料分離抵抗性のバランスがとれた配合である可能性が示唆される。

4. まとめ

本研究では、充填性と材料分離抵抗性の両者を満たす間隙充填モルタルについて検討した。明確な配合の決定には至らなかったが、充填性と材料分離抵抗性を評価する指標として、フローの値を用いることができると考えられる。しかし、現段階ではフロー試験による評価の妥当性は明らかではなく、更なる検討が必要である。また、従前より流動性を評価するために使用されているJ漏斗試験に加えてフロー試験を行うことで、流動性をより正確に評価することができると考えられる。

参考文献

- 1) 宮本欣明、山本康弘：高流動モルタルの流動性の評価に関する研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.24、No.1、pp.903-908、2002
- 2) 石山陽介ほか：間隙充填モルタルの充填性に影響を及ぼす要因とその評価手法、コンクリート工学年次論文集、Vol.33、No1、pp.1367-1372、2011

表-4 試験結果

粒径	高性能AE減水剤(C%)	増粘剤(W%)	塑性粘度(mPa·s)	降伏値(mPa)	J14漏斗流下時間(s)	JF漏斗流下時間(s)	フロー(mm)	充填率(%)	分離抵抗指数
2.5-5.0	2	0.3	7380	13.9	26.7	30.1	178.5	82.2	95.6
2.5-5.0	3	0.3	6986	13.5	22.7	36.5	200.0	93.3	85.8
2.5-5.0	4	0.3	6245	10.6	27.8	39.9	210.5	86.1	82.8
2.5-5.0	2	0.2	7325	23.7	25.1	33.4	165.5	89.9	89.3
2.5-5.0	3	0.2	6059	15.3	33.4	38.1	187.5	84.4	89.8
2.5-5.0	4	0.2	4454	9.6	24.1	32.0	218.0	88.2	87.3
1.2-2.5	2	0.3	8642	31.9	23.6	28.9	159.0	88.9	84.0
1.2-2.5	3	0.3	7920	26.2	29.5	37.7	189.5	89.0	134.8
1.2-2.5	4	0.3	7088	21.8	26.4	39.1	196.0	82.6	82.7
1.2-2.5	2	0.2	6590	29.3	31.0	23.9	266.0	80.0	90.3
1.2-2.5	4	0.2	6267	15.5	28.2	28.6	159.5	90.1	90.9
1.2-2.5	4	0.1	1752	2.7	12.7	17.9	202.5	88.9	75.9
1.2-2.5	4	0.15	3147	2.7	20.7	28.7	240.5	83.3	88.9
1.2未満	2	0.15	6531	15.4	20.9	29.5	247.0	83.1	
1.2未満	3	0.15	3118	0.4	19.2	28.1	240.5	95.6	
1.2未満	4	0.15	3074	4.9	27.7	37.5	185.0	95.6	

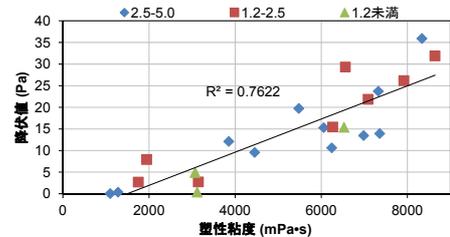


図-3 降伏値と塑性粘度の関係

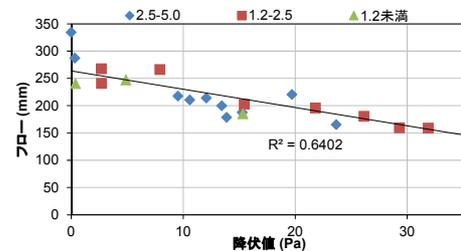


図-4 フローと降伏値の関係

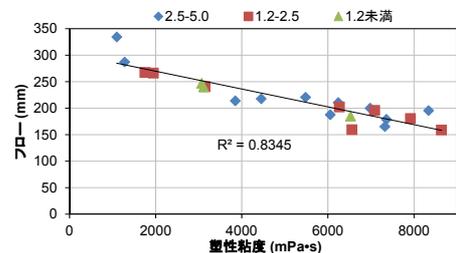
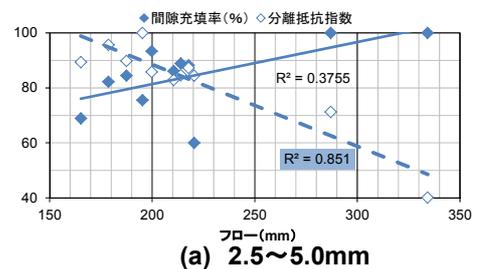
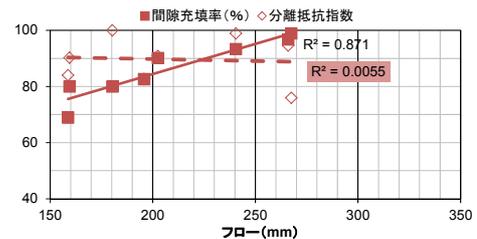


図-5 フローと塑性粘度の関係



(a) 2.5~5.0mm



(b) 1.2~2.5mm

図-6 間隙充填率および分離抵抗指数とフローの関係