

首都大学東京 学生会員 ○矢野 華

正会員 宇治 公隆

正会員 上野 敦

正会員 大野 健太郎

1. 目的

間隙充填モルタルは、耐震補強を目的として構造物を一体化するために用いられる。要求性能は、間隙を隙間なく充填できる高い充填性であり、この充填性は流動性と材料分離抵抗性に左右される。本研究では、充填性の優れた間隙充填モルタルの条件解明のため、間隙充填モルタルの間隙通過時の流動挙動について考察した。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびモルタルの配合

使用材料を表-1 に、モルタルの配合を表-2 に示す。細骨材には石灰石砕砂を用い、粒径 1.2mm 未満の小粒径細骨材と粒径 1.2～2.5mm の大粒径細骨材を 8：2 の割合で使用した。骨材体積を一定にし、モルタルのフレッシュ性状が充填性に及ぼす影響に着目した。高性能減 AE 減水剤（以下 SP と記す）添加量と増粘剤添加量は、過去の検討より、最大粒径 2.5mm のモルタルに適切な塑性粘度 3000mPa・s 以下の範囲¹⁾で、材料分離や流動性喪失を引き起こさない混和剤添加量の範囲²⁾に調整を行った。

2.2 試験項目

実施した試験項目を表-3 に示す。間隙充填試験はどちらも間隙幅 3，5mm とした。二重円筒式間隙充填試験装置を図-1 に示す。内側のアクリルパイプに試料を充填し 1 分間静置後、各間隙幅分だけ内側パイプを引き上げ、充填高さを計測した。その充填高さを理論高さ（内パイプ中と間隙中の高さが等しくなる高さ）で除した値を充填率と定義した。モデル型枠式間隙充填試験装置を図-2、図-3 に示す。投入部に試料を投入後、仕切りを外し、間隙部を流動させる。流動開始後 5 分間静置状態で間隙を通過した試料を全量採取し、その中に含まれる 1.2mm 以上の大粒径細骨材と、1.2mm 未満の小粒径細骨材の細骨材割合を大粒径含有率、小粒径含有率とした。また、両者の差の絶対値を含有率差として求めた。表-4 に試験結果を示す。

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:3.16(g/cm ³)	
細骨材(S)	石灰石砕砂 絶対密度:2.54(g/cm ³) 吸水率:1.50%	小粒径細骨材 (粒径1.2mm未満)
		大粒径細骨材 (粒径1.2～2.5mm)
高性能AE減水剤(SP)	ポリカルボン酸エーテル系化合物	
増粘剤	ヒドロキシプロピルメチルセルロース	
消泡剤	ポリアルキレングリコール誘導体	

表-2 モルタルの配合

W/C	単位量(kg/m ³)					高性能AE減水剤(W×%)	増粘剤(W×%)	消泡剤(C×%)
	W	C	S	<1.2mm	1.2mm≤			
0.4	388	969	621	156	※	※	※	0.05

※は試料ごとに变化させた

表-3 試験項目

試験項目	評価指標	試験方法
回転粘度計での測定試験	塑性粘度(mPa・s) 降伏値(Pa)	JIS Z 8803
間隙充填試験	二重円筒式(鉛直方向)	充填率(%)
	モデル型枠式(水平方向)	含有骨材率(%)
		別途記載

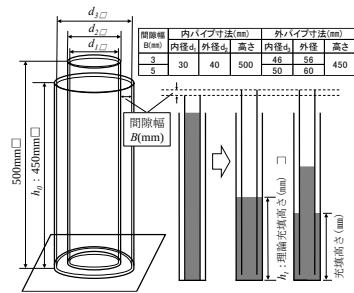


図-1 二重円筒式間隙充填試験装置

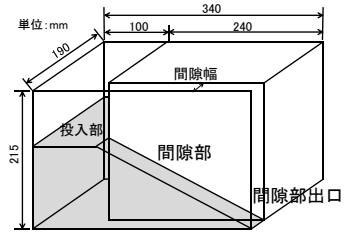


図-2 モデル型枠式間隙充填試験装置

表-4 試験結果

	SP (%)	増粘剤 (%)	塑性粘度 (mPa・s)	降伏値 (Pa)	充填率 (%)		大粒径含有率 (%)		小粒径含有率 (%)		含有率差 (%)	
					3mm	5mm	3mm	5mm	3mm	5mm	3mm	5mm
No.1	0.5	0.02	1624.0	11.37	89.2	96.0	74.0	78.2	59.9	70.9	14.1	7.3
No.2	0.375	0.01	2406.4	13.41	86.7	94.8	80.6	90.2	57.7	66.8	23.0	23.4
No.3	0.5	0.01	1616.0	10.77	92.8	98.7	97.4	84.2	90.1	84.4	7.3	0.2
No.4	0.468	0.01	1956.8	12.20	92.1	99.7	81.1	90.7	60.2	61.2	20.9	29.4
No.5	0.7	0.10	1425.6	4.84	96.6	99.4	72.8	80.0	75.6	75.2	2.8	4.8
No.6	0.7	0.08	1088.0	6.60	98.9	100.0	72.4	83.0	67.8	66.9	4.6	16.1
No.7	0.5	0.05	1704.0	11.64	92.8	99.2	86.0	85.0	75.1	78.5	10.8	6.5
No.8	1.9	0.30	1324.8	2.87	97.8	100.0	54.2	63.7	59.1	59.9	4.9	3.8
No.9	2.2	0.45	2577.2	8.70	91.8	99.4	79.4	67.0	72.6	73.2	6.8	6.2
No.10	1.5	0.30	1523.2	3.73	94.9	99.1	68.4	71.2	76.8	78.6	8.4	7.3
No.11	3.6	0.30	1025.6	2.55	96.6	100.0	48.0	53.2	65.3	68.3	17.3	15.0

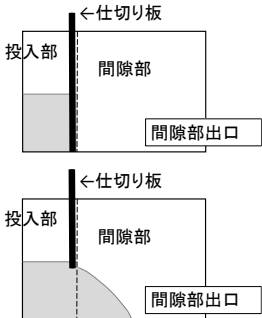


図-3 参考図

キーワード 流動性 材料分離抵抗性 塑性粘度 降伏値 含有骨材率

連絡先 〒192-0046 東京都八王子市南大沢 1-1 Tel 042-677-1111(代表)

3. 実験結果

塑性粘度 $3000\text{mPa}\cdot\text{s}$ 以下において、流動性・材料分離抵抗性は降伏値が支配的であるため、降伏値に着目して検討を進めることとする。

3.1 充填率

二重円筒式間隙充填試験における充填率と降伏値の関係を図-4 に示す。間隙幅 5mm と間隙幅 3mm の比較から、充填率は、より間隙条件が厳しい場合に降伏値の影響を受け、間隙幅 3mm に着目すると、変形のしにくさを表す降伏値が大きくなると明確に充填率が低下する。これは、降伏値が大きくなりモルタルの流動が抑制されたと考えられる。また、充填率 90%以上を充填可能とすると、間隙幅 5mm は充填可能であり、間隙幅 3mm も概ね充填可能であるので、降伏値 13Pa 以下で十分な流動性を有するといえる。

3.2 大粒径含有率

大粒径含有率と降伏値の関係を図-5 に示す。降伏値が大きくなるにつれて大粒径含有率が増加する傾向がある。また、2つの近似線で示すのが適当と判断される。降伏値が小さい場合、間隙内で細骨材が沈降・滞留し、結果的に間隙を通過できた細骨材量が減ったと考えられる。この現象は降伏値が 4Pa を下回る試料 No.8, 10, 11 で著しくなっており、その時の大粒径含有率は概ね 70%である。

3.3 含有率差

含有率差と降伏値の関係を図-6 に示す。含有率差 10%程度を境に、含有率差の大小で A 群(試料 No.2, 4, 11)と含有率差の小さい B 群(No.1, 3, 5~9)に分ける。A 群は含有率差が大きい。つまり、間隙通過後のモルタル中の骨材が、大粒径細骨材または小粒径細骨材のどちらかに偏っているということであり、材料分離が生じている。含有率差が小さい B 群は、間隙通過後のモルタル中に、大粒径細骨材と小粒径細骨材が同程度の割合で含まれるということである。しかし 3.2 大粒径含有率より、含有率差が 10%以内でも、No.8, No.10 のように大粒径含有率が低い材料分離していると判断できる試料が見られる。よって、含有率差だけで材料分離は判断できず、材料分離抵抗性を有するには、大粒径含有率が概ね 70%であることと、大粒径含有率と小粒径含有率の差が 10%程度以内であることの2点を同時に満たす必要がある。条件を満たせる降伏値は 4Pa 以上 12Pa 未満である。

4. まとめ

降伏値と塑性粘度の関係を図-7 に示す。これより、塑性粘度 $3000\text{mPa}\cdot\text{s}$ 以下の間隙充填モルタルは、降伏値 4Pa 以上 12Pa 未満の範囲内で十分な流動性・材料分離抵抗性を有する。また、充填性に優れたモルタルの製造には、SP を 1.0%以下、増粘剤添加量を 0.1%以下という範囲内で増粘剤に対する SP の割合を適切な範囲内にするとより充填性を実現することが可能である。

参考文献

- 1) 出口慎太郎、宇治公隆、上野敦、大野健太郎：間隙充填モルタルの充填性と材料分離抵抗性、土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集、V-571、pp.1141-1142、2012
- 2) 武地慧征、宇治公隆、上野敦、大野健太郎：塑性粘度を考慮した間隙モルタルの充填性評価に関する研究、土木学会第 72 年次学術講演会論文集、V-118

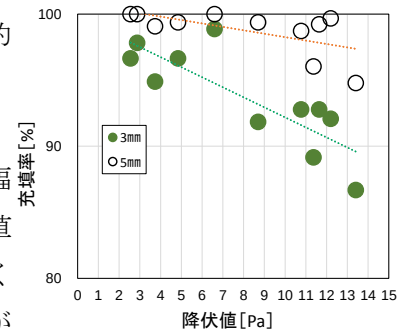


図-4 充填率と降伏値の関係

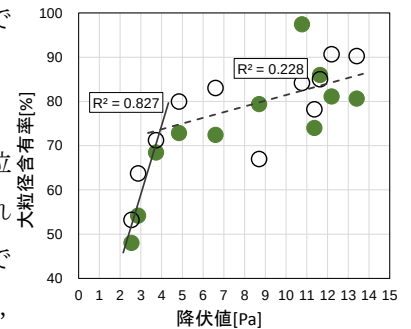


図-5 大粒径含有率と降伏値の関係

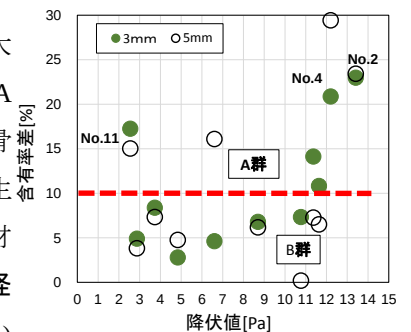


図-6 含有率差と降伏値の関係

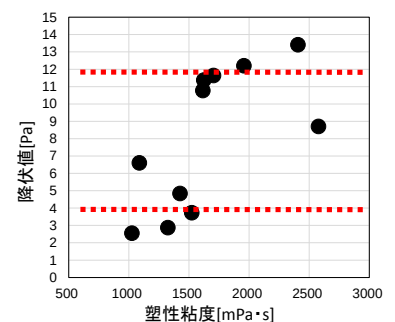


図-7 降伏値と塑性粘度の関係