

名古屋工業大学 正会員 ○上原 匠
名古屋工業大学 正会員 平原英樹

1. まえがき

繊維補強コンクリートは一種の靱性材料であるが、施工性が劣るため利用しにくい材料であった。現在は、高性能AE減水剤の性能の向上に加えて、「高流動コンクリート施工指針」が発刊されたこともあり、高性能AE減水剤を用いて施工性を改善した流動性の高い繊維補強コンクリートが実施工に向け検討されはじめている。しかし、配合設計やフレッシュ性状の評価等の手法は確立されてなく、個々に検討されているのが現状である。そこで本研究では、高流動コンクリートの粗骨材を一部鋼繊維と置換して製作した繊維補強コンクリートを対象に材料分離抵抗性の評価方法について実験より検討を行った。

2. 使用材料

表-1に使用材料を示す。粉体には、強度への影響が小さい石灰石微粉末を用い、水粉体比と高性能AE減水剤の添加量を操作することで、同程度のスランプフローで異なるフレッシュ性状を持つコンクリートを製造した¹⁾²⁾。
鋼繊維はインデント形を用いた。

3. 配合および試験項目

表-2に配合を示す。繊維補強コンクリートの目標スランプフローは45cm、水セメント比は65.0、53.4、および47.6%の3水準、水粉体容積比は1.19と0.81の2水準の合計6

配合のベースコンクリートを対象に、粗骨材の一部を鋼繊維と置換した配合で試験を行った。高性能AE減水剤の添加量は、ベースコンクリートのスランプフローが600mmを確保できる量とした。練混ぜは強制練りミキサーを使用し、鋼繊維は粗骨材の前に投入し、全材料投入後の練混ぜ時間を2分間とした。

材料分離評価試験には、スランプフロー試験、材料占有率試験、S I試験、およびコンクリートのフロー試験を用いた。スランプフロー試験では、目視判断で分離抵抗性を評価した。材料占有率試験は、スランプフロー試験の試料を用い、スランプフローの中心から半径15cm内外の骨材、鋼繊維、およびモルタルの占有率から、分離抵抗性の評価を行う方法である。したがって、材料分離の有無の評価基準は材料占有率試験結果を基準とした。S I試験では、モルタルの分離量から判断した。S I試験とは、5mmのふるいによる粗骨材とモルタルとの分離抵抗性評価試験をさし、SI値はパイプレータによって30秒間振動を与えた場合の(落下モルタル質量)/(全モルタル質量)の百分率である³⁾。フロー試験では、ASTM C 124-66のフロー試験装置を用いて、フロー値の伸びから分離抵抗性の評価を試みた。

4. 試験結果および考察

表-3に試験結果を示す。スランプフローの目視判断では、フロー先端部に骨材が伴わずモルタルだけで縁取られる帯が見られる場合を分離と定義した。配合No.1は一部にモルタルの帯が確認されたことから、やや分離と表記した。水粉体容積比1.19の場合に材料分離がみられたことから、水粉体容積比が、材料分離抵抗性の指標となりえると言えよう。目視による材料分離の程度が最も大きい配合はNo.3であった。

表-1 使用材料

材料	種類	記号	物性・成分
セメント	早強ポルトランドセメント	C	密度:3.13g/cm ³ 、比表面積:4550cm ² /g
混和材	石灰石微粉末	LS	密度:2.73g/cm ³ 、比表面積:5090cm ² /g
細骨材	山砂	S	密度:2.56g/cm ³ 、吸水率:1.65%、粗粒率:2.77
粗骨材	砕石2005	G	密度:2.65g/cm ³ 、吸水率:0.61%、粗粒率:6.64
混和剤	高性能AE減水剤	SP	ポリカルボン酸系
短繊維	鋼繊維	SF	密度:7.85g/cm ³ 、長さ:30mm、アスペクト比:50

表-2 配合表

配合 No.	W/C (%)	水粉体 容積比	LS/(C+LS) (%)	s/a (%)	單位量(kg/m ³)						SP添加率 C×(%)
					W	P		S	G	SF	
						C	LS				
1	65.0	1.19	38.1	54.9	167	257	158	911	748	79	2.4
2		0.81	56.9	49.8			339	742			
3	53.4	1.19	25.8	54.9	167	313	109	911	748	79	2.2
4		0.81	48.0	49.8			289	742			
5	47.6	1.19	17.8	54.9	167	352	76	911	748	79	2.0
6		0.81	42.3	49.8			257	742			

備考:SFの単位量は全体容積の1%である

表-3 試験結果

配合 No.	スランブ (cm)	スランブフロー (mm×mm)	空気量 (%)	状 態 (目視)	材料占有率 (％)									SI ₃₀ (%)	フロー試験による フロー値の伸び (mm)
					内側			外側			内外差				
					G-in	F-in	M-in	G-out	F-out	M-out	Δ G	Δ F	Δ M		
1	21.0	450×420	3.2	やや分離	30.0	3.8	66.2	41.4	2.8	55.9	+11.4	−1.0	−10.3	57.4	225.0
2	22.0	415×415	5.0	良好	34.1	3.7	62.2	36.1	3.2	60.7	+2.0	−0.5	−1.5	45.1	145.0
3	19.5	500×495	3.5	分離	32.1	3.6	64.3	37.0	2.9	60.2	+4.9	−0.7	−4.1	57.5	185.0
4	23.5	530×475	4.0	良好	34.5	3.4	62.1	34.5	3.1	62.4	0	−0.3	+0.3	45.8	142.5
5	22.0	520×500	3.5	分離	31.4	3.9	64.8	36.8	2.7	60.4	+5.4	−1.2	−4.4	56.0	217.5
6	21.0	420×410	3.2	良好	33.7	3.6	62.7	36.8	3.0	60.2	+3.1	−0.6	−2.5	49.0	欠測

図-1に占有率試験結果を示す。材料占有率の内外差からは、粗骨材の増加傾向、鋼繊維とモルタルの減少傾向が顕著なほど材料分離の程度が大きいと推測される結果が得られた。一般に、スランブフロー試験結果に対する目視判断による材料分離は、粗骨材が中心に留まることを目安に判定するが、材料占有率試験では逆の結果となった。すなわち、繊維補強コンクリートの材料分離は、粗骨材は中心から遠くへ、鋼繊維とモルタルは中心に留まる傾向を示すことが実験から明らかとなった。このことは、鋼繊維に置換したことによる表面積の増加によりモルタルが拘束されることが原因と考えられ、繊維を投入することでスランブフローが小さくなる現象と一致する。粗骨材に着目すると、内外差の値が3%程度を基準に材料分離の有無が評価される結果となった。材料占有率試験からは材料分離の程度は、No.1、No.5、No.3の順番で大きくなり、スランブフローの目視判断とは異なる結果となった。

図-2に材料分離評価試験の比較を示す。対象とした配合では、SI値が50%を境に材料分離の有無が判定される結果となった。占有率試験結果との比較からも、SI試験は繊維補強コンクリートの分離抵抗性の評価方法として有効であることが明らかとなった。

フロー試験によるフロー値の伸びは、表-3に示すように、材料分離が生じている配合では185mm以上、良好な配合では145mm以下であることから、フロー試験による評価も可能であるとの見通しが得られた。

5. まとめ

本研究で得られた知見をまとめると以下の通りである。

- 1) 鋼繊維補強コンクリートの材料分離の傾向は、粗骨材が中心より外側へ、鋼繊維とモルタルが中心に留まる割合が大きくなる現象と捉えることができる。
- 2) 繊維補強コンクリートを対象とした場合にもSI試験は有効である。今回対象とした配合においての材料分離の判定基準はSI値50%である。
- 3) コンクリートのフロー試験を用いた、簡便な材料分離評価の見通しが得られた。

参考文献

1) 日本コンクリート工学協会：「石灰石微粉末研究委員会報告」，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.20-1,pp.49～58,1998
 2) 山田尚義他：高水セメント比における粉体系高流動コンクリートの物性に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.21-2,pp.457～462,1999
 3) 上原匠他：微粒珪砂を混入した高流動コンクリートの物性に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.21-2,pp.469～474,1999

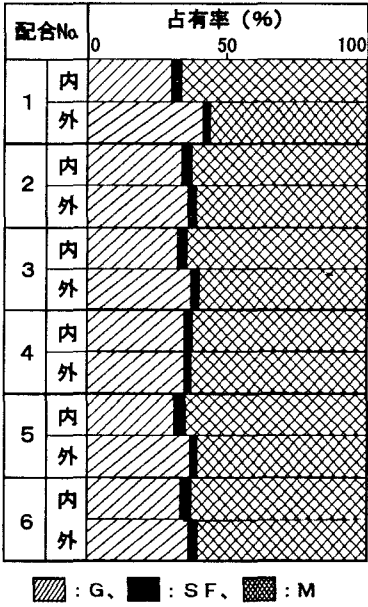


図-1 材料占有率

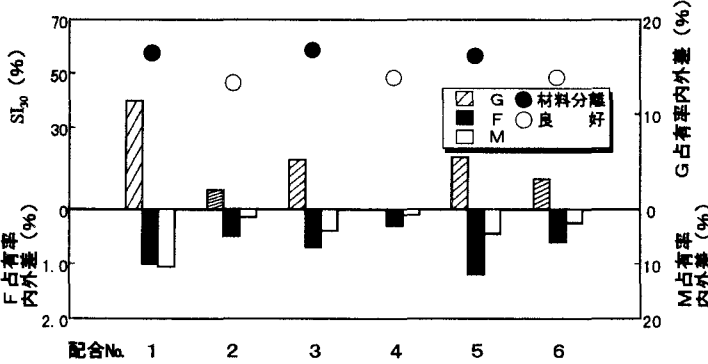


図-2 材料分離抵抗性試験結果の比較