

大阪市立大学 学生員 ○盛岡 諒平 大阪市立大学大学院 学生員 藤原 資也  
 大阪市立大学大学院 正会員 角掛 久雄 大阪市立大学大学院 正会員 鬼頭 宏明

1. はじめに

コンクリートの引張性能を改善する材料としてセメント系材料を短繊維で補強した繊維補強セメント複合材料(以下:FRCC)がある。FRCCには一般的に鋼繊維や有機繊維が用いられるが、更なる高機能化を目指し、各種の繊維について研究・開発が進められている。その中で、新たな繊維として近年開発されているものに、バサルト繊維がある。バサルト繊維は玄武岩を原料として工場で製造される人工の繊維である。そのため、リサイクル時に処理が不要であり、また、引張強度が鋼繊維と同程度以上であることから、様々な分野への適用の可能性がある。しかし、バサルト繊維をモルタルに混入した研究例<sup>1)</sup>はわずかで、十分な研究がなされていない。

そこで本研究では、バサルト繊維を混入したモルタルを他のFRCCと同様に実構造物へ適用することを見据え、著者らが補強材として適用を研究しているPVA繊維を用いたDFRCC<sup>2)</sup>にバサルト繊維を用い、繊維径と繊維長をパラメーターとして、そのモルタルのフレッシュ性状および硬化特性について検討を行った。

2. 実験概要

基本的なフレッシュ性状と硬化特性を把握するため、モルタルフロー試験、圧縮強度試験および曲げ強度試験を行った。実験には、繊維径と繊維長の異なる4種類のバサルト繊維と比較のために繊維未混入およびPVA繊維を混入したものを用意した。また、バサルト繊維は主成分が二酸化ケイ素であり、アルカリに弱いとされている。そこで、繊維径13μm、繊維長3mmのバサルト繊維に耐アルカリ性を付与するために、表面にサイジング処理を行ったものも実験対象に加え、その処理が及ぼすフレッシュ性状や強度への影響を検討した。表-1に本研究で使用した繊維の種類と物性を示す。繊維混入率:V<sub>f</sub>は通常のFRCCを想定し、体積比で0.5, 0.75, 1.0%の3通りとした。配合は、既研究で

あるDFRCCと同じく、水結合剤比W/(C+FA)45%、細骨材セメント比S/C50%に統一した。表-2に配合および供試体名を示す。打設の翌日に脱型をし、20°Cで27日間水中養生を行った後、材齢28日で強度試験を行った。供試体は40×40×160mmの角柱型供試体を各パラメーターにつき3体ずつ作製し、JIS R 5201に準拠し、スパン100mmの3点曲げ試験および曲げ試験後にできる2片の供試体で圧縮強度試験を行った。

3. 実験結果

図-1にモルタルフロー試験結果を示す。バサルト繊維をモルタルに混入すると流動性が著しく低下し、モ

表-1 繊維の種類と物性

繊維種類	直径	長さ	アスペクト比	密度	引張強度	弾性係数
	d(μm)	l(mm)	l/d	(g/cm <sup>3</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/mm <sup>2</sup> )
PVA繊維	40	12	300	1.30	1600	40
バサルト繊維	15	12	800	2.63	3800~4840	91~110
	13	6	462			
	13	3	231			
	11	3	273			

表-2 示方配合と供試体名

供試体名	示方配合								
	W/ C+FA	S/C	V <sub>f</sub>	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					
			(%)	W	C	FA	S	PVA	BF
NF	45	50	-	467	831	208	415	-	-
PVA			0.50	465	827	207	413	6.50	-
			0.75	463	825	206	412	9.75	-
			1.00	462	823	206	411	13.00	-
BF15-12			0.50	465	827	207	413	-	13.15
			0.75	463	825	206	412	-	19.73
			1.00	462	823	206	411	-	26.30
BF13-6			0.50	465	827	207	413	-	13.15
			0.75	463	825	206	412	-	19.73
			1.00	462	823	206	411	-	26.30
BF13-3			0.50	465	827	207	413	-	13.15
			0.75	463	825	206	412	-	19.73
			1.00	462	823	206	411	-	26.30
BF11-3			0.50	465	827	207	413	-	13.15
			0.75	463	825	206	412	-	19.73
			1.00	462	823	206	411	-	26.30
BFS13-3			0.50	465	827	207	413	-	13.15
			0.75	463	825	206	412	-	19.73
			1.00	462	823	206	411	-	26.30

注) BF: バサルト繊維, 供試体名は直径(μm)-長さ(mm)の順に値を記入  
 BFS: サイジング処理をしたバサルト繊維, NF: 繊維未混入供試体  
 PVA: PVA繊維混入供試体, C: 普通ポルトランドセメント 比重3.15  
 FA: JIS適合フライアッシュII種 比重2.27, S: 7号珪砂 比重2.40  
 混和剤: ポリカルボン酸系高性能AE減水剤 5kg/m<sup>3</sup>  
 セルロース系増粘剤 0.4kg/m<sup>3</sup>  
 高アルキルカルボン酸塩系消泡剤 0.82kg/m<sup>3</sup>

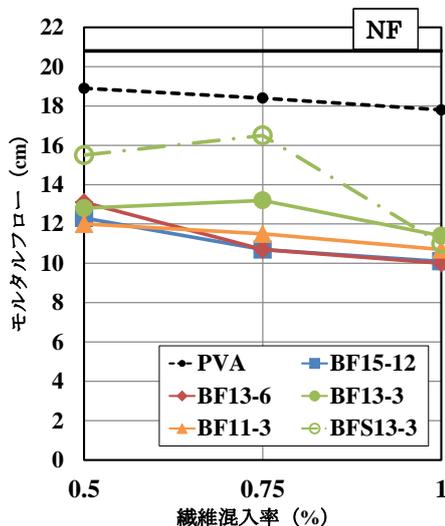


図-1 モルタルフロー試験結果

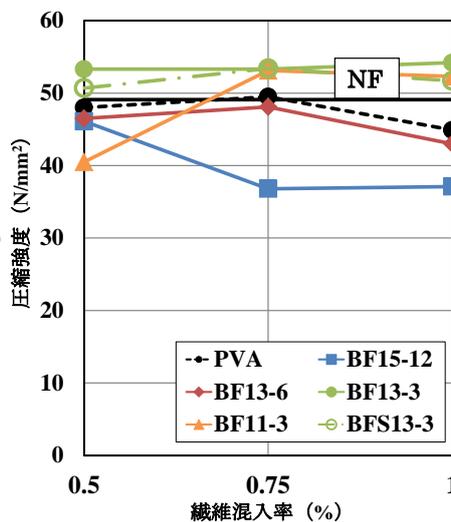


図-2 圧縮強度試験結果

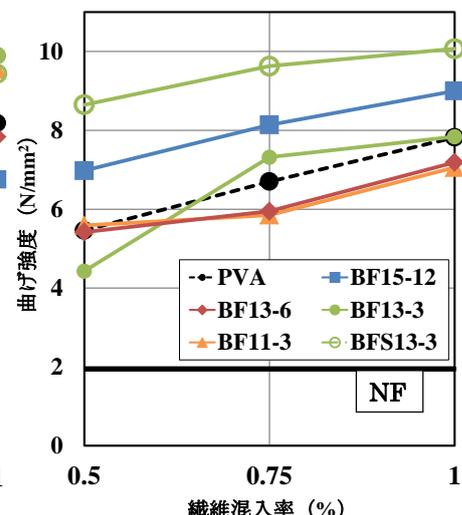


図-3 曲げ強度試験結果

ルタルフロー値はNFより4~5割程度、PVAより4割程度低下した。バサルト繊維の密度はPVA繊維より大きく、流動性に影響を与えやすいことが原因と考えられる。繊維混入率が大きくなるほどモルタルフロー値は低下し、特に繊維が長いほどその傾向が強くなった。これは繊維長が長いと繊維同士が絡まりファイバーボールを形成することで、モルタルに粘性を持たせたためであると考えられる。FRCCにおいて流動性の低下は、配向性悪化などの原因となり強度の低下につながることから、バサルト繊維をモルタルに混入する際は、流動性が確保できる配合を検討する必要がある。また、サイジング処理による流動性への影響はないと言える。

図-2に圧縮強度試験結果を示す。BF13-3やBF11-3といった繊維長の短いバサルト繊維を混入したモルタルは、NFやPVAと同程度の圧縮強度を発揮したが、BF15-12やBF13-6といった繊維長の長いバサルト繊維を混入したモルタルは繊維混入率が増えると、NFやPVAより圧縮強度が2~3割程度低下した。これは、供試体内に大きめな気泡が存在していたことから、流動性の悪化により充填率が低下したためであると考えられる。このことから、フレッシュ性状を改善した配合の必要性があると言える。また、圧縮強度についてもサイジング処理の影響がないことがわかった。

図-3に曲げ強度試験結果を示す。バサルト繊維を混入したモルタルの曲げ強度は流動性が悪かったにもかかわらず、PVAと同程度となり、特に繊維径、繊維長ともに最大のBF15-12はPVAよりも大きな曲げ強度を発揮した。BF15-12が大きな曲げ強度を発揮したのは、繊維1本あたりの付着面積が大きくなることで、他のバサルト繊維より付着強度を確保できたためであると

考えられる。しかし、バサルト繊維を混入したモルタルは、全て繊維の引き抜けにより破壊に至り、繊維の引張強度が十分に発揮できなかった。つまり、DFRCCのPVA繊維をバサルト繊維に置き換えただけではバサルト繊維の優位な引張強度を活かした補強効果は得られず、バサルト繊維の引張強度と付着強度の適切なバランスを得る配合もしくは繊維寸法を検討する必要がある。それにより繊維の引張強度が発揮でき、さらに曲げ強度の向上が期待できる。また、BFS13-3は繊維径や繊維長が大きいBF15-12やBF13-6よりも大きな曲げ強度を発揮したことから、サイジング処理を行うことで、繊維とモルタルの付着強度が向上していると考えられる。

#### 4. まとめ

- 1) バサルト繊維をモルタルに混入すると流動性が著しく低下し、それに伴い充填率が下がることで、圧縮強度も低下した。
- 2) バサルト繊維混入により繊維径、繊維長が大きいとPVAと同程度以上の曲げ強度を発揮するが、供試体は繊維の引き抜けにより破壊し、今回の配合では繊維の引張強度を十分に発揮するには至らなかった。
- 3) サイジング処理は流動性や圧縮強度に影響しないが、付着を向上させ曲げ強度を増加させた。

#### 参考文献

- 1) 佐藤・井上・岡本・児島：バサルト繊維により補強したモルタルの強度特性,土木学会関西支部年次学術講演会,V-18,2008
- 2) 藤原・畝・角掛・小笠原：短繊維補強モルタルを用いた曲げ補強RC梁に関する実験的研究,土木学会関西支部年次学術講演会,V-19,2014