

バサルト繊維を用いた FRCC の基本特性に関する基礎的研究

大阪市立大学大学院 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 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 (BF) 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繊維で、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が始まっている。しかし、バサルト繊維をモルタルに混入した研究例¹⁾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 DFRCC²⁾にバサルト繊維を用いて、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 15 μ m、繊維長 12mm と繊維径 13 μ m、繊維長 3mm のバサルト繊維に対して、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アルカリに弱いとされているため、耐アルカリ性を付与するために、繊維径 13 μ m、繊維長 3mm のバサルト繊維の表面にサイジング処理を行ったものについても、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。さらに、繊維径 13 μ m、繊維長 12mm のバサルト繊維をより合わせて、径を 0.5mm 程度の束に加工することで表面処理をしたものも実験の対象に加えた。表-1 に供試体の名称と繊維の寸法を、表-2 に本研究で使用した繊維の物性を示す。繊維混入率は、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 の条件を基本とし、表-3 に

示す。打設の翌日に脱型をし、20℃で 27 日間水中養生をした後、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の 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。BF15-12 や BF13-3 のフロー値は、NF より 4~5 割程度、PVA より 4 割程度低下したことから、バサルト繊維混入により流動性が著しく低下することがわかった。PVA 繊維に比べ、バサルト繊維の混入本数が非常に多く、密度も大きいことが、流動性に影響を与えたと考えられる。また、特にアスペクト比が大きい BF15-12 は繊維混入率が増えるとフロー値の低下が大きくなった。これは

表-1 供試体の名称と繊維の寸法

供試体 名称	繊維	繊維径	繊維長	アスペクト比 l/d	備考
		d (μ m)	l (mm)		
NF	未混入	—	—	—	—
PVA	PVA繊維	40	12	300	—
BF15-12	バサルト 繊維	15	12	800	—
BF13-3		13	3	231	—
BFS13-3		13	3	231	サイジング
BFY-12		(13)	12	—	より合わせ

表-2 繊維の物性

繊維名称	密度 (g/cm^3)	引張強度 (N/mm^2)	弾性係数 (kN/mm^2)	破断伸度 (%)
バサルト繊維	2.63	3800~4840	91~110	3.1
PVA繊維	1.30	1600	40	6.0

表-3 示方配合

繊維 混入率 (%)	W/ C+FA	S/C	単位量(kg/m^3)			
			W	C	FA	S
0	45	50	467	831	208	415
0.5			465	827	207	413
0.75			463	825	206	412
1.0			462	823	206	411

注)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 5 kg/m^3
セルロース系増粘剤 0.4 kg/m^3
高アルキルカルボン酸塩系消泡剤 0.82 kg/m^3

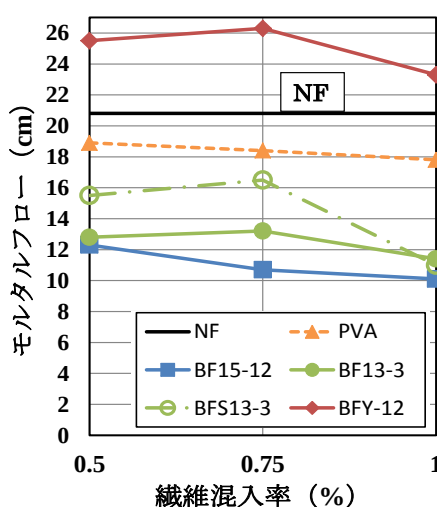


図-1 モルタルフロー試験結果

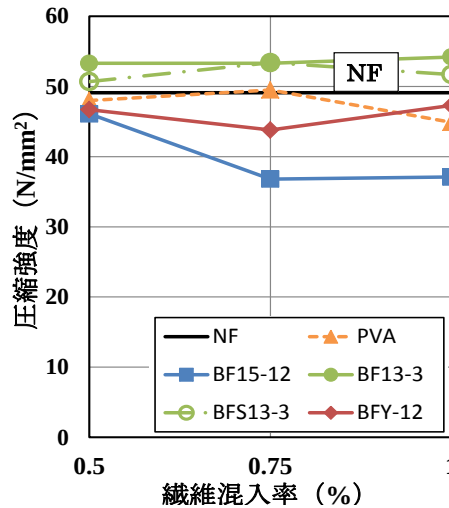


図-2 圧縮強度試験結果

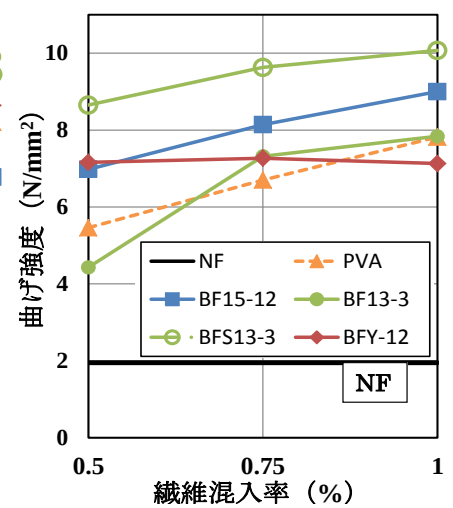


図-3 曲げ強度試験結果

アスペクト比が大きいため、繊維同士が絡まりやすく、他に比べファイバーボールを形成し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ため、流動性が確保できる配合を検討する必要がある。しかし、見掛けの繊維径が大きくアスペクト比が小さい BFY-12 の結果をみると流動性の低下はみられないことから、混入本数の低下およびアスペクト比を小さくすると流動性の低下を抑えることができると考えられる。また、BFS13-3 の結果より、サイジング処理による流動性の低下はないと言える。

図-2 に圧縮強度試験結果を示す。BF15-12 のみ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、先で述べたようにアスペクト比が大きいとファイバーボールを形成しやすく、さらにモルタルの粘性が大きいため、空気量が増加したことが要因であると考えられ、フレッシュ性状を改善する配合の検討が必要である。また、圧縮強度についてはサイジング処理による影響がほとんどなかった。

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、特に繊維長の大きい BF15-12 は PVA よりも大きな曲げ強度を発揮した。これは、繊維 1 本あたりの付着面積が大きくなることで、BF13-3 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。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れた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、BFY-12 については、繊維混入率を増やしても曲げ強度の増加はみられなかった。これは、繊維の本数が少なく、繊維の少ない断面が存在していることが一つの要因と考えられるが、より合わせた繊維の付着強度が不足していることも考えられる。より繊維の長いパターンや混入率を増加させたパターンも実施して検討する必要がある。BFS13-3 は繊維長が大きい BF15-12 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ったことで、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) バサルト繊維は流動性を著しく低下させ、特にアスペクト比が大きいと圧縮強度も低下させた。
- 2) バサルト繊維は PVA 繊維と同程度以上の曲げ強度を発揮するが、本研究で適用した繊維の場合、全てが繊維の引き抜けで破壊し、本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) サイジングの有無による流動性や圧縮強度への影響は小さく、サイジングによって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