

V-128

ガラス繊維吹付けコンクリートの曲げ特性

鉄道総合技術研究所 正会員 牛島 栄
九州旅客鉄道（株） 正会員 白木博昭
日本開発土木（株） 正会員 田中喜樹

1 はじめに

コンクリートに短繊維を二次元ランダムに配向分散させることにより、コンクリート構造部材料の曲げ、引張、せん断強度及びタフネスを改善することが知られている。繊維補強材料としては、鋼繊維、耐アルカリガラス繊維及び合成樹脂繊維等がある。しかしながら、鋼繊維補強コンクリートについては強度特性等の基礎性状についてかなり明確にされているが、他の繊維補強複合材料としての特性は明らかにされていない点が多い。

筆者らは、先に耐アルカリガラス繊維を新たに開発した吹付けシステムにより吹付けたモルタルを、コンクリート構造物の補修・補強工法の一つとして薄層補強した場合の力学的改善効果について報告したが、今回、更にガラス繊維を吹付けコンクリートとした場合の強度特性について曲げ強度を中心に検討を行った。

2. 試験概要

2.1 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は川砂（比重2.58）、粗骨材は碎石（比重2.62 $G_{max}13mm$ ）、急結材はナトミックtype L、耐アルカリガラス繊維はロービングセムフィル（比重2.70）を用いた。

2.2 配合及び試験項目

試験に使用した吹付けコンクリートの目標配合を表-1に示す。使用した供試体は「吹付け鋼繊維補強コンクリートの強度及びタフネス試験用供試体の作り方」に基づき現場にて吹付けた大型パネルから切り出し作製した。供試体は切り出し後、所定材令まで20℃気中養生を行った。

所定材令に達したコンクリート試験供試体について、「鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度及び曲げタフネス試験方法」に準じて、曲げ強度及び換算曲げ強度を求めた。又、前述の供試体の試験後の切片を用いて単位容積重量を求めた。

2.3 吹付けシステム

吹付けコンクリートのガラス繊維による靱性改善効果は、繊維の解繊、破損により大きく影響される。又、解繊、破損したガラス繊維は、セメントによるアルカリ攻撃の可能性に影響し、長期にわたっては力学的特性の低下をもたらすと同時に、吹付け施工においても解繊、破損したモノフィラメントにより閉塞の可能性が大きくなる等の問題点を有している。このため、ガラス繊維の解繊、破損を少なくするガラス繊維の混入方法及び混入位置が問題となる。

先に報告した吹付けシステム〔1〕をガラス繊維吹付けコンクリートに適用する場合には、ノズル先端のガラス繊維の供給管がメインホースの中央部に位置することにより、粗骨材等が閉塞する問題が生じる。そこで、ガラス繊維カッティングユニット部においてエアモーターにより稼働するカッターで繊維を切断し、供給ユニットのコンプレッサーにより吹付け機に圧送し問題点を解決した。

表-1 目標配合

種別	配合番号	S/a (%)	W/C (%)	V f (%)	単位量 (kg/m ³)					
					C	W	S	G	急結材	繊維
SFRC	SFRC-1	70	45	0.5	380	171	1244	541	22.8	39.6
	SFRC-2	70	45	1.0	380	171	1235	537	22.8	39.3
	SFRC-3	70	45	1.5	380	171	1226	533	22.8	119
GFRC	GFRC-1	85	45	1.5	400	180	1283	434	24	41.0
	GFRC-2	85	45	2.0	400	180	1273	431	24	54.5
	GFRC-3	85	45	2.5	400	180	1263	428	24	68.3
	GFRC-4	85	45	1.5	400	180	1205	408	24	41.0
CFRC	CFRC-1	85	45	0.5	380	180	1203	444	24	39.3
	CFRC-2	85	45	1.0	380	180	1194	439	24	78.5
	CFRC-3	85	45	1.5	380	180	1185	435	24	117.8
	CFRC-4	85	45	2.0	380	180	1177	432	24	176.7

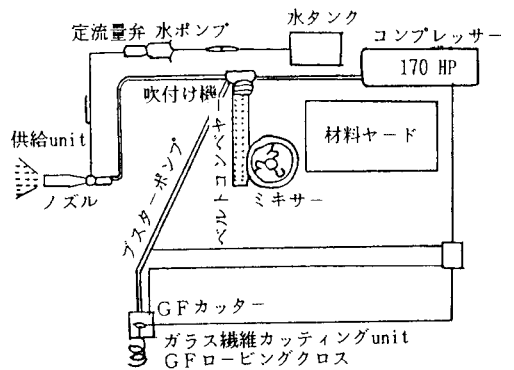


図-1 吹付けシステム

3. 試験結果及び考察

図-2に材令28日での曲げ強度と繊維混入率の関係を示す。

鋼繊維(以下SF)とガラス繊維(以下GF)の曲げ強度を比較すると、GFにおいては繊維混入率1.5%を越えると曲げ強度が低下する。

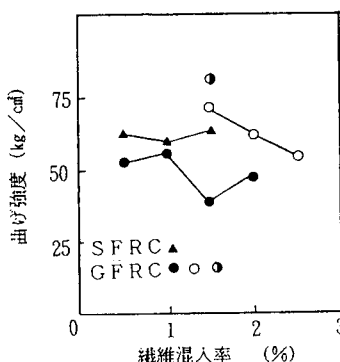


図-2 曲げ強度と繊維混入率の関係

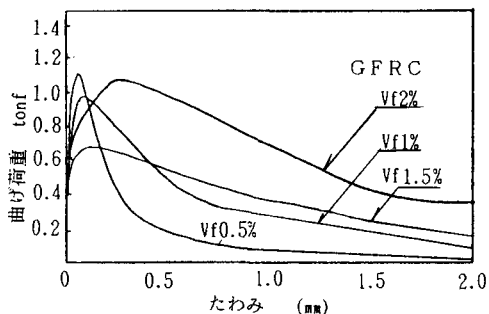


図-3 変形曲線と繊維混入率の関係

又、曲げ破壊後の破

断面を観察するとGFの緩みが認められる。これらより、W/C一定にするとGFの吸水により締め固めが困難となることにより曲げ強度が低下するものと推察される。

図-3に単位セメント量380 kgにおける変形曲線と繊維混入率の関係を示す。又、図-4に曲げ靱性係数(換算曲げ強度)と繊維混入率の関係を示す。

図-3より、ひびわれ発生後の荷重の低下はひびわれ発生に伴い、コクリートが受け持っていた引張力を繊維が分担する領域であるが、繊維混入率を高めるほど荷重の低下の度合いが緩やかとなることが示される。

なお、曲げ荷重〜たわみ曲線の面積を求めて評価した図-4に示される曲げ靱性係数も増大することから、ひびわれ発生後、繊維により急激なひびわれの進展を吸収する効果によるものであると考えられる。

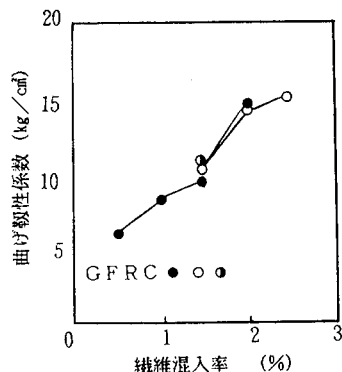


図-4 曲げ靱性係数と繊維混入率の関係

図-5に単位容積重量と繊維混入率の関係を示す。GF繊維の混入率が增大するに従って、単位容積重量が小さくなり、特にSF繊維の単位容積重量に比較するとかなり小さくなる。この原因としては、GF繊維は表面積が大きく繊維表面に付着する水量が多いことや、GF繊維の吸水により締め固めが困難となり供試体の密実性に問題があることによると考えられる。

4. まとめ

ガラス繊維吹付けコンクリートの試験に当たっては、表-1を目標配合として行ったが、GF繊維の混入率が多い場合にはW/Cは目標数値に対して大きくなっていること及びGF繊維の吸水による締め固め不十分等により曲げ強度の増大が期待できなかった。今後は、これらの問題点を解決するためにGF繊維の混入方法及び混入位置を含めた検討を行っていく予定である。

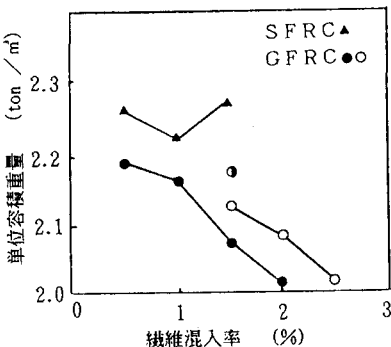


図-5 単位容積重量と繊維混入率の関係

最後に本試験を行うにあたり御協力頂いた奥村組(株)の関係者に感謝致します。又、本報告をまとめるにあたり御指導を頂いた鉄道総合技術研究所・線路構造物研究室・宮田尚彦室長、鳥取主任研究員に深謝する次第です。

参考文献

- (1) 牛島, 鳥取, 宮田, 峰松: ガラス繊維と超速硬セメントを用いた吹付けモルタルの施工方法及び諸性状, 第9回コンクリート工学年次講演会論文集 1987
- (2) 内田, 田中, 鳥取, 牛島: ガラス繊維と超速硬セメントを用いた吹付けモルタルの施工例 第9回コンクリート工学年次講演会論文集 1987