

鉄筋、グラスファイバー束筋併用によるRC素材の力学的特性

九州工業大学 正員 出光 隆
九州工業大学 学生員 岩上恵治
東屋宇部コンクリート 末松大吉

1. まえがき

ガラス繊維補強コンクリート (Glassfiber Reinforced Concrete: 以下GRCと略称) は、コンクリートの曲げ・引張・衝撃強度および靱性等を改善する目的でガラス繊維 (Glassfiber: GF) をコンクリートに混入したもので、主として建築用材料として用いられてきた。従来、GFはチョップとして用いられてきたが、筆者らはGFを引張応力方向にまとめて束筋として配置すれば、RC部材のひび割れ特性、耐疲労性等をより効果的に改善できるのではないかと考え、二次製品である側溝の蓋を例にとりあげ、寸法、コスト一定の条件で供試体を製作して基礎的実験を行ってみた。

2. 供試体製作

使用するGF・ビニロンより線・鉄筋等の性質およびコンクリートの配合を表-1, 2にそれぞれ示す。

供試体の寸法は500x250x100 (mm), スパン400 (mm) で、作用する活荷重は後輪荷重8t, 繰返し回数100万回とした。

表-1 繊維の種類と性質

繊維の種類	GF	ビニロン
比重 (t/m ³)	2.72	1.36
引張強度 (kg/cm ²)	150	150
弾性係数 (kg/cm ²)	800000	350000

限界状態設計法により求めた鉄筋量はD10・5本 (うち端部での折り曲げ2本) となり、純かぶり2cm, ピッチ4cmで配置した。使用したGF量は供試体一本当たり60g, 80g, 100g及びビニロン80gである。

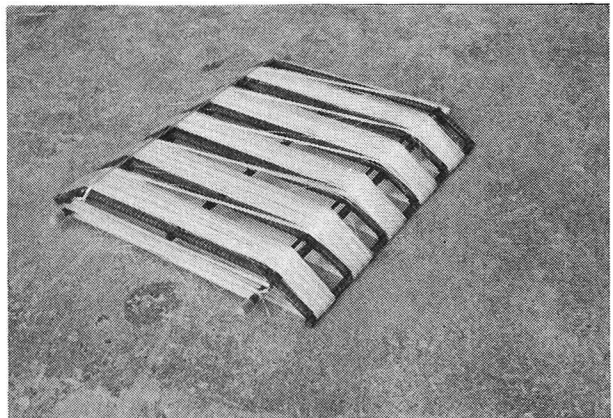
以下、それぞれGRC。。

表-2 コンクリートの配合および強度

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	水 (%)	セメント (kg)	砂 (kg)	粗骨材 (kg)	圧縮強度 (kg/cm ²)	鉄筋
20	8	5	47.5	48.5	192	400	881	937	300	SD30

(主筋はGF60gとD10・4本), GRC。。 (GF80gとD10・4本), GRC。。 (GF100gとD10・3本, D6・1本) と呼ぶ。GF量80gのコストは鉄筋量1本分に相当し、60gは80gからGF束筋を張る際の工賃分だけ減らしたものの、100gは鉄筋1.5本分のGF量から工賃分を差し引いたものである。鉄筋のみのものはRCとした。なお、ビニロンは、比較のため用いたもので80gを使用し、B。。とした。GF束筋の張り方を写真-1に示す。

写真-1



3. 実験方法

静的破壊試験および疲労試験を実施

した。載荷方法はスパン中央点一点載荷とした。疲労試験での繰返し荷重は設計曲げモーメントに相当する荷重4.3tである。静的試験では各荷重段階ごとに、疲労試験では各繰返し回数ごとにそれぞれコンクリートのひずみ、ひびわれ幅・本数等を測定した。

4. 実験結果及び考察

(1) 静的試験

図-1に荷重と下縁コンクリートひずみの関係を示す。同図より、ほぼ同じ荷重でそれぞれひび割れが発生していることがわかる。

表-3に各供試体のひび割れ発生荷重、破壊荷重、設計モーメントに相当する荷重4.3t作用時のひび割れ幅等をまとめて示す。

破壊形式は、RCでは支点と載荷点を結ぶせん断破壊、GRCでは鉄筋曲げ上げ部から発生したひび割れが載荷点へと進行するせん断破壊であった。

破壊荷重は鉄筋のみの方が大きく、GF束筋量を多くするほど下がっているが、ビニロンのそれは鉄筋のみの場合とほぼ等しい値を示した。

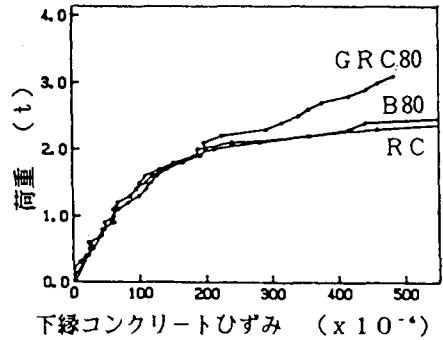


図-1 荷重-下縁コンクリートひずみ図

表-3 静的試験結果

供試体番	号	破壊荷重(t)	ひび割れ発生荷重(t)	荷重4.3tのひび割れ幅(mm)
RC	-1	11.5	1.7	0.13
	2	11.5	---	0.07
	3	10.3	1.6	0.04
GRC60	-1	9.5	1.8	0.1
	2	9.2	1.5	0.11
	3	7.3	1.9	0.08
	7	7.7	1.8	0.05
GRC80	-1	9.5	1.2	0.09
	2	9.3	1.5	0.07
	10	8.4	1.7	0.07
GRC100	-1	7.0	1.7	0.1
	7	6.8	1.7	0.11
	8	5.8	1.8	0.13
B80	-1	10.0	1.7	0.07
	2	11.5	1.7	0.07
	7	7.5	1.7	0.08

表-4 一定鉄筋応力時のひび割れ幅

供試体番	号	一定鉄筋応力時のひび割れ幅(mm)		
		1000(kg/cm ²)	1500(kg/cm ²)	2000(kg/cm ²)
RC	-1	0	0.03	0.07
	2	0.02	0.08	0.13
	3	0	0.02	0.04
GRC60	-1	0.07	0.07	0.07
	2	0.02	0.02	0.06
	3	0	0	0
	7	0	0	0.04
GRC80	-1	0.07	0.07	0.07
	2	0	0	0.02
	10	0	0	0
GRC100	-1	0.02	0.06	0.07
	7	0	0	0
	8	0	0	0
B80	-1	0.02	0.02	0.05
	2	0	0.02	0.03
	7	0	0	0

ひび割れ発生荷重および荷重4.3t作用時のひび割れ幅は、鉄筋のみの場合とGF束筋を使用した場合との間に、はっきりとした差は見られなかった。

表-4に鉄筋応力の増加に伴う各供試体のひび割れ幅の伸びの比較を示す。同表より、GF束筋の量が多いほどひび割れ幅が小さくなっている。

(2) 疲労試験

表-5に各供試体についての繰返し回数とひび割れ幅の伸びの関係を示す。同表より、ひび割れ幅の伸びは、鉄筋のみの場合とGF束筋を使用した場合との差はほとんどなく、ビニロンの場合が若干小さくなっている。

表-5 疲労試験結果

実験回数	ひび割れ幅(mm)		
	RC	GRC80	B80
1	0	0.06	0.04
10	0.02	0.09	0.07
100	0.11	0.09	0.07
1000	0.12	0.09	0.09
10000	0.12	0.1	0.1
50000	0.12	0.1	0.1
100000	0.13	0.12	0.1
500000	0.15	0.15	0.12
1000000	0.15	0.15	0.12

5. まとめ

コスト一定という条件で行った静的及び疲労試験の結果から判断すると、ここでとりあげた側溝の蓋のようにせん断が卓越する場合、GF束筋は有効に働かないようである。かえって比較のため用いたビニロンの方が好結果を示した。しかしながら、鉄筋応力一定という条件のもとでは、ひび割れ制御にGF束筋の効果がみられることから、曲げが卓越する部材では異なった結果が得られるかもしれない。