

名古屋大学 ○正員 近 藤 明 雅

名古屋高速道路公社 正員 飯 田 孝 朗

名古屋大学 正員 菊 池 洋 一

1. まえがき

床版に鉄筋コンクリートを用いた橋梁は数多くある。しかし、現状の床版厚では過大荷重や交通量の増大等により、床版コンクリートにひびわれが発生する等の問題が生じている。鋼繊維補強コンクリート(SFRC)は、従来のコンクリートに比べ、引張、曲げ、せん断強度、ひびわれの拘束能、耐衝撃性等が向上することが知られており、これを鉄筋コンクリート床版に適用することによって、その耐久性を向上させることができると思われる。そこで、SFRCとフレーンコンクリートを使用した鉄筋コンクリート梁の静的および疲労試験を行い、き裂の発生、成長の過程の観察を行い、どのような差違があるかを検討した。

2. 試験体の形状と配合

試験体の形状は、図-1に示すように $300 \times 170 \times 1300$ mmと1、鉄筋比2.36%で引張鉄筋を入れた。試験体のコンクリート配合を表-1に示し、鋼繊維(0.35×0.6×30 mm せん断ファイバー)を体積比で2%混入したものと無混入のものの2種類とした。試験体数は、それぞれ10体の計20体とし、10体のうち2体を静試験に、8体を疲労試験に使用した。

3. 試験方法

試験は、支間1100 mmの単純支持とし、4点曲げ載荷とした。静的試験では、き裂の発生荷重、き裂の成長状況の観察と、破壊荷重、破壊形式について調べた。疲労試験は、疲労き裂の発生、進展状況を測定する低荷重レベルでの疲労試験と、疲労破壊状況を調べる高荷重レベルでの疲労試験の2種類とした。試験体の割りつけは、SFRC梁およびフレーンコンクリート梁とも、低荷重レベルでの試験用7体、高荷重レベルでの試験用1体とした。疲労試験は、片振りの繰り返し荷重で行い、低荷重レベルの場合には繰り返し数を最大100万回とし、上限荷重を静的き裂発生荷重の50~100%とした。また、高荷重レベルでの疲労試験では、上限荷重を静的終局荷重の80%程度とした。

4. 試験結果

圧縮強度は、フレーンコンクリートで平均 435 kg/cm^2 、SFRCで平均 400 kg/cm^2 であった。また、割裂試験による引張強度は、フレーンコンクリートで 25 kg/cm^2 、SFRCで 46 kg/cm^2 となり、圧縮強度に対する比はそれぞれ6%、12%であった。静的曲げ載荷試験の結果を表-2に示す。図-2にフレーンコンクリート梁およびSFRC梁について測定したき裂幅と荷重の関係を示す。き裂幅は、試験体両側面最下端の値の平均値とした。SFRC梁のき裂幅は、すべての荷重段階においてフレーンコンクリート梁の値より小さく、その割合は荷重が 8 ton 以下では約 $3/8$ 、 8 ton 以上では約 $1/2$ となっている。図-3にき裂総延長と荷重の関係を示す。き裂総延長は、試験体下面からき裂先端までの長さを測定し、すべての

表-1 配 合

Type	Specimen No.	G_{max} (mm)	Slump (cm)	w/c	S/a	Weight (kg/m ³) w c s g Fiber
Plain	A-1 A-10	10	8.0	55	40	240 436 639 970 —
Fiber	B-1	10	3.5	55	40	250 455 602 914 156
	B-2		2.7			
	B-3		3.0			
	B-4		4.0			
	B-5		3.2			
	B-6		4.0			
	B-7		4.0			
	B-8		3.2			
	B-9		3.5			
	B-10		4.5			

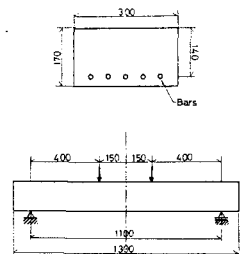


図-1 試験体

表-2 静的載荷試験結果

	Beam No.	Perack (t)	P_y (t)	P_u (t)	Mode of Failure
Plain	A-1	3.0	—	19.8	Shear
	A-2	3.0	—	16.0	
Fiber	B-1	6.8	25.0	26.0	Bending
	B-2	9.0	25.0	26.2	

表-2に示す。図-2にフレーンコンクリート梁およびSFRC梁について測定したき裂幅と荷重の関係を示す。き裂幅は、試験体両側面最下端の値の平均値とした。SFRC梁のき裂幅は、すべての荷重段階においてフレーンコンクリート梁の値より小さく、その割合は荷重が 8 ton 以下では約 $3/8$ 、 8 ton 以上では約 $1/2$ となっている。図-3にき裂総延長と荷重の関係を示す。き裂総延長は、試験体下面からき裂先端までの長さを測定し、すべての

き裂長さの合計値とした。なお、き裂先端でのき裂幅は0.005 mm程度であった。SFRC梁のき裂総延長は、70レコンクリート梁のおよそ80%となっている。

低荷重レベルでの疲労試験における載荷荷重・繰り返し荷重・載荷後のき裂総延長および疲労試験後の静的破壊荷重を表-3に示す。き裂の観察は、繰り返し数が1万回までは1000回ごと、10万回までは1万回ごと、その後は10万回ごとに行った。このうち上限荷重が3.5 tの場合について、繰り返し数とき裂総延長の関係を図-4に示す。SFRC梁のき裂総延長は、70レコンクリート梁に比べて小さく、その差は同一繰り返し数の時、約30 cmとなっている。また、繰り返し数が100万回経過後のき裂総延長と上限荷重との関係を図-5に示す。図中、SFRC梁に関する回帰直線の傾きは、0.025となる。70レコンクリートに関しては、測定データが少なく回帰直線は求められなかったが、SFRC梁の値の下方にプロットされる。これは、SFRC梁のき裂の進展に対する抵抗性が70レコンクリートに比べて高いことを示すものである。表-3は、高荷重レベルでの試験結果を示す。破壊形式は、70レコンクリート梁ではコンクリートのせん断破壊、SFRC梁ではコンクリートの曲げ圧縮破壊であった。

4. まとめ
- 1) 静的載荷試験による破壊荷重は、SFRC梁では26.1 tであり、70レコンクリート梁の17.9 tより大きく鋼繊維による補強効果がみとめられる。
 - 2) 静的載荷試験によるき裂発生荷重(き裂幅は0.02 mm程度)は、鋼繊維混入によって大きくなった。また、き裂発生後のSFRC梁のき裂幅は、すべての荷重段階において70レコンクリート梁の値の1/2~2/3であった。
 - 3) 低荷重レベルでの疲労試験によると、繰り返し荷重の載荷に対してき裂の発生防止ならびにき裂の進展防止に鋼繊維混入による改善効果がみとめられる。

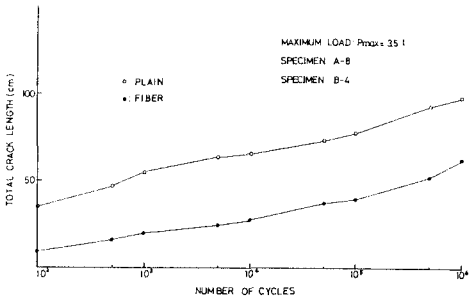


図-4 繰り返し数とき裂総延長の関係

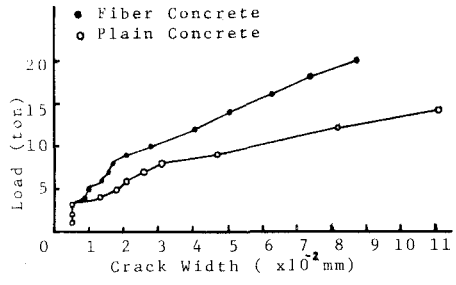


図-2 荷重とき裂幅の関係

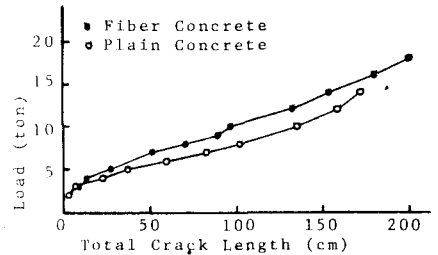


図-3 荷重とき裂総延長の関係

表-3 低荷重レベルでの疲労試験結果

Type	Specimen	P _{max} (t)	P _{min} (t)	T.C.L. at N=10 ⁶ (cm)	P _u (t) After Fatigue Test
Plain	A-3	2.1	0.5	---	21.2
	A-4	1.8		50*	20.2
	A-5	2.4		60**	20.8
	A-6	2.7		43	17.0
	A-7	3.0		96	17.0
	A-8	3.5		100	20.0
	A-9	2.1		82	20.3
Fiber	B-3	5.0	0.5	65***	24.6
	B-4	3.5		62	26.7
	B-5	6.0		117	24.2
	B-6	4.0		74	24.9
	B-7	3.0		45	24.8
	B-8	5.0		98	25.2
	B-9	6.0		163	25.5

T.C.L. : Total Crack Length
 * : T.C.L. at 2.0x10⁵
 ** : T.C.L. at 2.4x10⁵
 *** : T.C.L. at 5.0x10⁵

表-4 高荷重レベルでの疲労試験結果

Type	Specimen No.	P _{max} (t)	P _{min} (t)	Cycles to Failure (10 ⁴)
Plain	A-10	15.0	0.5	13
Fiber	B-10	20.0	0.5	10

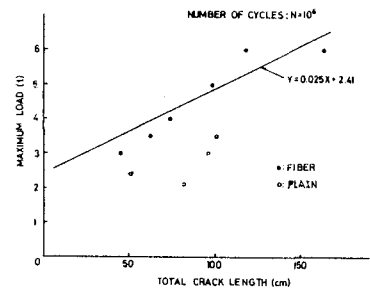


図-5 上限荷重とき裂総延長の関係