

京都大学大学院 学生員 ○前浦 義人

京都大学大学院

朴 海均

京都大学大学院 正会員

小野紘一

1. はじめに

近年、交通量の増大と車両の大型化により、道路橋鉄筋コンクリート床版の損傷が問題となっており、以前よりさまざまな補強方法が研究されてきた。しかし、これらの工法には、施工面の困難さ、腐食、躯体重量の増加等のデメリットがある。これに対して炭素繊維シート（CFS）による工法は、CFSの軽量、高強度、高耐久性で、施工性の容易さという優れた材料特性を利用してこれらのマイナス面をカバーできるため、その実用性が確認できれば既存の構造物の補強材としての利用が期待できる。本研究は、CFSによるRC床版の曲げ補強効果を確認するために静的、疲労試験および疲労損傷を与えた後に補強した供試体の疲労試験を実施し、その結果を検討したものである。

2. 実験概要

試験は、下部支点間距離を1800mmの4点曲げ載荷試験を行い、せん断スパン比を6.1（ $a:800\text{mm}, d:132\text{mm}$ ）とした（図-1）。今回の実験の場合、設計曲げモーメントは $M_d = 29.4 \times 37/100 = 10.9\text{KN}\cdot\text{m}$ である。疲労実験の載荷速度は1.0 Hzを標準として行い、 10^n （ $n=0, 1, 2, \dots$ ）倍ごとにサイクルを与えた後に静的実験を行ない、供試体のひずみ、たわみを測定し、ひび割れ状況を記録した。また、200万回を越えてもなお疲労破壊しない時には静的載荷で破壊させた。F-2, F-3 供試体に関しては疲労損傷を湿潤下で与えた後にCFSによる補強を行い、乾燥状態で載荷した。これは塗装の止水が比較的良好な状態に相当する。

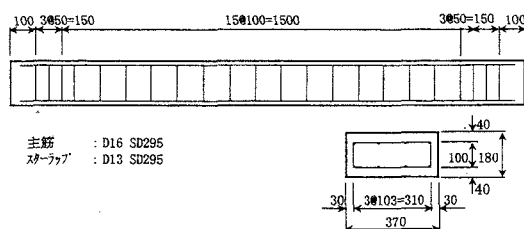


図-1 供試体

表-1 供試体概要

区分	供試体	CFS 補強量	荷重 レベル	損傷レベル
静的	S-0	無補強		損傷なし
	S-1	T400×2層		損傷なし
	F-0	無補強		損傷なし
	F-1			
疲労	F-2	T400×2層	3.0 M_d	F-0 供試体の疲労破壊回数の50%
	F-3			F-0 供試体の疲労破壊回数の90%

3. 実験結果

3.1 静的実験

静的曲げ実験の結果を表-2に示す。無補強供試体の場合は、荷重91.7kNで主鉄筋の降伏による曲げ破壊の形態を呈した。T400（=400g/m², 一方向）×2層のCFSにより補強した供試体は、CFSの剥離後せん断ひび割れと主鉄筋に沿った曲げ破壊の形態を示した。また、無補強供試体と比べ約2.1倍の耐力の増加が得られた。

表-2 静的実験結果

区分	供試体	CFS 補強量	P_{Max} (kN)	補強耐力比	破壊形式
静的	S-0	無補強	91.7		曲げ破壊
	S-1	T400×2層	198	2.1	CFS剥離と同時に曲げ破壊

3.2 疲労実験

疲労実験の結果を表-3 に示す。F-0 供試体は設計荷重の 3 倍での繰り返し载荷により 46 万回で疲労破壊に至った。一方、F-1 供試体は 200 万回の繰り返し载荷による破壊は認められず、その後の静的曲げ試験においても、静的試験の供試体 S-1 の曲げ耐力とほぼ同じ結果になっている。また、F-2、F-3 供試体も 200 万回の繰り返し载荷による破壊は認められず、その後の静的曲げ試験において静的耐力がそれぞれ F-1 と比較して 15%減少、7%の増加した。

表-3 疲労実験結果

区分	供試体	CFS 補強量	荷重レベル	損傷レベル	実験 結果
疲労	F-0	無補強	3.0M _d	なし	46 万回、曲げ破壊
	F-1	T400×2 層			200 万回後静的実験：196kN CFS 剥離と同時に曲げ破壊
	F-2			F-0 供試体の疲労破壊 回数の 50% (=22.5 万回)	200 万回後静的実験：168kN CFS 剥離と同時に曲げ破壊
	F-3			F-0 供試体の疲労破壊 回数の 90% (=41 万回)	200 万回後静的実験：211kN CFS 剥離と同時に曲げ破壊

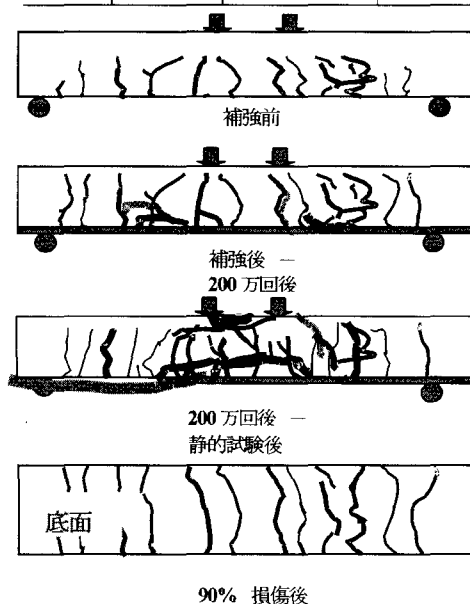


図-2 ひび割れ状況 (F-3)

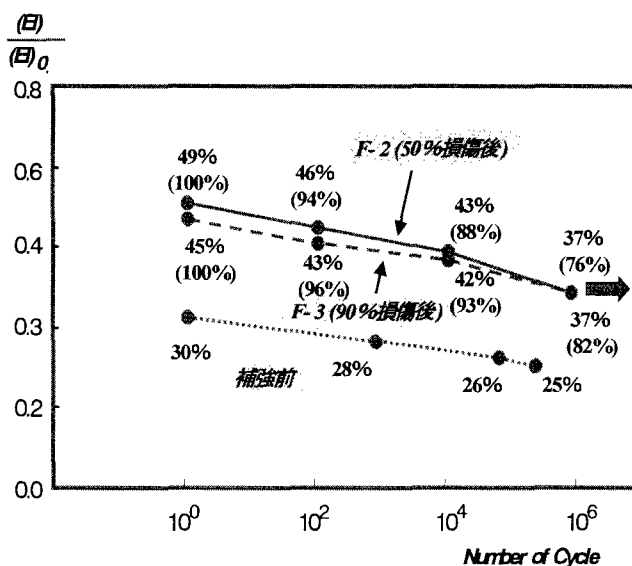


図-3 繰り返し回数と曲げ剛性比の関係

()内の比率は 1 回载荷後の曲げ剛性比を基準とした値。

4. 結果のまとめ

1. F-1、F-2、F-3 とともに 200 万回後でも破壊は認められず、その後の静的曲げ試験でも S-1 の静的曲げ耐力と同等の耐力を保有していることが確認できた。このことより、CFS による補強で疲労耐力の増加が期待できる。
2. 静的実験、疲労実験の結果から供試体の破壊は CFS の破断ひずみに達する以前に CFS のコンクリートからの剥離によって生じているため、CFS とコンクリートの接着力の向上により強度は向上すると期待できる。
3. 今回の実験では、CFS 補強工法は道路橋 RC 床版の補強に効果があり、補強による床版の疲労寿命の向上が期待できる事が確認された。今後はより厳しい条件である湿潤状態で実験し補強効果を検討する予定である。

参考文献：Koichi ONO, Hae-Geun PARK：Improvement of the Fatigue Strength of RC Slab in a Viaduct by Carbon Fiber Sheet, The 5th International Conference on Short & Medium Span Bridges, July 13-16 1998. CANADA