

第 部門 CFRP 接着補強された鋼 I 桁の繰返し載荷試験

立命館大学大学院 学生員 ○伊藤 紘章
立命館大学理工学部 正会員 野阪 克義
立命館大学理工学部 正会員 伊藤 満

1. はじめに

近年、高度経済成長期に建設された土木構造物、中でもとりわけ、橋梁構造物の長年の供用による著しい劣化が問題視されている。また、交通量や重車両の増加に伴い、当時の交通荷重で設計された橋梁も、現在の交通荷重に対して十分な安全率を確保することが困難である構造物も見受けられ、既存構造物の再建設、修復、補強などの措置をとることが急務となっている。CFRP 板接着による鋼橋の補修・補強はひとつの有効な手段であり、施工の簡便化、省力化につながるものである。このような現状の中、わが国においても、鋼構造物の補修・補強に炭素繊維強化プラスチック板を用いるためのいくつかの研究¹⁾が行われており、CFRP 板接着による剛性の増加については幾つか報告され、その有効性が確認されている。しかし、供用中の橋梁は輪荷重による繰返し載荷を受けることになり、その接着強度への影響、CFRP 板の剥離などが懸念される。本研究は、CFRP 板接着により補強された単純 I 桁の繰返し載荷試験を行い、CFRP 接着補強における接着剤の疲労強度について検討する。

2. 実験概要

実験供試体の概要を Table.1 および Fig.1 に示す。表中の R は最小応力の最大応力に対する比率 ($\sigma_{\min}/\sigma_{\max}$) を示しており、 σ は応力振幅を示す。本実験で用い

Table.1 実験供試体概要

Specimen	Size of CFRP	of layers	Adhesive	σ	R
				N/mm ²	
R1S-100-1A	ALL	1	Sikadur 30	100	0.1
R1S-100-5A	ALL	1	Sikadur 30	100	0.5
R1-100-1H	HALF	1	DP-460	100	0.1
R2-100-1H	HALF	2	DP-460	100	0.1
R1S-100-1H	HALF	1	Sikadur 30	100	0.1
R1S-75-1H	HALF	1	Sikadur 30	75	0.1

た供試体は、I 型断面桁 (SM400A 材) の下フランジ外側表面を覆うように、CFRP 板 (東レ:トレカミネート ML520) 3 枚を接着剤 (Sikadur30、DP-460) を用いて接着し、補強したものである。パラメータは、応力振幅、CFRP 枚数、および使用する接着剤の種類であり、合計 6 体製作した。また、Fig.1 に示す斜線部のように、供試体スパン長の半分に CFRP 板を貼り付けたもの (A シリーズ)、さらにその半面だけに CFRP 板を貼り付けたもの (H シリーズ) を製作した。

載荷は中央一点集中載荷とし、最大 200 万回の繰返し載荷を行った。載荷中、供試体の CFRP 接着部分に表れた変化を 5 万回毎に確認し、目視 (CFRP の剥離進行状況の確認) と静的試験によって得られるひずみのデータから CFRP 接着補強における接着剤の疲労強度について検討する。

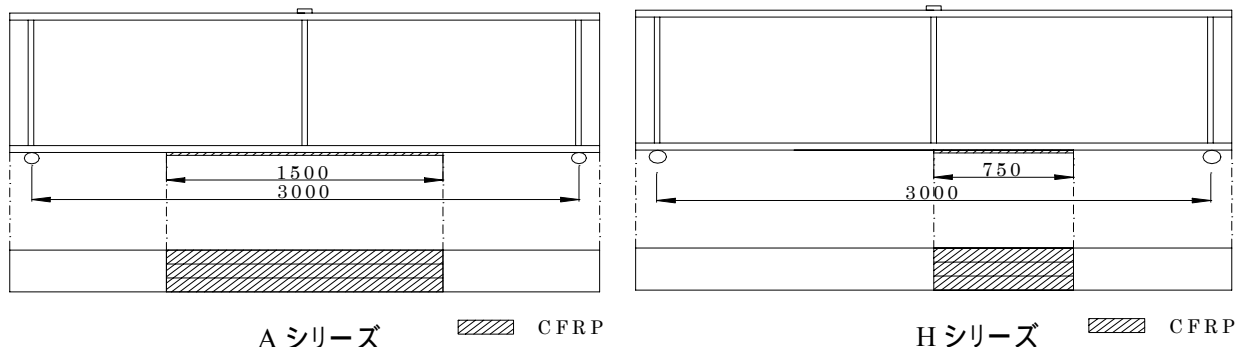


Fig.1 実験供試体及び CFRP 貼り付け位置

キーワード CFRP 接着剤 補強 疲労強度

連絡先: 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 TEL:077-561-2666(内線:8715) FAX:077-561-2667

3. 実験結果及び考察

本実験結果概要を Table.2 に示す。H シリーズにおいて、CFRP 両端に生じる応力振幅が異なるため、1 供試体につき 2 種類の応力振幅で評価し、表中の σ は CFRP 端部においてフランジに生じる応力振幅である。ひずみに変化が生じたときを疲労有として、疲労の有無を評価している。すべての実験供試体において、载荷中は目視によって CFRP 接着部分の変化(亀裂、剥離の発生)が確認できず、剥離の進行状況を調べることができなかった。しかし、繰返し载荷終了後に CFRP を剥がした時に、ひずみの変化が起きていた供試体に関しては剥離が確認できた。疲労が生じたのは応力振幅が 100N/mm^2 を受ける CFRP 端部のみであった。

Fig.2 は R1-100-1H および R2-100-1H の $\sigma = 100\text{N/mm}^2$ を受ける CFRP 端部からの距離 $x = 25\text{mm}$ のひずみの推移を示している。縦軸に計測ひずみを繰返し载荷前のひずみ ε_0 で除した値をとり、横軸は、繰返し回数を対数目盛りで示している。このグラフから R2-100-1H では 100 万回の繰返し载荷で約 2 割までひずみが減少するのに対し、R1-100-1H では 200 万回の繰返し载荷によって約 2 割までひずみが減少する。このことより、CFRP 枚数の増加がひずみ減少速度に影響を与えていることがわかる。

Fig.3 は R1-100-1H および R2-100-1H で疲労が生じた箇所の 200 万回の繰返し载荷後に CFRP が剥離した距離を CFRP 枚数で比較したグラフである。横軸に CFRP 枚数、縦軸に 200 万回の繰返し载荷後に CFRP が剥離した距離 x を示している。1 層では 25mm まで剥離が進行しているのに対し、2 層では 78mm まで進行している。このことより、剥離の進行が一定の速度で進むと仮定すると、下フランジに生じる応力振幅が 100N/mm^2 の時、1 層および 2 層の供試体では、それぞれ剥離が 5 万回毎に 0.625mm、1.95mm 進行しており、CFRP の枚数が 2 倍になると約 3 倍の速度で疲労が進行していたと考えられる。

4. 結論

本研究は、CFRP 板接着補強における接着効果の疲労強度を検討するために、CFRP 接着補強された I 型断面桁の疲労試験を行ったものである。実験結果から、接着された CFRP 板端部位置においてフランジに働く応力が 50N/mm^2 では剥離が見られず、 100N/mm^2 であれば剥離が発生、進展することが分かった。また、接着する CFRP 枚数が多いほど剥離の進展が速くなることが分かった。

Table.2 実験結果概要

Specimen	σ N/mm^2	疲労の有無
R1S-100-1A	50	無
R1S-100-5A	50	無
R1-100-1H	100	有
	50	無
R2-100-1H	100	有
	50	無
R1S-100-1H	100	有
	50	無
R1S-75-1H	75	無

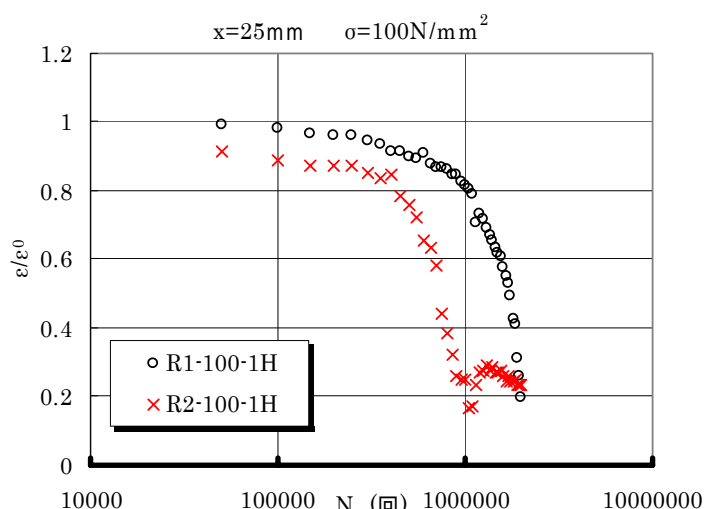


Fig.2 ひずみ-繰返し回数曲線 (CFRP 枚数比較)

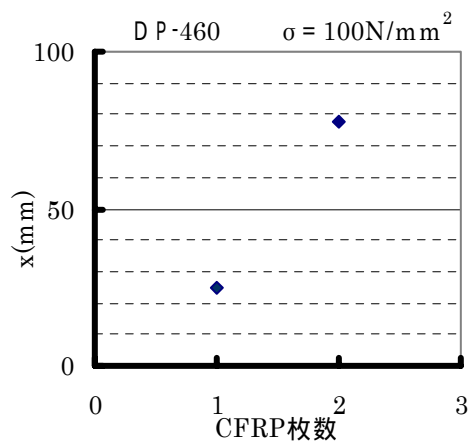


Fig.3 CFRP 枚数による剥離距離

(参考文献)

- 1) 大倉一郎, 福井唯夫, 中村圭吾, 松上泰三 炭素繊維シートによる鋼板応力の低下とはく離せん断応力, 土木学会論文集 (2001)