

摂南大学工学部 正会員 平城 弘一

タカラ技研(株) 正会員 ○弓倉 啓右

日本道路公団

原田 廣美

タカラ技研(株)

西川 朝彦

日本道路公団

鈴木 廣治

コニシ(株)

松尾 勉

1. はじめに

橋梁の床版は輪荷重を直接受け、その荷重を桁に伝えるという重要な役割を果たしている。しかし近年、交通量の増加および車両の大型化が原因と思われる損傷がアスファルト舗装、RC床版に見られる。このうち床版下面のひび割れに対する対策のひとつとして炭素繊維強化樹脂板（以下、CFRP）を用いた補強を行い、その効果を載荷試験により確認するものである。

2. 炭素繊維強化樹脂板を用いた補強方法

CFRPは炭素繊維とポリマーを熱圧縮加工して板状にしたものである。これを専用のエポキシ樹脂系接着剤を使用して損傷部に貼り付けるものであり、その施工性、経済性、品質の信頼性は高く評価されている。これまでに梁の確認試験においてCFRPを貼り付けることにより、たわみの減少および耐荷力の増加が認められており、本報告においてはひび割れを有する試験体にCFRPを貼り付ける補強を行い載荷試験を実施した。

3. 試験方法

試験体として鉄筋コンクリート製の土留板（W500×T120×L1960）を使用した。コンクリートの設計基準強度は 24N/mm^2 、鉄筋はD10(SD295)である。CFRPは幅50mm、厚さ1.2mm、ヤング係数 $1.6 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ 、引張強度 2350N/mm^2 である。試験方法を図-1に示す。あらかじめ試験体にひび割れを発生させるための載荷を行う。無補強のまま荷重をひび割れ幅が0.2mmとなるまで載荷させてひずみ、たわみ、ひび割れ幅を計測する。その後、荷重を除荷してCFRPによる補強を行い同じ計測を行った。CFRPによる補強は試験体下面に2列1層のCFRPを貼り付けた。試験体は7体とし、内2体（CFRC5、6）はひび割れ幅を0.2mmに保持した状態で樹脂注入を行った上でCFRP補強を行った。荷重載荷は図-2に示す装置により2点載荷で行った。計測は引張側鉄筋ひずみ、圧縮側コンクリートひずみ、梁のたわみおよび、ひび割れ幅に着目した。

4. 試験結果および考察

各試験体の結果概要を表-1に示す。補強前のプレロードはひび割れ幅が0.2mmに達した荷重（CFRC1～4）、または残留ひび割れ幅が0.1～0.15mm程度生じさせた時の荷重を示す（CFRC5、6）。破壊荷重はコンクリート表面において界面破壊によりCFRPが剥離した時点の荷重を示す。CFRC7はひび割れのない状態でCFRP補強を行ったものである。図-3、4に荷重-たわみ図を示す。添字(PRE)は補強前、(AFT)は補強後を表す。本報告に

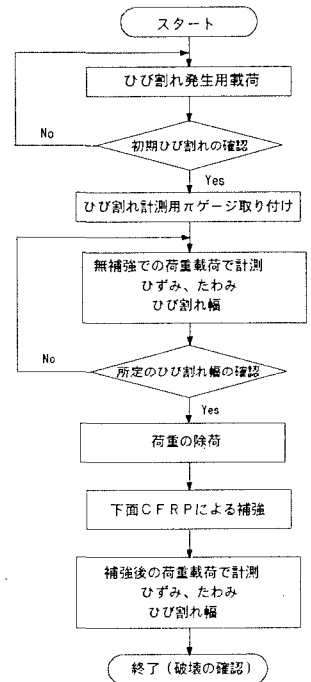


図-1 試験方法

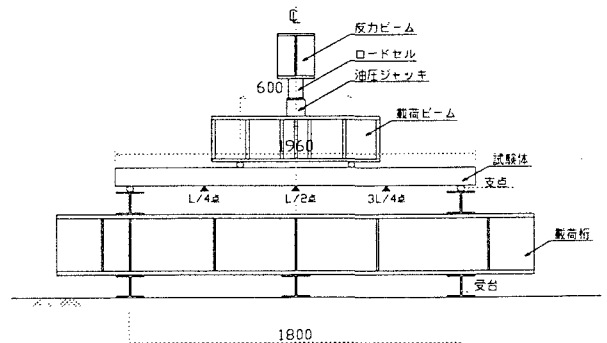


図-2 載荷試験状況

表－１ 試験結果概要

試験体		ひび割れ 発生の 有無	補 強 前		補 強 後	
			プレロード (KN)	ひび割れ幅 (mm)	補強方法	破壊荷重 (KN)
1	CFRC1	有	22.93	0.21	CFRP	58.80
2	CFRC2	有	21.05	0.20	CFRP	58.65
3	CFRC3	有	21.63	0.21	CFRP	53.94
4	CFRC4	有	23.53	0.20	CFRP	63.74
5	CFRC5	有	39.09	0.71 (0.15)	CFRP＋樹脂注入	63.74
6	CFRC6	有	40.17	0.52 (0.10)	CFRP＋樹脂注入	63.55
7	CFRC7	無	—	—	CFRP	63.75

() 内は残留ひび割れ幅を示す。

おいてはたわみ挙動が梁全体の曲げ挙動を表しているものと考え、補強効果の評価はたわみ挙動に着目して行うものとした。補強前の試験体のひび割れ発生荷重 P_{cr} は約 16KN であり、ほぼ全断面有効としての計算通りであった。ひび割れ発生前と発生後のたわみ曲線の変化が明瞭に得ることができた。

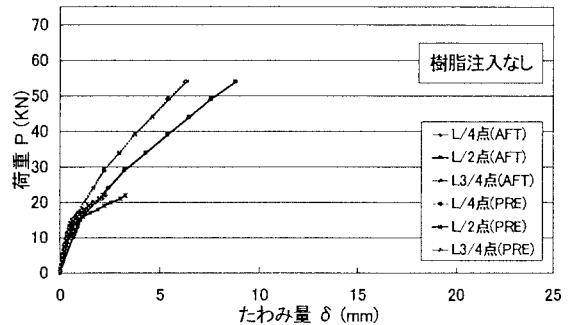
図－３で明かなように、ひび割れ発生荷重までは C F R P で補強する前の試験体では全断面有効、C F R P で補強した試験体では R C 断面と仮定した曲げ剛性を有していることが分かる。C F R P で補強した試験体は、ひび割れ発生後もたわみ曲線が急変することなく滑らかとなり、たわみ量も抑えられている。これは、ひび割れを有する補強断面 (R C + C F R P) のたわみ曲線で変化していることを示しており、R C 断面に比べ高い曲げ剛性であることが確認できた。

図－４で明かなように、ひび割れ面に樹脂注入を行った後、さらに C F R P で補強した試験体は、樹脂注入の効果によりひび割れの生じた試験体が健全な状態に戻り、荷重載荷開始点では全断面有効の挙動を示し、ひび割れ発生荷重付近で補強断面 (R C + C F R P) と仮定したたわみ曲線に移行して行く。このとき、C F R P で補強した試験体は、その補強効果と相まって、ひび割れが進展 (たわみの流れ領域) していく時にたわみのみが増加していく傾向は認められず、全断面有効から補強断面に滑らかに移行しており、たわみ値の減少効果はさらに改善されることが明らかになった。図－５に荷重載荷時のたわみ挙動の概念図を示す。

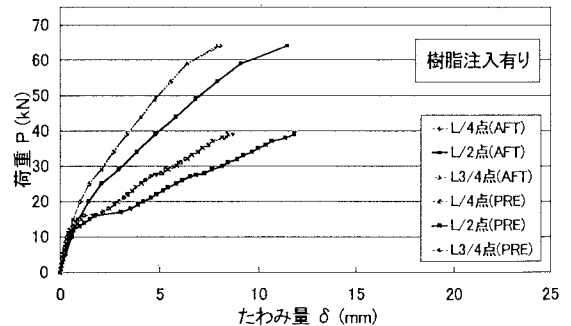
破壊はコンクリート表面の界面破壊により C F R P の接着剤が剥がれる状況であったが、その時の荷重は設計荷重の 2 ～ 3 倍の値であり問題はないと判断した。

５．まとめ

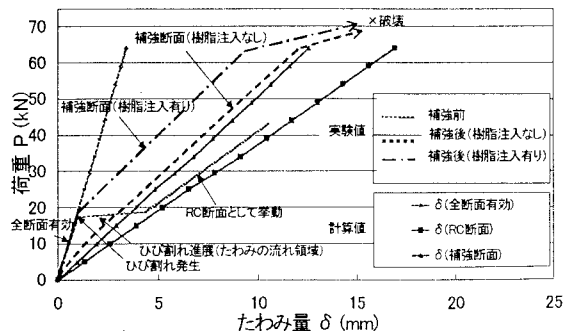
ひび割れを有する床版を C F R P で補強することにより、床版の曲げ剛性が高くなりたわみを抑制する効果が確認できた。さらに、ひび割れ面に樹脂注入を行うことにより、ひび割れ発生前ではひび割れの生じた床版は健全な状態に戻り、ひび割れ発生後では C F R P による補強と相まって、たわみ値の減少効果はさらに改善されることが明らかになった。C F R P を用いた補強工法の有効性を確認することができた。



図－３ CFRC3 荷重－たわみ図



図－４ CFRC5 荷重－たわみ図



図－５ 荷重載荷時のたわみ挙動の概念図