

CS-29

格子状CFRP補強材およびCFシートによる既設道路橋の床版補強検証実験

九州大学 工学部

学生員 ○長濱貴志

建設省福岡国道工事事務所

中川博勝

九州大学 工学部

正 員 日野伸一 太田俊昭

中央コンサルタンツ

愛敬圭二

1. まえがき

平成6年の道路橋示方書の改訂にともなう新設計活荷重の制定にあわせて、既設道路橋の耐荷力の見直しが全国的に進められている。これによって、損傷床版や主桁の補修・補強工事も鋭意行われている。一方、近年、鉄筋やPC鋼材に代るコンクリート用補強材として炭素繊維などの新素材が開発され、広く実用化されている。

本研究は、今後、一層必要視される既設道路橋床版の合理的な補強工法の確立を目的として行った試験施工について報告するものである。すなわち、対象とする補強材として、2次元格子状炭素繊維補強材（以下、

CFRPネットと称する）および炭素繊維シート（以下、CFシートと称する）を、同一橋梁のRC床版補強に適用し、トラック静的載荷実験によりその補強効果を比較検証する。

2. 補強工法の概要

試験施工に供された橋梁は、福岡県内の一般国道210号に架かる橋長45.7mの2径間単純活荷重合成H桁橋である。本橋の概要を図-1および表-1に示す。図-2に、採用した3種類の補強工法の範囲および応力計測位置を示す。補強工法の選定基準としては、現交通に与える影響の少なく、床版の応力度超過が10%と比較的小さいため補強規模も少なく済むことと、補強材として耐久性、経済性に優れたCFシートおよびCFRPネットを試験的に採用することとした。図-2に示すように、A1～P1径間にはCFシートを主鉄筋および配力鉄筋方向に各層エポキシ樹脂で貼付し（C工法）、P1～A2径間にはCFRPネットをアンカーで仮固定した後、ポリマー系樹脂モルタルにて増厚する工法を採用した。CFRPネット補強については支間中央を境に2種類の既存工法（A工法、B工法）を用いた。補強工法の詳細と補強図を表-2、図-3、図-4に示す。

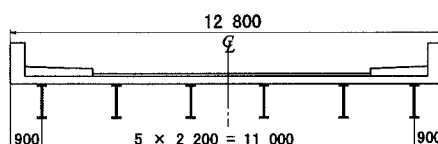


図-1 橋梁概要 (単位:mm)

表-1 橋梁概要

適用示方書	昭和55年度制定	橋 格	1等橋(TL-20)
上部工形式	2径間単純活荷重合成H型鋼橋	車 線 数	2車線
床版材料	鉄筋コンクリート	交 通 量	16,650台/24h
橋 長	45.70m	床 版 厚	t=22.0cm
有効幅員	車道部8.00m 歩道部2.00m×2	全 幅 員	12.60m
		大型車混入率	15.50%

表-2 材料特性と補強方法

	CFシート	CFRPネット	
	C工法	A工法	B工法
種 別	高強度炭素繊維	格子間隔50mm	
規 格 名	FTS-C5-30	C3-50P	
ヤング係数	$3.8 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$	$1.0 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$	
許容引張応力度	10000 kgf/cm^2	9400 kgf/cm^2	
モルタル設計強度	-	240 kgf/cm^2	
設 計 厚	0.165mm	1.0mm	
樹 脂	エポキシ樹脂	ポリマー系樹脂モルタルA	同 B
アンカー	-	アンカーは、テーパー付T型アンカーを用いる。	ブラインドリベットアンカーを用いる。

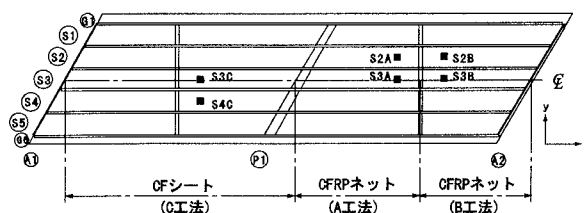


図-2 補強範囲図

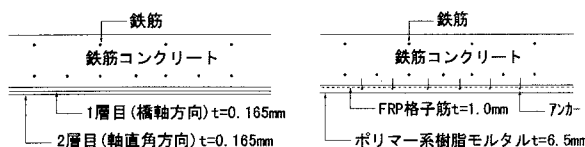


図-3 CFシート補強

図-4 CFRPネット補強

key Words : 炭素繊維ネット(CFRPネット)、炭素繊維シート(CFシート)、床版補強

〒812-8581 福岡県東区箱崎6-10-1 九州大学工学部建設都市工学科 TEL 092-642-3265 FAX 092-642-3303

表-3 静的載荷時の補強前後の応力度比較表(A, B工法)

	補強前(kgf/cm ²)						補強後(kgf/cm ²)						低減率(%)		
	実験値		FEM	実験値/解析値			実験値		FEM	実験値/解析値			実験値		FEM
	(A工法)	(B工法)	解析値	(A工法)	(B工法)		(A工法)	(B工法)	解析値	(A工法)	(B工法)		(A工法)	(B工法)	解析値
既設S2主筋 (y方向)	181	158	106	1.70	1.48		113	113	76	1.49	1.49		37.2	28.0	28.3
既設S2配力筋 (x方向)	-61	-53	-70	0.87	0.75		-48	-40	-57	0.85	0.70		20.7	24.0	19.1
既設S3主筋 (y方向)	111	105	49	2.28	2.16		90	82	33	2.70	2.45		18.9	22.0	31.5
既設S3配力筋 (x方向)	-48	-46	-85	0.57	0.54		-40	-42	-78	0.51	0.54		17.4	9.1	8.9
G2橋面鉄筋 (y方向)	27	21	-12	-2.28	-1.75		27	17	-2	-11.8	-7.27		0.0	20.0	80.7
S2橋面 (x方向)	-78	-86	-61	1.28	1.42		-82	-88	-57	1.44	1.55		-5.4	-2.4	6.2
格子S2主筋 (y方向)							232	954	187	1.24	5.10				
格子S2配力筋 (x方向)							-122	-76	-125	0.97	0.61				
格子S3主筋 (y方向)							106	331	76	1.40	4.34				
格子S3配力筋 (x方向)							-53	-84	-105	1.97	0.80				

3. 載荷実験および解析の概要

橋梁区間を一時的に全面通行止めにしてS2～S4の各床版支間中央に試験車両(20tf)の後輪を載荷させ、図-2に示す計測点でひずみを測定した。各3回繰り返し計測した。

また、実験に合わせて、橋軸方向、橋軸直角方向の直交異方性を考慮したFEMによる版解析を行った。また、鋼桁と床版およびFRP補強材との接合面は、完全剛結と仮定した。

表-4 静的載荷時の補強前後の応力度比較表(C工法)

	補強前(kgf/cm ²)				補強後(kgf/cm ²)				低減率(%)	
	実験値		FEM	実験値/解析値	実験値		FEM	実験値/解析値	実験値	
	解析値	解析値	解析値		解析値	解析値	解析値		解析値	解析値
既設S4主筋 (y方向)	90	105	0.86		82	81	1.01		9.3	23
既設S4配力筋 (x方向)	-27	-59	0.46		-21	-53	0.40		23.1	10
既設S3主筋 (y方向)	90	133	0.68		74	102	0.72		18.6	23
既設S3配力筋 (x方向)	-34	-89	0.38		-29	-79	0.37		12.5	12
G5橋面鉄筋 (y方向)	25	2	12.0		27	-0.3	-86.7		-8.3	115
S4橋面 (x方向)	-74	-59	1.25		-69	-46	1.50		5.7	21
シートS4主筋 (y方向)					31	52	0.60			
シートS4配力筋 (x方向)					-5	-16	0.31			
シートS3主筋 (y方向)					55	22	2.56			
シートS3配力筋 (x方向)					-8	-28	0.28			

4. 結果および考察

表-3, 表-4に、CFRPネットおよびCFシートによる補強前後の既設主鉄筋の応力度をFEM解析値も含めて示す。これらの結果より、CFRPネット補強は工法の差異に関わらず、その補強効果による応力度の低減が主筋で約27%、配力筋で約18%確認できた。また、FEM解析値も主筋で約30%、配力筋で約14%低減する結果を得た。

また、CFシートでは、応力度の低減が主筋で約14%、配力筋で約18%確認できた。FEM解析値も主筋で約20%、配力筋で約10%低減する結果を得た。一般的に橋軸方向の解析値(x方向)が実応力度よりも大きめの値を示す理由として、舗装部、両端の歩道、地覆等を考慮していないため、曲げ剛性を実挙動よりもやや小さく算定することに因ると考えられる。

以上、本橋において、今回試験的に採用したCFRPネット、CFシートによる補強は、いずれも短期的な補強効果が顕著に現れていることが確認できた。

5. まとめ

CFRPネットおよびCFシートによる床版下面補強効果が見られ、床版補強として有効であることが確認できた。以上より、軽量でかつ耐食性にすぐれたCFRP補強材の有用性は高いといえる。ただし、本工法は、実用化の歴史が浅いこともあり、今のところ短期的な効果に限定される。今後、長期耐久性、交通振動下での施工や養生の信頼性等、さらに検討を必要とするものと考えられる。

【参考文献】 1) 中川博勝, 愛敬圭二: 炭素繊維による床版補強とその効果について, 日本道路会議, 1997年。

2) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 (I共通編・II鋼橋編), 1994年。