

炭素繊維シートによる床版補強に関する研究

大阪大学工学部 正 員 松井 繁之 大阪大学大学院 学生員○高井 剣
建設省 名古屋国道工事事務所 森 成道 東燃株式会社 小林 朗

1. はじめに

これまで、設計荷重よりも大きな輪荷重の作用、都市交通の増大、床版厚の不足、配力鉄筋不足、コンクリートの品質不良、コンクリートの施工の不良等の原因により、道路橋のRC床版の疲労損傷が大きな問題となっていたが、さらに、建設省から平成5年11月よりRC床版の設計荷重をTL-20からTL-25に引き上げるとの通達があり、既存の補強工法よりも補強効果が高く、かつ作業性のよい新工法の開発が望まれている。

2. 本研究の目的

構造物の補修・補強に炭素繊維のシートをエポキシ樹脂を用いて接着するという工法が最近試みられている。これは炭素繊維の持つ高い弾性率・引張強度ならびに軽量性がもたらす施工性を生かしたものであり、この工法をRC床版にも適用するという試みが始められている。その信頼性を確認するとともに、設計法を確立するための疲労試験および解析を行い、評価を行う。

3. 試験体

試験体には、実橋より採取した床版を用いた。この床版は供用使用後25年以上経過しており、亀甲上のクラック、遊離石灰が発生している状態であり、建設省の評価基準ではランクAの損傷度に達していた。なお補強には、高弾性タイプの炭素繊維シートを主筋方向・配力筋方向にそれぞれ1層ずつ接着し、旧床版と完全に一体化した。本研究ではさらに上面増厚と組み合わせた試験体も用意した。炭素繊維シートの物性を表-1に示し、試験体の断面図を図-1に示す。

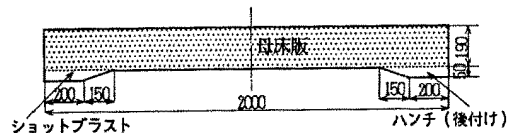
4. 輪荷重走行試験

本試験には輪荷重走行試験装置を用いた。なお、輪荷重走行試験装置の概要を、図-2に示す。

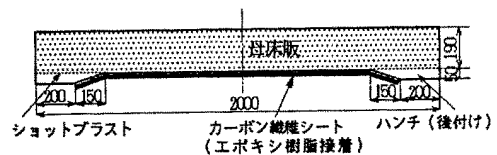
まずPF-1, 2, 3それぞれについて無補強状態において輪荷重10tonで10万回の予備載荷を行い、各床版の初期特性を測定した。予備載荷後PF-1は輪荷重15tonで破壊まで載荷した。予備載荷後PF-2は、炭素繊維シート補強を行い、10tonで10万回載荷した後15tonで100万回載荷した。PF-3は予備載荷後に炭素繊維シート補強を行い10tonで10万回載荷、その後上面増厚を行い10tonで6万回載荷後、15tonで56万回載荷し、荷重18tonに増加させ、さらに、44万回載荷した。

表-1 炭素繊維シートの物性

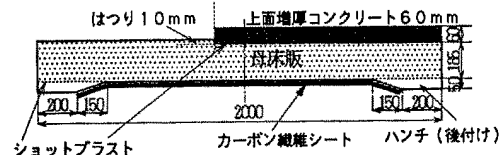
強化繊維種類	線量日付	厚さ	弾性率	引張強度
高弾性炭素繊維	301g/m ²	0.165mm	4090000kg/cm ²	41400kg/cm ²



PF-1 (無補強)



PF-2 (炭素繊維シート補強)



PF-3 (上面増厚+炭素繊維シート補強)

図-1 各供試体の断面図

測定は、一定サイクル毎に輪荷重を停止して静的に荷重を載荷し、たわみ、鉄筋歪みを測定した。また輪荷重移動中の動的測定も行い、亀裂幅、鉄筋歪みを測定した。さらにシートの剥離の有無をたたき点検で観測した。

5. 試験結果

無補強床版PF-1は15tonによる輪荷重での24.8万回の載荷で中央部の活荷重たわみが約4.5mmに達し耐荷能力を失い破壊に至った。炭素繊維シート補強床版PF-2では、10ton載荷時では活荷重たわみが約25%減少したうえ、10万回載荷後にも、活荷重たわみはほとんど増加しなかった。さらに輪荷重を15tonで100万回載荷したが、活荷重たわみの増加は非常にゆるやかであり、炭素繊維シートの剥離はなかった。炭素繊維シート+上面増厚床版PF-3では、活荷重たわみは炭素繊維シート補強のみの場合の約1/4に減じ、15tonで56万回、さらに18tonでの44万回でも活荷重たわみはほとんど増加しなかった。試験結果を図-3、4に示す。

6. 結論

試験結果より次のことが言える。炭素繊維シートを2方向に1層ずつ接着することにより床版のたわみは減少し、載荷サイクル中たわみの増加はほとんどなく、ひび割れの進展抑止効果があると言える。初期のたわみ減少量は、炭素繊維シート自体の合成による剛性への寄与と、異方性が改善されたことによるものの重ね合わせである。そして補強後の断面の剛性は補強直前の状態に炭素繊維シートを完全に合成したと仮定した剛性を発揮していると言える。（表-2）さらに上面増厚を行うことにより床版たわみは著しく減少する。なお、これまでの研究の中に、上面増厚だけを行うと中立軸が上昇し、剛性が徐々に下がるという結果が出ているが¹⁾、本実験では劣化の進行はみられない。これは床版下面の炭素繊維シートがの動きを止めることにより、ひび割れ面の劣化を極端に抑制し、母床版と剥離することなく、合成効果を持続したためと考えられる。この結果、炭素繊維シート接着工法は、床版の耐久性向上に有効であること、上面増厚と併用することでさらに高い補強効果が得られることが確認された。

参考文献 1) 松井・木村・義毛：増厚工法によるRC床版補強の耐久性評価 構造工学論文集Vol.38A（1992年3月）

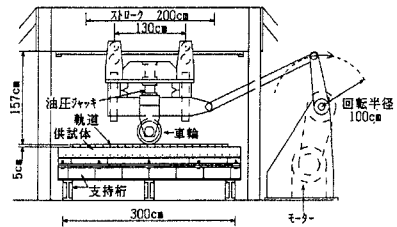


図-2 輪荷重走行試験機の概要図

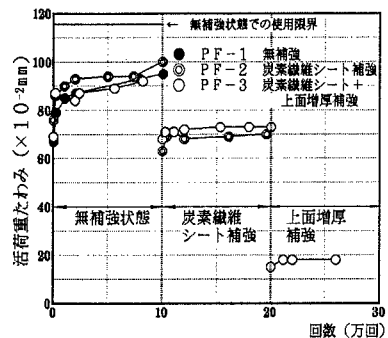


図-3 補強による活荷重たわみの変化（載荷 10t）

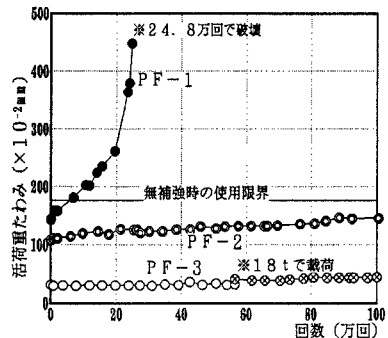


図-4 活荷重たわみの比較（15ton, 100万回による）

表-2

各試験体における断面状況と残存剛性の測定結果					
供試体	断面	断面寸法	無補強時	炭素繊維シート補強後	上面増厚後
PF-1	主鉄筋断面	ひびわれ深さ(下側) cm	7.5	7.5	—
		ひびわれ深さ(上側) cm	0.0	0.0	—
		中立軸深さ cm	7.65	7.759	—
		断面2次モーメント cm ⁴	32460	42824	—
		断面2次モーメント cm ⁴	10820	19115	—
PF-2	主鉄筋断面	ひびわれ深さ(下側) cm	13.0	13.0	—
		ひびわれ深さ(上側) cm	3.0	3.0	—
		中立軸深さ cm	5.846	6.85	—
		断面2次モーメント cm ⁴	33667	42622	115335
		断面2次モーメント cm ⁴	14830	28211	70163
PF-3	主鉄筋断面	ひびわれ深さ(下側) cm	7.0	7.0	7.0
		ひびわれ深さ(上側) cm	0.0	0.0	0.0
		中立軸深さ cm	7.755	7.836	9.337
		断面2次モーメント cm ⁴	33667	42622	115335
		断面2次モーメント cm ⁴	14830	28211	70163