

CS-27

炭素繊維シートにより補強されたRC床版の疲労耐久性

建設省土木研究所 正会員 松尾 伸二 大成建設 正会員 宇治 公隆
 同上 正会員 西川 和廣 東燃 正会員 小林 朗
 同上 正会員 内田 賢一

1. はじめに

現在、我が国では約13万橋（橋長15m以上）の道路橋が供用されており、こうした膨大な数の道路橋を適切に維持管理していくことが重要な課題となっている。特に輪荷重の影響を直接受ける既設RC床版は、交通量の増大や平成5年11月の車両制限令の車両総重量規制緩和や道路構造令の設計自動車荷重の変更にとともに、より劣化が進行されることが懸念され、損傷状態に応じた効果的な補修・補強工法が検討されている。

本研究は、軽量で施工性、耐食性に優れ高引張強度の炭素繊維シートを床版下面に接着する工法に着目して、損傷が進んだ状態のRC床版に対する炭素繊維シート接着工法の疲労耐久性の向上に及ぼす効果を明確にすることを目的とし、炭素繊維シートにより補強されたRC床版の輪荷重走行試験を行った。

2. 実験概要

表-1 供試体の一覧

表-1に供試体の一覧を示す。

本実験では、配力筋不足により損傷事例の多い昭和39年鋼道路橋設計示方書（以下、S39道示）に準じて設計・製作したRC床版を基準供試体とした。S39道示床版に対する炭素繊維シート（引張強度 35000kgf/cm^2 、弾性係数 $2.35 \times 10^6\text{kgf/cm}^2$ ）による補強は、

供試体名	炭素繊維シート補強量 主筋×配力筋 (層)	供試体寸法 (cm)	主鉄筋 (上段：圧縮、下段：引張)			配力筋 (上段：圧縮、下段：引張)			H8道示補強設計に おける鉄筋応力度		コンクリート 圧縮強度
			呼び 径	有効高 (cm)	間隔 (cm)	呼び 径	有効高 (cm)	間隔 (cm)	主鉄筋 (kgf/cm^2)	配力筋 (kgf/cm^2)	
S39道示	—	280×450×19 (支間250)	D16	3.00	30.00	D10	4.30	30.00	2293	4812	139~ 317
S39+1×1	1×1	280×450×19 (支間250)	D16	3.00	30.00	D10	4.30	30.00	1948	2662	347
S39+2×2	2×2	280×450×19 (支間250)	D16	3.00	30.00	D10	4.30	30.00	1704	1825	296
S39+3×3	3×3	280×450×19 (支間250)	D16	3.00	30.00	D10	4.30	30.00	1523	1380	322
S39+4×4	4×4	280×450×19 (支間250)	D16	3.00	30.00	D10	4.30	30.00	1383	1104	269
S47道示	—	280×450×20 (支間250)	D19	4.00	25.00	D16	5.80	20.00	1387	1158	305
H8道示	—	280×450×25 (支間250)	D16	4.00	15.00	D13	5.45	12.50	1257	1034	276
			D19	21.00	15.00	D16	19.25	12.50			

主筋方向と配力筋方向に各々1層、2層、3層または4層接着した。ここで、4層は主鉄筋および配力鉄筋の応力度を 1400kgf/cm^2 以下とするための必要量に相当する。なお、本研究では損傷したS39道示床版の補強効果について、無補強のS39道示床版5体、S39道示床版より配力鉄筋を増加させた昭和47年道路橋示方書（以下、S47道示）および荷重の改訂を受けた平成8年道路橋示方書（以下、H8道示）に準じて設計・製作した床版各1体との疲労耐久性の比較を行うこととした¹⁾。

載荷には実際の輪荷重の走行をモデル化した移動載荷を可能とする輪荷重走行試験機を用いた。本実験では、損傷が進んだ状態のRC床版に対する疲労耐久性を検討するため、予め輪荷重走行試験機により損傷を与えた後、補強を実施した。ここで、補強前の損傷は橋梁点検要領（案）²⁾の損傷度Ⅱ「二方向のひび割れが生じ、漏水や遊離石灰、さらにひび割れの最小間隔が50cm未満」を想定し、荷重16tf一定で載荷し、載荷時たわみ8mm、除荷時たわみ4mmまで走行試験を行った。床版に損傷を与えた後、表-1に示す所定の炭素繊維シートを接着した。接着後、無載荷状態で7日間以上養生し、段階載荷（荷重16tfから走行回数4万回毎に2tfずつ荷重を増加）による走行試験を行い、破壊に至るまで繰り返し走行を行った³⁾。なお、S47道示床版ならびにS39道示床版の一部については、載荷荷重を一定とし、破壊に至るまで走行試験を行った¹⁾。

3. 実験結果および考察

図-2に段階載荷による各供試体の破壊荷重とその時の走行回数を示す。ここで、一定荷重により走行試験を行

キーワード：RC床版、炭素繊維シート、輪荷重走行試験、疲労耐久性

連絡先：〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地 TEL. 0298-64-4919 FAX. 0298-64-0565

ったS47道示床版ならびに一部のS39道示床版の破壊荷重および走行回数は、本実験の載荷方法である段階載荷に換算した値を用いた¹⁾。なお、炭素繊維シートにより補強した供試体の最終破壊形態は、たわみが急増し、炭素繊維シートの剥離をとまなう押抜きせん断破壊であった。疲労耐久性については、最小補強量の1×1層(S39+1×1)を接着した場合、新設のS39道示床版以上の疲労耐久性が得られた。さらに、炭素繊維シートの積層数を増加した2×2層(S39+2×2)接着した場合には、新設のS47道示床版を超え、現行H8道示床版に迫る疲労耐久性を得ることができた。

しかし、補強量を変化させた場合の補強床版の疲労耐久性は、S39+2×2床版が最も高く、以下、S39+3×3、S39+4×4、S39+1×1床版の順で高い疲労耐久性を示す結果となり、S39+3×3床版およびS39+4×4床版の疲労耐久性がS39+2×2床版と比較し高くならなかった。これは、本実験が荷重を段階的に増加させる載荷としたことにより、接着した炭素繊維シートの剛性およびコンクリートと炭素繊維シートの付着強度に影響したためと推測されるが、確証は得られていない。いずれも、新設のS39道示床版を大きく上回ったもののH8道示床版には至らなかった。しかし、本来、曲げ補強を目的とした炭素繊維シートを、ひび割れのすりがきき作用によりせん断強度が減少している損傷度Ⅱの床版に適用したこと自体、やや過酷な実験となっており、損傷度ⅢまたはⅣレベルでの補強であれば、もっと大きな効果が得られたものと推測される。

表-2に炭素繊維シートの補強前後における供試体中央位置の16tf載荷時の活荷重たわみおよび主鉄筋応力度の実測値を示す。炭素繊維シートで補強することにより、活荷重たわみおよび主鉄筋応力度が低減され、さらに、積層数が多い方がたわみおよび主鉄筋応力度は小さくなる傾向にある。

図-3に炭素繊維シート補強後の走行回数と載荷時たわみの関係を示す。S39道示床版は16tf走行中にたわみが急増し破壊に至った。これに対し、炭素繊維シートにより補強した床版のたわみは、S39道示床版と比較し、載荷荷重の増加に対して漸増しており、大幅に疲労耐久性が向上している。これは、炭素繊維シートが床版下面のひび割れの開閉によるせん断強度の低下を抑制する効果が現れていると考えられる。また、S39+2×2、S39+3×3およびS39+4×4床版は、S39+1×1床版と比較し、同一荷重においてたわみが小さくなる傾向にある。

4. おわりに

損傷が進んだ状態のRC床版に炭素繊維シートを接着し、段階載荷による輪荷重走行試験を行った結果、古い基準で設計・製作されたRC床版を超える疲労耐久性を示すことが確認された。

今後は、炭素繊維シート接着前の損傷レベルが比較的軽い状態での走行試験を行い、損傷度の違いによる炭素繊維シート接着工法の補強効果について検討していく予定である。

【参考文献】

- 1) 西川, 内田: 既設床版の疲労耐久性に関する実験的検討, 第22回日本道路会議論文集, 1997. 12
- 2) 建設省土木研究所: 土木研究所資料 橋梁点検要領(案), 1988. 7
- 3) 西川, 神田, 内田, 淵上, 宮崎: 炭素繊維シート接着工法によるRC床版の補強効果に関する実験的研究, 土木学会第52回年次学術講演会, 1997. 9

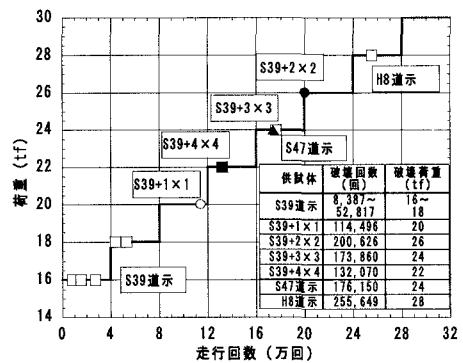


図-2 破壊荷重とその時の走行回数

表-2 補強前後の活荷重たわみおよび

主鉄筋応力度の実測値(輪荷重16tf)

供試体名	たわみ (mm)			主鉄筋応力度 (kgf/cm ²)		
	補強前	補強後	補強前-補強後	補強前	補強後	補強前-補強後
S39+1×1	3.96	2.71	1.24	1457	1035	422
S39+2×2	4.09	2.37	1.71	1560	880	680
S39+3×3	3.96	2.06	1.90	1531	722	809
S39+4×4	4.34	2.09	2.25	1399	708	691

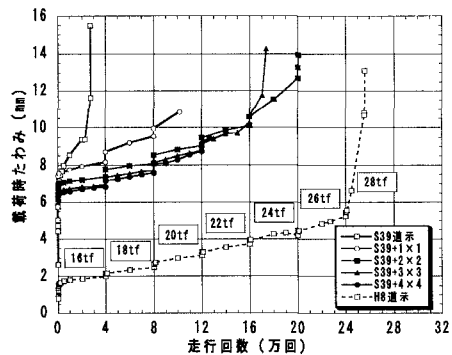


図-3 補強後の走行回数と載荷時たわみの関係