

炭素繊維シート接着工法の変状と耐久性について

土木研究所つくば中央研究所 正会員 富山 禎仁
 土木研究所寒地土木研究所 正会員 三田村 浩
 名城大学 正会員 岩下 健太郎

1. はじめに

従来、塩害や凍害を受けるコンクリート構造物への劣化対策の有効な一手法として、塩分や水分等の劣化因子の侵入を防ぐ表面被覆が用いられている。また、近年道路橋のコンクリート桁や床版の耐荷力、耐久性の向上を目的として、繊維シートを用いた補修・補強工法が実験や解析等の結果を踏まえて現場に適用されてきている。しかし、これらの工法は水の影響や低温環境における接着性、耐凍害性等の性能について明らかでなく、施工後の早い段階で繊維シート材に浮きや変状が生じている事例も報告されている¹⁾。このような変状の発生は当初の性能を大きく低下させる場合もある。そこで、特に橋梁床版の疲労耐久性向上を目的として床版下面に施工される繊維シート等に着目し、現橋の実態調査を行った。

2. 補強床版の耐疲労性

著者らはこれまでに、従来用いられている炭素繊維シートに代わる先端材料である、炭素繊維ストランドシート(RC.CFSS 床版)および炭素繊維プレート(RC.CFRP 床版)による補強供試体と、基準供試体(RC 床版)との3体による耐疲労性を輪荷重走行試験機(図-2)によって実験検証した²⁾。実験では、床版中央から軸方向に±1000mmの範囲(2000mm)に輪荷重(幅500mm)を連続走行させ、たわみ劣化度と150kN換算の等価走行回数を比較した。その結果、無補強供試体のたわみ劣化度が0.7で急激に破壊したのに比べて、補強床版は約11倍以上となる疲労寿命の増加と剛性の増大が図られることが明らかとなった(図-3)。2種類の異なる形態の補強材料を用いたが、床版と補強材との付着がある程度確保されている状態では、曲げ剛性に大きな差異は認められなかった。言い換えると、炭素繊維類で補強した橋梁床版の耐疲労特性は、コンクリートと補強材料との接着性に大きく依存することが考えられる。そこで、接着性に影響を及ぼすであろう補強材の変状の実態を把握するために、過去に補強工事が行われた橋梁について現地調査を実施した。

3. 補強床版現地調査

国道A橋は昭和43年架橋、橋長46m、上部工形式はRC連続床版形式、設計荷重20tである。平成15年に、既設床版の耐久性向上を目的として炭素繊維シートによる補修が実施され、8年程度経過している。今回の調査では、図-4に示す青い矢印部分に補強材の浮きが見られ、その一部に炭素繊維

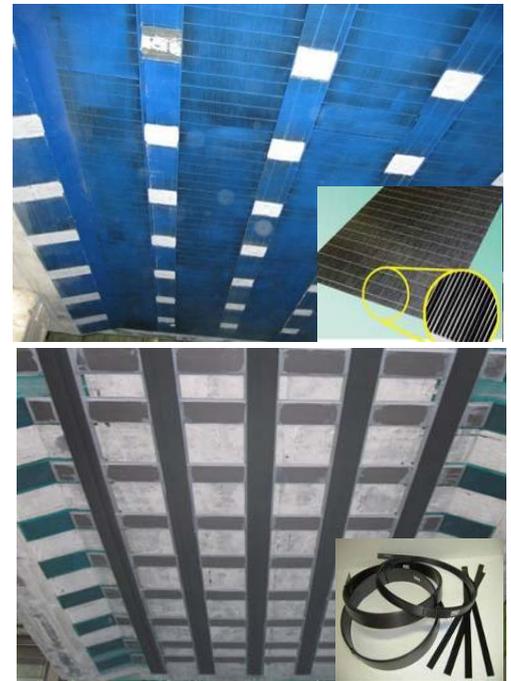


図-1 炭素繊維ストランドシート(上)、および炭素繊維プレート(下)による補強例



図-2 輪荷重走行試験機

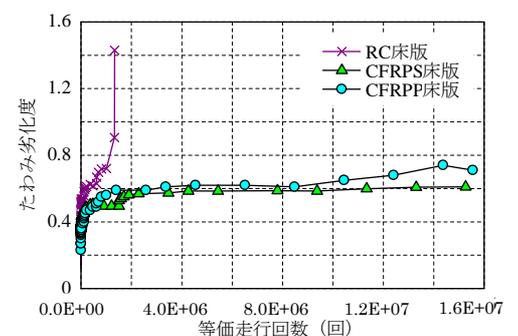


図-3 たわみ劣化度と等価走行回数

キーワード：炭素繊維シート、付着破壊、耐疲労性、

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 (独) 寒地土木研究所 TEL 011-841-1698

シートが繊維に沿って裂けてコンクリートが露出している箇所が見られた。

国道 B 橋は昭和 39 年架橋、橋長 44m、上部工形式は鋼桁、設計荷重は 14t である。炭素繊維シートによる補強は、平成 21 年の厳冬期に防寒養生にて施工された。そのため、施工時の温度は高かったものと推測され、これにより発生した接着剤の空気溜まりの除去不足によるものと思われる、シートの浮きが確認された。但し、その範囲は部分的で極めて小さい。

国道 C 橋は昭和 45 年架橋、橋長 49m、上部工形式は鋼合成 I 桁、設計荷重 20 t、補強時期は平成 20 年である。わずか 3 年足らずの期間に、桁端部に集中して繊維シートの変状が発生していた。一箇所当たりの面積は小さいものの、変状箇所は多い。変状は桁端部の伸縮装置近傍に位置していることから、この要因として床版ひび割れ、輪荷重の衝撃、水の影響等を含む補修時の品質・施工管理不足が考えられる。

4. まとめ

炭素繊維シートを用いた補修・補強工法の適用が多用される中、接着の不具合やシートの変状などが補修・補強工法の性能を低下させている懸念がある。今回の現地調査の結果から、施工管理に起因するコンクリート脆弱部や空気溜まりの除去不足、または繊維シートの接着不良等が複合的に絡み合っているものと類推される、補強材の部分的な変状が少なからず発生していることが明らかとなった。炭素繊維シートを用いたはりの曲げ補強効果に関する既往の実験検証³⁾では、繊維シートの接着状態に着目し、母材コンクリートの下地処理方法、接着不具合、定着長、プライマーの種類等をパラメータとしてこれらの影響について評価し、①10%程度の小面積の接着不良が耐荷力に与える影響は小さいこと、②下地処理方法としてウォータージェットを用いることで、炭素繊維シート補強部材の曲げ性状は耐荷力、変形性能ともに向上すること、などが報告されている。同様に、今後は一定程度の付着破壊が疲労耐久性に与える影響を定量的に評価するとともに、本補強工法を適用した構造物が所定の供用年数を満足できるよう対策の確立が急がれる。

参考文献

- 1) 内藤, 田口, 野々村: 北海道における繊維シート接着コンクリートの変状調査, 寒地土木研究所報文, No.692, 2011.1.
- 2) 表, 三田村, 渡辺, 松井: CFRP を用いた RC 床版の下面補強の疲労特性に関する研究, 構造工学論文集, Vol.57A, 2011.3.
- 3) 水越, 明星, 真鍋, 小林: 炭素繊維シート補強 RC はりの曲げ性状に及ぼすシートの接着状態の影響, 土木学会第 50 回年次学術講演会 pp.400~401, 1995.9.



図-4 現地調査により明らかとなった炭素繊維シート補強材の変状事例