

GFRP 接着による剥落防止対策の再劣化事例に関する検証

日本工営(株) 正会員 松山 公年 ○近藤 悦郎 園田 崇博 吉良 美咲
国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所 非会員 窪田 光作 高橋 晃浩 入江 健夫

1. はじめに

本報では、RC床版下面の剥落対策としてガラス繊維強化プラスチック(以下、「GFRP」という。)接着が施工され、対策後約4年でGFRPの破断を生じた橋梁について詳細調査を実施したので、その概要を紹介する。

2. 橋梁概要および損傷状況

対象橋梁は1984年竣工の都市部にある高架橋(全11径間、TL-20)であり、2006年に剥落防止対策としてRC床版下面全体にGFRP接着が施工されている(写真-1)。剥落対策施工後、4年が経過した2010年に実施した橋梁定期点検等で、写真-2に示すようなGFRPの破断(2方向ひびわれ: $W=0.2\sim 0.25\text{mm}$)が発見された。

今回調査したGFRPの破断位置は、2径間連続H桁橋の第1径間であり、張出床版や中央分離帯直下のGFRPには破断は確認されなかった。なお、GFRPには塗膜のうき、ふくれ、滞水などは認められなかった。



写真-1 桁下状況

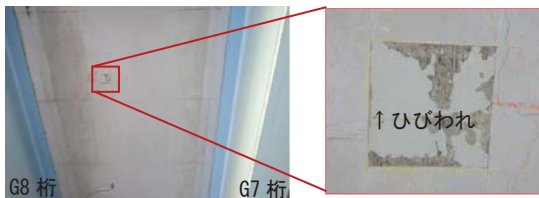


写真-2 RC床版下面GFRP撤去位置の床版ひびわれ

3. 詳細調査概要

今回の詳細調査の内容は表-1に示すとおりであり、外力の作用状況、床版のひずみ挙動、床版ひびわれの開閉挙動およびGFRPの破断面の観察により、破断原因を考察した。

表-1 詳細調査内容

項目	目的	数量	備考
建研式引張試験	付着状況確認	2箇所	3点/箇所
B-WIM	外力作用状況	7日間	
床版ひずみ測定	床版の挙動	7測点	2方向ゲージ
ひびわれ挙動測定	床版ひびわれ開閉状況	1箇所	3方向変位
走査電子顕微鏡(SEM)観察	GFRP破断面観察	1試料	機械的切断と比較

4. 調査結果および考察

4.1 建研式引張試験

GFRPの付着状況を確認するため、GFRP破断位置近傍(劣化部:3点)とGFRPが健全な箇所(健全部:3点)で建研式引張試験を実施した(計6点)。

その結果、劣化部・健全部ともすべての測点で一般的な閾値である $1.5\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の付着強度(平均: $3.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以上)が得られ、本対象橋梁のGFRPの付着性状に問題がないことを確認した。

しかし、対策前の時点で既に床版ひびわれが発生していた可能性もあり、その場合、ひびわれ直上のGFRPは元々付着が切れていたことになる。

4.2 B-WIMの結果

対象橋梁に作用する活荷重の実態を把握するため、国総研が開発した車両重量計測システム(B-WIM)¹⁾を用いて各車線を通行する車両の軸数、総重量、軸重等を7日間連続で測定した。

測定の結果、軸重が10tonを超過する車両が全体の3%程度あり、最大の軸重は20.6tonであった。なお、走行車線に大型車が多く、昼間の下り線に渋滞が頻発する状況を調査時に確認した(写真-3)。



写真-3 当該橋梁付近の状況(昼間の渋滞状況)

キーワード 剥落防止, GFRP, 破断, B-WIM, SEM 観察

連絡先 〒102-8539 東京都千代田区九段北1-14-6 日本工営(株) TEL 03-3238-8113

4. 3 床版ひずみ測定

GFRP に破断が見られない箇所 (G6~G7 間) で、2 方向ひずみゲージを貼付け、床版の挙動を確認した。測定は、B-WIM と同時に 7 日間連続で行った。

その結果、ひずみの最大値は主鉄筋方向で 741μ 、配力鉄筋方向で 502μ であり、GFRP の破断ひずみ ($40,000 \mu$ 程度) よりも小さい値であった。

また、最大ひずみ測定時のひずみ分布の例を図-1 に示す。図より配力筋方向のひずみ分布は、版としての全体的なひずみ分布ではなく、ひずみが集中する傾向が見られたことから、GFRP に変状は見られませんが、床版にひびわれが発生している可能性があると考えられた。

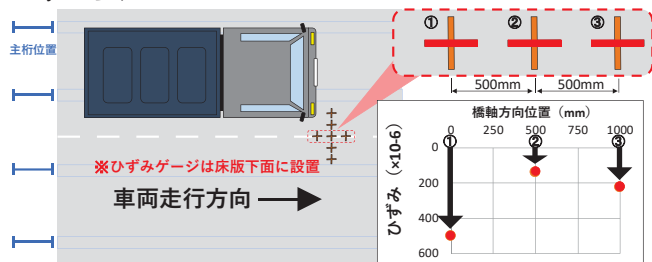


図-1 配力筋方向のひずみ分布の一例

4. 4 ひびわれ挙動

GFRP を一部撤去した床版ひびわれ位置で 3 方向変位測定器を設置し、ひびわれ開閉の挙動を検証した (図-2)。図には、各変位成分の最大値を検出した時の他の 2 方向の挙動を併せて示している。

いずれも、開閉成分 (Y 方向) が卓越していた。他の成分も同時に挙動しており、複雑な開口挙動を示した。また、ひずみが 0.1~0.2 秒程度で変化したことから輪荷重に瞬間的に応答したことが分かる。

4. 5 走査電子顕微鏡 (SEM) 観察

破断を生じた位置から採取した GFRP 試料について、ひびわれ部と機械的破断部の SEM 画像を比較した。SEM 観察の結果を写真-4 に示す。ひびわれに直交するガラス繊維の破断面は断面減少の痕跡 (引張破壊の形態) と断面減少をとまなわない破断痕 (せん断破壊) が混在していた。他方、ひびわれに平行なガラス繊維には、機械的に切断した場合と同様に断面減少をとまなわない破断痕が生じており、ひびわれ開口挙動と合致する結果が得られた。

5. まとめ

今回の調査で、以下のことを確認した。

- GFRP の破断は、過大な活荷重の作用によって GFRP 貼付け前に存在したひびわれ部でのゼロスパンによ

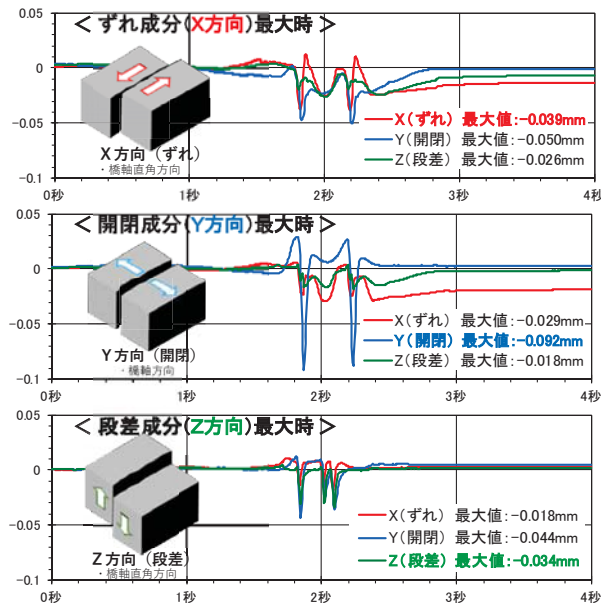


図-2 ひびわれの時刻歴挙動 (各成分最大時)

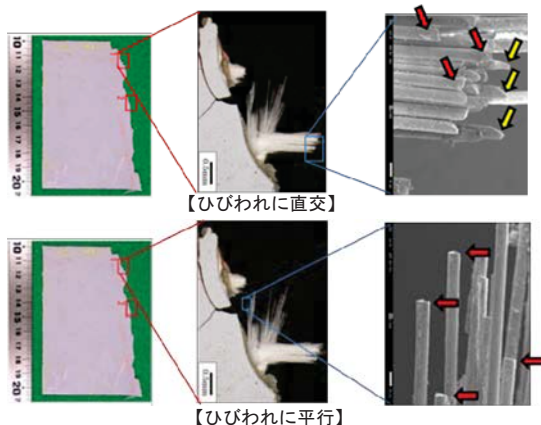


写真-4 SEM 観察結果の例 (ひびわれ部)

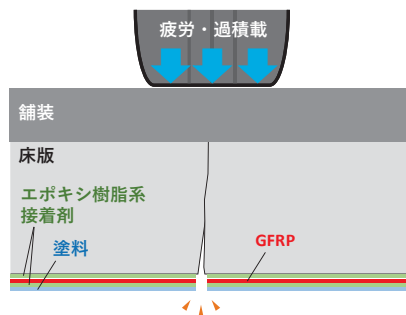


図-3 ゼロスパンのイメージ

る破断 (図-3), あるいは、ひびわれの複雑な開口挙動により破断した可能性がある。

- 重交通下における剥落対策では、ひびわれの事前処理や繊維シートを選定に留意が必要である。

なお、本稿に示した成果は、国土交通省関東技術事務所発注の「H29 道路の合理的な管理手法検討業務」で得た業務委託成果の一部である。

参考文献

1) 玉越, 中洲, 石尾, 中谷: 道路橋の交通特性評価手法に関する研究, 国総研資料, 第 188 号, 2004. 7