

H 形 GFRP 部材による既設鋼橋 RC 床版の補強工法に関する実験的研究

九州大学大学院 ○学生員 池村 尚哉、B・アブドゥラ
九州大学大学院 正 員 日野 伸一、太田 俊昭
三菱重工工事(株) 正 員 勝野 壽男

1. はじめに

RC 床版の補強工法としてこれまで一般的に採用されてきたものには、鋼板接着工法、上面または下面増厚工法、縦桁増設工法、最近では炭素繊維シート接着工法等がある。しかし、これらの補強工法には死荷重の増加、補強後の維持管理、交通規制の必要性、材料価格などの点でそれぞれ課題が残る。本研究は、これらの問題点をできるだけ回避するために、軽量で耐食性にすぐれ炭素繊維やアラミド繊維補強材に比べて比較的安価なガラス繊維強化プラスチック（以下 GFRP とする）に着目し、これを用いた既設鋼橋の補強工法について検討するものである。本研究では、竣工後 40 年を経過し現行示方書による応力照査において RC 床版の鉄筋応力が許容応力度を大きく超過する「A 橋」を補強対象として選定し、図-1 に示すような補強構造について検討した。本報では、A 橋の部分模型供試体を製作し静的載荷試験および疲労試験を行い、その補強効果について実験的に検証する。

2. 実験概要

実験供試体として対象橋梁の一部をスケールダウンさせた RC 床版鋼 2 主桁模型供試体を製作した。供試体概要図を図-2 に示す。実橋における対傾構およびガセットプレートの代用としてチャンネル型の鋼製横桁を支間部と端部に取り付けた。補強区域は支間中央の鋼製横桁間 1.85m 区間とし、補強部材として図-3 に示すような 3 層の積層構造である H 形 GFRP はり（引抜き成形材）を、交差状に取り付けた。GFRP 縦桁と鋼製横桁および GFRP 横桁と主桁ウェブとの接合にはボルト・接着剤併用接合を用い、また、RC 床版下面と GFRP 縦桁上面間の接合面にはエポキシモルタルを厚さ約 1cm 塗付し、5 日間養生した。本補強構造は狭い桁下空間での比較的小型の軽量資材の取扱いで済むので施工性の向上と補強後も床版下面の変状を目視で確認できるという点で特に他工法に比べ特長的な構造である。

疲労損傷した RC 床版を再現するために、まず補強前供試体に繰り返し載荷試験を行った。実際の RC 床版に近似したひび割れ状態を再現させるには輪荷重走行試験を行うのが望ましいが、試験機の制約上、定点載荷試験装置の載荷点を移動するという方法を用いた。すなわち床版中央点に 10 万回、床版中央点から橋軸方向に 45cm 離れた点（両側 2 点）にそれぞれ 10 万回、再度床版中央点に 10 万回の計 40 万回の繰り返し載荷を行った。荷重は 49–206(kN)とし、最大荷重の決定には、床版主鉄筋応力が許容応力度の約 50%増である約 180(MPa)となるとききの荷重を用いることとした。その結果、補強区間内の床版下面ほぼ全域にひび割れが発生し、ひび割れ幅は最大で 0.3mm に達した。

補強後の疲労試験は、補強前の載荷パターンと同様の方法で行った。ただし、各点における繰り返し載荷数は、50 万回とし、合計で 200 万回の繰り返し載荷試験を行った。

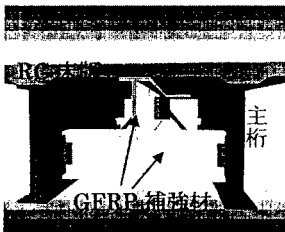


図-1 補強イメージ

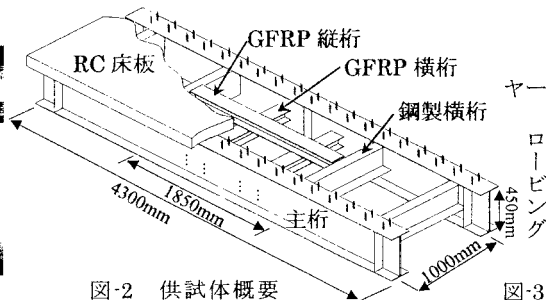


図-2 供試体概要

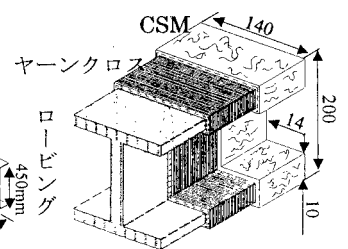


図-3 H 形 GFRP 部材の構造

3. 実験結果と考察

床版主鉄筋の荷重－応力関係を図-4 に示す。補強することにより、主鉄筋応力は約 40%の低減効果が得られた。また、中央主鉄筋に沿って応力をプロットした応力分布図（図-5）から、主鉄筋中央部が GFRP 縦桁に支持されたことによって、大きな補強効果が得られたことがわかる。繰り返し载荷による応力増加は見られなかった（図-6、図中 Load1,4 と 2,3 とで値が異なるのは载荷点移動しているためである）。たわみについては床版中央で約 22%の低減効果があったものの主桁には低減効果はみられなかった。GFRP に生じた最大応力は、縦桁の下フランジで 17.6(MPa)、横桁の下フランジで 9.6(MPa)であった。これは引張強度である 424(MPa)に比べきわめて小さい値であり、疲労を考慮しても問題のないレベルであるといえ、他の箇所における曲げ、せん断の両応力度についても同様である。

補強前の値を 100 としたときの補強後の各数値を図-7 に示す。主鉄筋応力に約 30～40%、配力鉄筋応力にも大きな補強効果が得られた。また、床版たわみに約 20%の補強効果があった。しかし、主桁についてはたわみおよび応力ともに顕著な補強効果は得られなかった。

4. まとめ

得られた成果をまとめると、次のとおりである。

- ① 本補強構造によって、既設鋼鉄橋 RC 床版に対する顕著な補強効果が認められた。
- ② 繰り返し载荷による疲労低下の影響はみられなかった。
- ③ 本補強構造は、主桁に対する補強効果はほとんど期待できず、主桁補強を目的とする場合は別の補強構造の適用が必要である。
- ④ GFRP 桁に生じる応力レベルは材料強度に比べて過小であり、疲労を考慮しても十分安全である。

参考文献

1) B.Abdullah ほか: A Fundamental Study on Strengthening of Steel Girder Bridge with RC Slab by Using GFRP Members, 構造工学論文集, Vol.45A, 1999.3

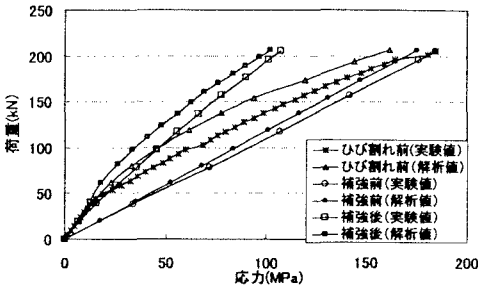


図-4 荷重－応力図（主鉄筋）

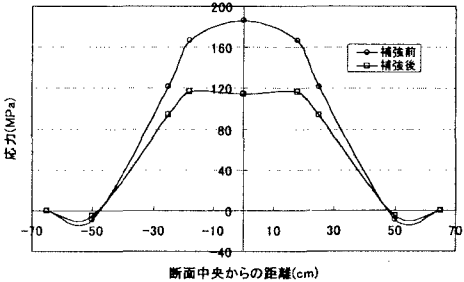


図-5 主鉄筋応力分布

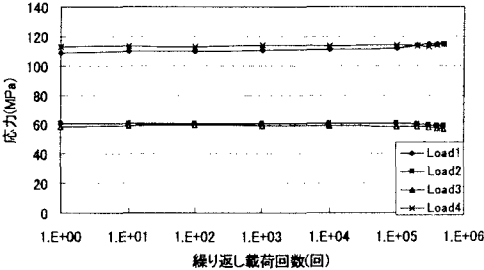


図-6 応力－繰返し回数関係（主鉄筋）

