

第 部門 FRP 継手部の構造特性が FRP-RC 合成床版に及ぼす影響

大阪大学大学院工学研究科 学生員 長尾 千瑛 (株)宮地鐵工所 正会員 久保 圭吾
 日東紡績(株) 平山 紀夫 (株)富士技建 フェロー 石崎 茂
 新日本石油(株) 正会員 小牧 秀之 大阪工業大学 フェロー 松井 繁之

1. はじめに

劣化を受けた鉄筋コンクリート(RC)床版の取り替え用床版として、繊維補強プラスチック(FRP)複合永久型枠を用いた打替え用 FRP 合成床版を開発した。この打替え用 FRP 合成床版では、床版支間方向に剛性の大きい角形鋼管を内蔵させ、引張側配力筋の配置を省略することで現場施工性の向上を図っている。輪荷重に対する耐荷性状は、荷重を床版支間方向の剛性で支持する一方向版に近い性状を示すものと思われる。しかし、実床版中では橋軸方向にも版作用による断面力が発生し、FRP パネルの底板にもある程度の引張力が作用する。鋼管リブ間に設けた FRP 底板の継手の耐久性の確認が必要となってくる。そこで、FRP 継手を有する版試験体を製作し、輪荷重走行試験を実施することで、この継手部の疲労耐久性と剛性の確認を行う。

2. 輪荷重走行試験の概要

本実験に用いた試験体の形状を図1に示す。図中の丸囲みアルファベットと丸数字は各断面の名称を示しており、断面c, lにそれぞれ継手L(図2), T(図3)を設けた。継手Lは、パネル設置時、継手部の接着作業がパネル上面から行えるため施工性がよい。継手Tは、添接板で両側から挟み込む構造のため、継手部に偏心による影響が生じないという特徴を有している。なお、継手の疲労強度としてS-N曲線を図4に示す。これは、本床版を橋軸方向に取り出した梁の曲げ試験において、継手部にかかる最大応力振幅と破壊

表1 材料特性

| 材料 | 弾性係数 [GPa] | ポアソン比 |
|--------|------------|-------|
| コンクリート | 29.1 | 0.23 |
| 鉄筋 | 191.6 | 0.3 |
| FRP | 18.8 | 0.24 |

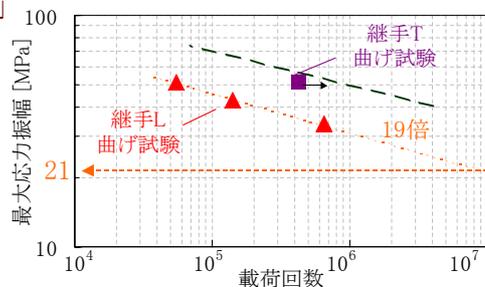


図4 継手の応力振幅 - 破壊回数線図 (R= min/ max=0.1)

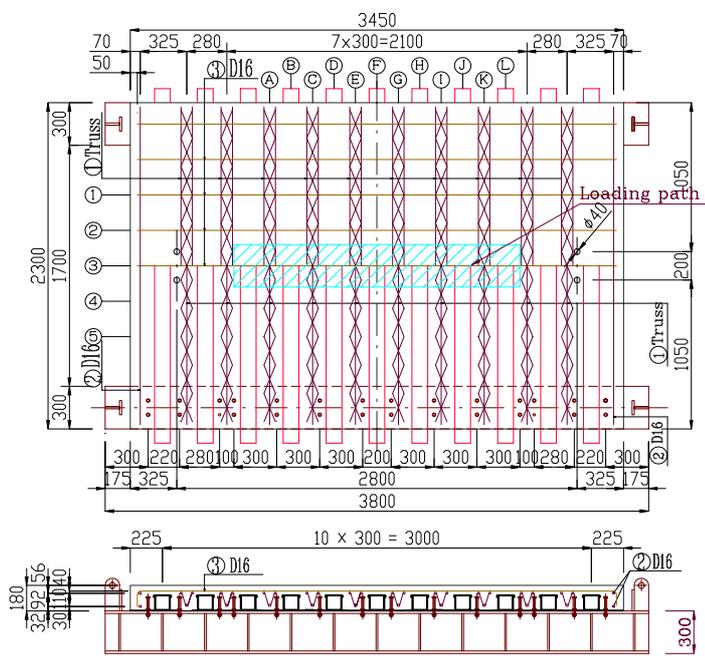


図1 打替え用 FRP-コンクリート合成床版

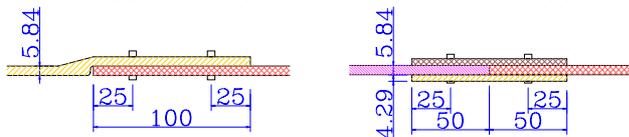


図2 継手L(断面c) 図3 継手T(断面l)

までの繰返し回数の関係を表したものである。実線は継手 T と同等の疲労耐久性が確認されている試験体が継手部で破壊した場合の S-N 曲線であり、 \square で示す継手 T をもつ試験体はコンクリートのせん断破壊により試験を終了したが、継手の破壊回数はこの実線にほぼ一致する。これに対して、 \circ で示す継手 L をもつ試験体は 1/19 の载荷回数で継手部にて破壊した。一般に 1 千万回の繰返し回数を疲労限とする考え方もある。従って、床版中の応力が 21MPa 以下であれば、継手 L と継手 T は床版中で十分な疲労耐久性があると判断できる。床版試験における载荷荷重は、道路橋示方書の T 活荷重 100kN を基準とし、衝撃を付加した 137kN で 40 万回走行後、促進試験とするため 157kN を 10 万回、176kN で破壊まで与えた。なお、各载荷回数毎に、FRP の橋軸方向ひずみ及びたわみをそれぞれ測定した。

3. 結果及び考察

図 5 に、それぞれの継手部直上から床版端部方向に 50mm の位置に载荷したときの、FRP 底板の橋軸方向ひずみの分布を示す。本図には、各载荷位置毎の解析値も併記した。これより、継手 T 側の载荷による FRP 底板ひずみは、解析値の角形鋼管ウェブの直下で大きくなり、鋼管間コンクリート部でのひずみが小さくなるという傾向にほぼ一致している。一方、継手 L 側载荷時には初期载荷時に継手部でのひずみが大きくなる傾向が見られる。これは、継手部の偏心曲げの影響によるものと考えられる。なお、本床版の解析値から、FRP 底板に作用する応力を計算すると、継手位置で 1.3MPa、鋼管ウェブ直下の最大値で 7.1MPa となる。従って、FRP 継手部は図 4 の結果から、両継手とも 1 千万回以上の繰返し载荷に耐えうるものと判断でき、十分な疲労耐久性を有していることが確認できた。

図 6 に、各継手上に载荷したときのたわみ - 载荷回数線図を载荷プログラムと共に示す。これより、継手 L では、継手 T と比べ初期载荷時のたわみの増加量が大きいことがわかる。これは、継手 L 付近において FRP とコンクリートとのはく離が载荷初期に観察されていることから、はく離による継手部の剛性低下に起因しているものと推察される。また、床版中央载荷時のたわみ分布(図 7) から、継手 L 側の E 断面において、载荷と共にたわみが大きくなる傾向が見られる。これは、FRP 底板における継手 L の剛性低下により、コンクリートのひび割れが伸展したためと考えられる。一方、継手 T 側の I, G におけるたわみ分布は、大きな変化はなく、通常部と遜色ない剛性を保持していることが確認できた。

4. まとめ

FRP 継手は L,T 両継手とも、FRP 継手部の疲労に関しては十分な耐久性を有しているものの、L 継手は、T 継手と比べ輪荷重の繰返し载荷による継手部の剛性低下が大きいことが分かった。

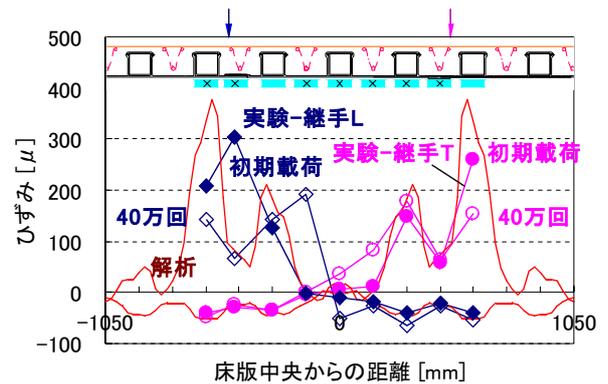


図 5 FRP の橋軸方向ひずみ分布

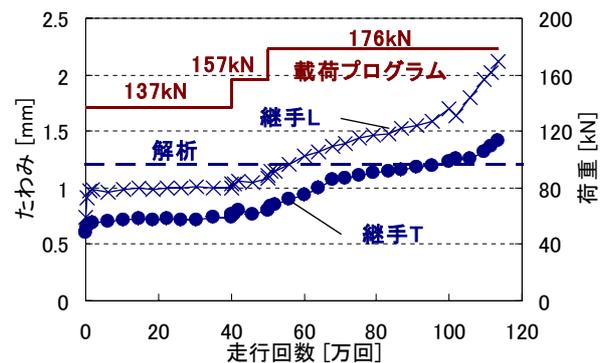


図 6 継手部のたわみ - 载荷回数線図 (137kN 換算)

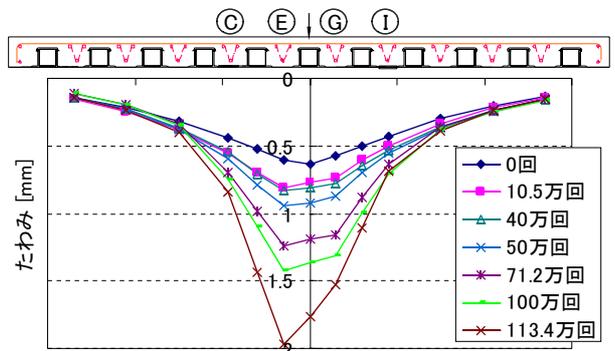


図 7 たわみ分布 (137kN 換算)