

FRP 打替え床版における FRP 継手の疲労強度

中日本高速道路(株) 正会員 長尾 千瑛
 新日本石油(株) 正会員 小牧 秀之
 日東紡(株) 平山 紀夫

(株)宮地鐵工所 正会員 久保 圭吾
 富士技建(株) フェロー 石崎 茂
 大阪工業大学 フェロー 松井 繁之

1. はじめに

打替えに適した床版として、軽量で、FRP の断面内に剛性の大きい角形鋼管を抱き込ませた FRP-鋼管合成型枠を用いた FRP 合成床版(図1)を開発し、耐久性について研究してきた¹⁾。本床版の橋軸方向の引張部材としては FRP 底板のみが有効となるため、橋軸方向に設けた型枠パネル間継手部に、ある程度の引張強度を確保する必要がある。このため、本稿では FRP 継手部の引張疲労試験及び、FRP 板-コンクリート合成梁を用いた継手部曲げ疲労試験を行い、FRP 継手の疲労強度を明らかにした。

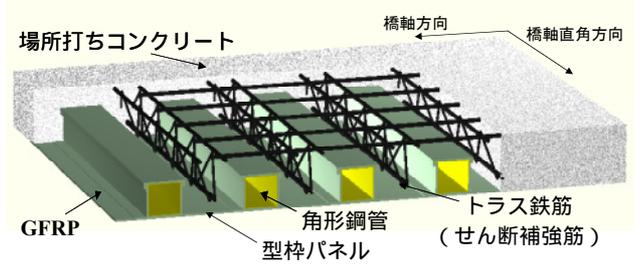


図1 FRP 打替え床版

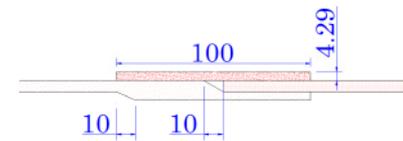


図2 継手形状

2. FRP 板の引張疲労試験

FRP の継手は、図2に示す継手部に偏心の影響がない両面添接板方式とし、現場作業の簡略化のため、片側の添接板を母材と一体化した構造としている。図3に FRP 継手の S-N 関係を示す。図中の継手損傷は、FRP に白化現象が見られた回数を示しており、損傷を受けた後もかなり残存耐力を有することが分かる。

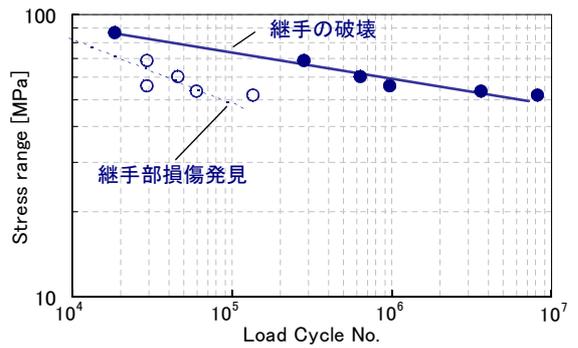


図3 継手強度 (FRP 板の引張試験)

3. FRP 板-コンクリート合成梁の疲労試験

実床版中における FRP 継手部は、上面にコンクリートを有しており、床版の曲げ作用を FRP とコンクリートの合成断面にて受け持つ構造となる。このため、FRP 板-コンクリート合成梁の供試体(図4)を用いた、曲げ試

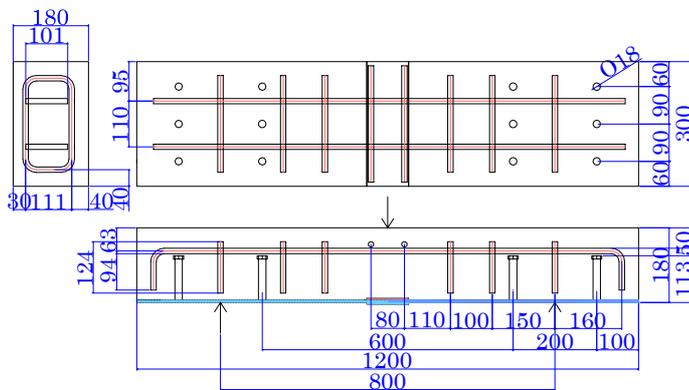


図4 FRP-コンクリート合成梁供試体

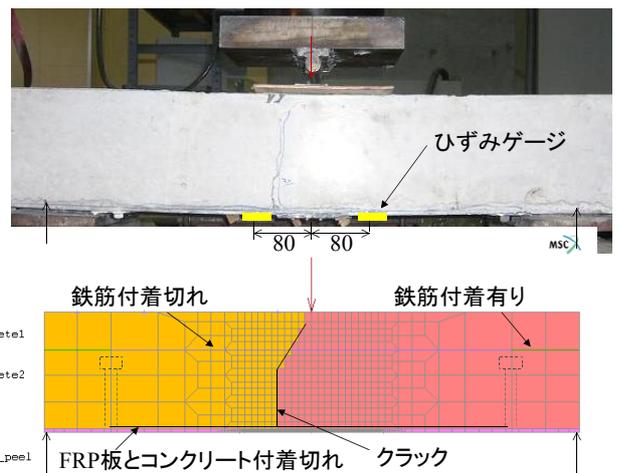


図5 曲げ試験実験状況(ひずみゲージ, コンクリートクラック位置)と解析モデル

キーワード FRP 合成床版, FRP 継手, 曲げ疲労試験

連絡先 〒 565-0871 吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科 地球総合工学専攻 TEL 06-6879-7618

験を実施した。荷重は、支間 800mm、支間中央に線荷重し、荷重を最大荷重の 10 %を下限値としてサイン波で与えた。FRP 継手部に作用する応力は、実験から求めることが困難であったため、ひび割れと剥離を再現した解析モデル(図 5)により算出した。このとき、実験において繰返し荷重開始後、1000 回までにコンクリート中央にひび割れが入り、コンクリートと FRP 底板間に剥離が発生していたため、解析では、これらを接触要素により模擬した。また、継手部は、添接板の板厚分を FRP の弾性係数を増加させることでモデル化した。なお、解析によって求めた FRP 板のひずみ値を実験値と比較することで解析の妥当性を確認している。

床版の静的荷重実験により、FRP 底板に働く最大応力は鋼管ウェブ直下における 7.1MPa 程度であると分かっている²⁾。これは、FRP 継手の静的引張強度 123MPa に対して 17 分の 1 以下の応力であり、FRP 継手は十分な静的耐荷力を有していることが分かった。

4. FRP 継手の疲労特性

図 6 に、曲げ疲労試験の結果を示す。これより、曲げ試験では引張試験と比べて、損傷までの寿命、破壊寿命ともにばらつきが大きい傾向が見られる。これは、曲げ試験では、コンクリートのひび割れやコンクリートと FRP の付着による誤差を含みやすいことによると考えられる。また、応力振幅の低い領域では、梁の曲げ試験結果は、引張試験結果と比べて破壊回数が小さい傾向がある。これは、破壊がコンクリート部や支点部など、継手部以外で破壊したためである。鋼構造の継手では一般に 1 ~ 2 千万回にて疲労限が現れるとしており、これを本 FRP 継手に適用すると 30MPa 程度が疲労限となる。前述の FRP 底板にかかる最大応力 7.1MPa は疲労限に比べて十分に小さく、梁の部材として継手部は十分な耐久性を有していることが確認できた。

なお、図中の継手部損傷とは、図 7 に示すような継手の変厚部下面における樹脂の白化現象が発生した時期であり、これは引張疲労試験の場合と同様な現象である。継手部損傷発生から破壊に至るまでの関係により、FRP 継手は、損傷発生後に曲げ試験で 2 倍以上、引張試験で 10 倍程度の繰返し荷重に耐えられることが分かる。従って、FRP 継手では、この白化現象を床版下面から観察することにより継手の破壊寿命を推定できる可能性がある。

5. まとめ

FRP 継手は、FRP-コンクリート合成梁の破壊に影響を与えないための十分な耐荷力、疲労耐久性を有していることが分かった。また、今回採用した添接板継手に関する S-N 関係が求められた。

- 参考文献 1) 長尾千瑛, 松井繁之, 石崎茂, 久保圭吾, 小牧秀之, 平山紀夫: 鋼・FRP 複合永久型枠を用いた打替え用合成床版の疲労耐久性, 第 5 回道路橋床版シンポジウム講演論文集, p303-308
- 2) 長尾千瑛, 松井繁之, 石崎茂, 久保圭吾, 小牧秀之, 平山紀夫: FRP 継手部の構造特性が FRP-RC 合成床版に及ぼす影響, 平成 19 年度土木学会関西支部年次学術講演会

表 1 材料特性

材料	弾性係数 [GPa]	ポワソン比	静的強度 [MPa]
コンクリート	32.3	0.23	30.7
鉄筋	200	0.3	531
FRP 板	18.8	0.24	280
FRP 継手	(5.95)		123

(): 板厚方向

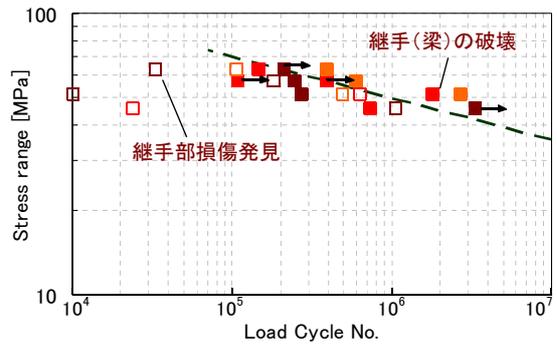


図 6 継手強度 (合成梁の曲げ試験)

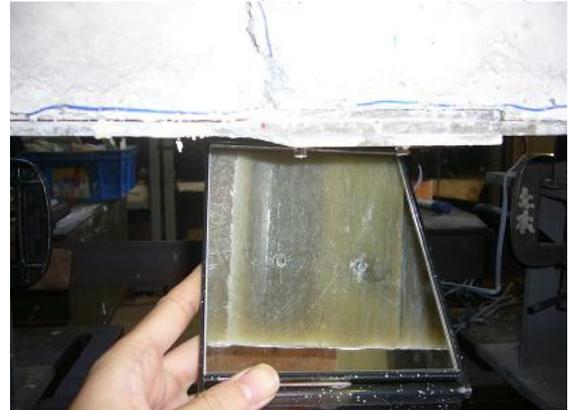


図 7 継手部の損傷 (変厚部下面の白線)