

第 部門

鋼構造物の端部切欠き部に対する FRP シートによる補強効果

京橋メンテック（株） 正会員 ○神蘭 卓海
 京橋メンテック（株） 正会員 岡本 陽介
 京橋工業（株） 正会員 並木 宏徳
 西安交通大学 蔡 洪能

1. はじめに

現在、高度成長期に作られた多くの橋梁がその耐用年数を迎えようとしており、その機能の改善や改良、また現存する橋梁の延命化が重要な課題となっている。このような橋梁の補強に際し、溶接やボルトを用いた従来の補強方法は、その補強効果を発揮する一方で、溶接の残留応力等新たな問題を引き起こすことがある。そこで近年、FRP を用いた鋼構造物の補強が着目されている。FRP は、高弾性、高比強度、そして卓越した耐腐食特性を有しており、従来の鋼板を貼付する方法と異なり軽量であるため、被補強部材に作用する死荷重を増加させることなく耐力特性を向上できると考えられる。そこで本研究では、端部切欠き亀裂のある鋼構造物を模した鉄製試験片に FRP シートを貼付し、その亀裂伝播の影響および疲労繰返し数について実験的に検討した。

2. 実験材料および実験装置

- (1) 鉄製試験片 端部切欠き亀裂を有する鋼構造物を模した試験片を用いる。その試験片は鋼構造物でよく用いられる SM490YA とし、その降伏強度および引張強度はそれぞれ 44.6MPa、55.7MPa である。またその表面は防腐処理を施してある。その試験片の形状を Fig.1 に示す。
- (2) FRP シート FRP シートには炭素繊維シートを用い、その板厚は 1.1mm とする。この炭素繊維シートを Fig.2 のように両側から対称的に貼付し、接着剤はエポキシ樹脂(E2370MW)を用いる。貼付位置は亀裂先端から 5mm とし、シートのサイズ $L \times B \times t$ は $20 \times 8 \times 1.1$ とする。
- (3) 実験装置 疲労試験機として 20ton 油圧疲労試験機を用いた。周波数 15Hz の正弦波を載荷し、その荷重を 20kN から 10kN まで 20%毎に 4 段階に分けて載荷した、その亀裂伝播の測定はマイクロメータ JXD-B を用い、その測定精度は 0.01mm である。試験片の諸元を Table 1 に示す。

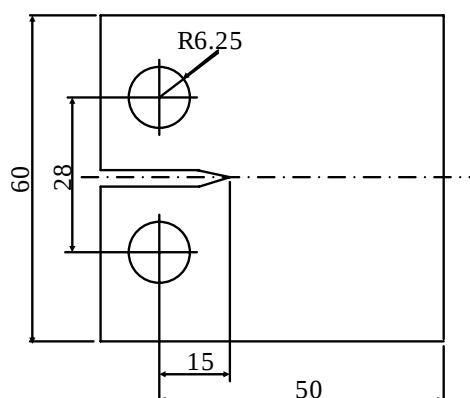


Fig. 1 Configuration and size of specimen

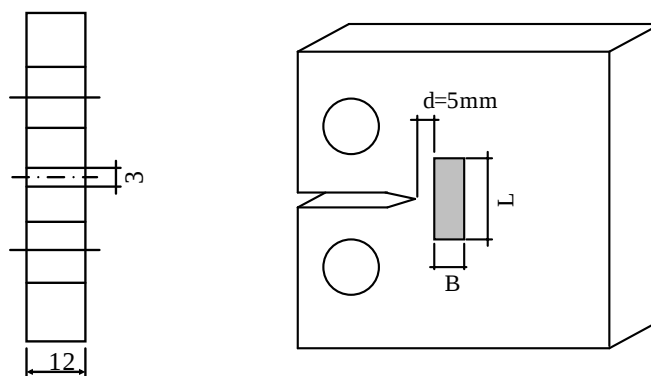


Fig. 2 Configuration of reinforcement detail

Table 1 Test scheme

Type of specimen	Specimen number	Surface Preparation
Unreinforced specimen	1, 2, 3	Sand-papering grinding plus polishing
Reinforced specimen	4, 5, 6, 7, 8	Sand-papering grinding, polishing and Sand-blasting

3. FRP シート貼付範囲の疲労繰返し数の比較

Fig. 3 に FRP により補強された試験片 7 および補強されていない試験片 3 の亀裂進展の実験結果を示す。亀裂が FRP シートに達するまでは、補強されていない試験片 3 に比べて、補強されている試験片 7 の方が亀裂進展は早い。亀裂が FRP シートを通して進展した後は補強した試験片の方が遅くなっていることが分かる。また亀裂が、FRP シートが貼付してある範囲 (Crack length 5 ~ 13mm=8mm) を進展するまでの荷重繰返し数の比較を Fig. 4 に示す。FRP で補強されていない試験片とされている試験片では、それぞれ平均で 73800 回および 120272 回であり、FRP シート補強により 63% に平均亀裂進展率を低減でき、FRP シートが試験片にかかる荷重を軽減することが分かる。このことから、亀裂の先端に FRP シートを完全に貼付すれば、疲労繰返し数は増加し、亀裂の進展を抑制できると考えられる。

4. FRP シート貼付範囲の亀裂進展率の比較

亀裂進展率と亀裂長さの関係を Fig. 5 に示す。亀裂長さが 5mm (FRP シートの端部) に達したときに 2 つの亀裂進展曲線は徐々に分かれるのが確認できる。補強された試験片の亀裂進展率は、亀裂の先端が FRP シートの終端 (13mm) に達するまでほぼ一定に保たれるが、一方、補強されていない試験片の亀裂進展率は、5mm に達するまでの亀裂進展率よりも高くなっていることが分かる。これより、FRP シート接着による補強は損傷を受けた鋼構造物の亀裂進展率を抑制でき、亀裂が FRP シートを通り越した後でもその効果を発揮する。

5. おわりに

本研究では、端部切欠き亀裂を有する鋼製の試験片に FRP シートを貼付して、その亀裂進展に対する抑制効果を実験的に検討した。端部切欠き亀裂を有する鋼構造物を FRP シートにより補強すれば、亀裂進展率を抑制できることを実験的に示した。今後、最適な補強効果を得るために、FRP シートの形状や寸法による補強効果への影響を検討する必要がある。

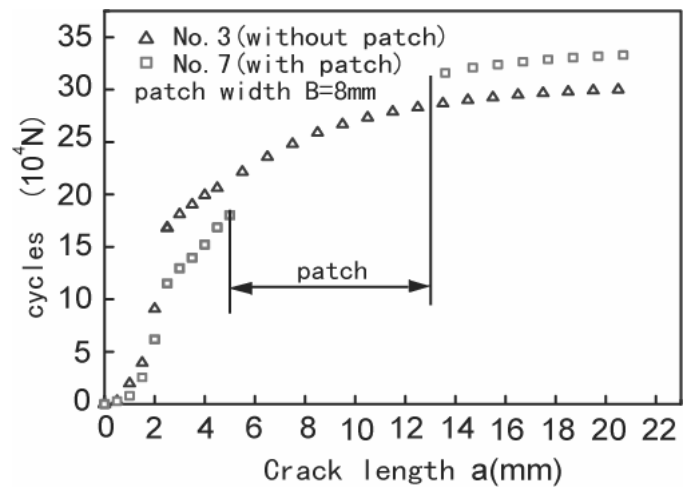


Fig. 3 Fatigue cycle versus crack length

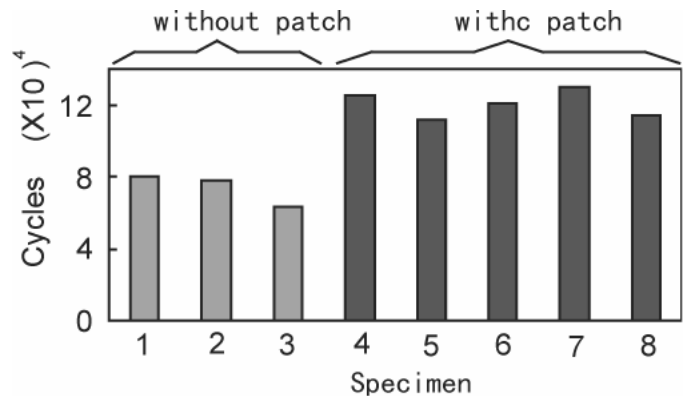


Fig. 4 Comparison of cycle number in patch applied area

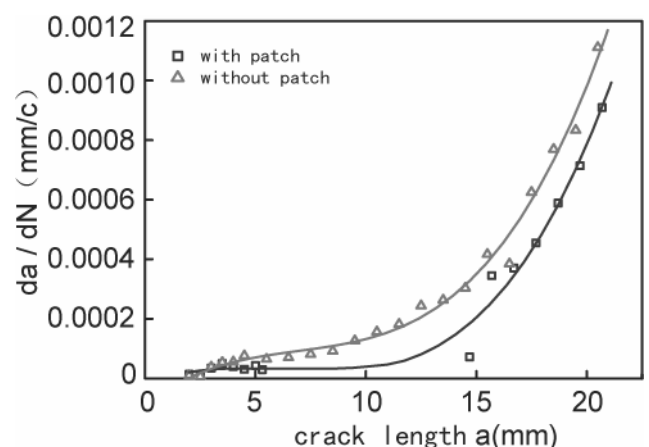


Fig. 5 Crack growth rate versus crack length

参考文献

- 1) 田中基嗣他: 鋼橋の CCF プレートによる Pre-Stress 補強における接着はく離の有限要素解析, FRP シンポジウム 2005.3