

CFRP により補修された鋼構造物の疲労強度

京橋メンテック(株) 正会員 ○岡本 陽介

京橋メンテック(株) 正会員 神園 卓海

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

近年 ,既存の鋼橋の溶接継手に疲労き裂の発生が相次いでいる .疲労き裂はひとたび発生すると進展を続け ,適切な補修がなされないと部材の破断に至り ,最悪の場合 ,落橋等の大事故を引き起こす .従って ,緊急と判断された構造物については ,少なからぬ補修費を投入して大規模な補修をしている事例も発生している .発見された損傷と同様のディテールを持つ部位は全国に無数に存在していることから ,多くの構造物に対して補修・補強が必要になるが ,維持管理箇所の増加および鋼橋の老朽化が進む中で ,維持管理費の縮減が叫ばれている状況を考えると ,補修・補強について効率的かつ省力的な手法を確立する必要がある .また ,数多くの箇所に施すため ,なるべく簡便な工法であることが望まれる .そこで ,繊維強化プラスチックを鋼構造物に適用することを目的とした研究がいくつか行われている .著者らはこれまでに ,プレテンションが導入された炭素繊維強化プラスチック(以下 ,CFRP と記す)を鋼板に貼付し ,剥離限界および剥離制御板の設置効果を実験的に検討しており ,一応の成果を得た¹⁾ .

本研究では ,鋼構造に発生した端部き裂を模した試験片に CFRP を補修材として用いた場合のき裂進展速度の遅延効果および温度変化による補修効果について実験的に検討する .

2 . 実験方法

試験片形状を Fig-1 に示す .CT 試験片の材質は SM490YA を用い Fig-1 に示すように切欠きの先端に幅 10mm ,厚さ 1.2mm ,長さ 24mm の CFRP をエポキシ樹脂を用いて 2 層貼付した .接着作業は室温で無載荷状態で行った .なお ,使用した CFRP は炭素繊維が長手方向にだけ配置されている一方向材である .試験片に用いた鋼板 ,CFRP およびエポキシ樹脂の機械的性質を Table-1 に示す .試験片は ,無補修試験片(N) ,CFRP を貼付した試験片(C)および CFRP を覆うように鋼板を剥離制御板として取り付けた試験片(CH)の 3 パターンである .疲労試験は $P_{max}=8kN$, $R=0.1$, $f=20Hz$ で行った .さらに CH を用いて ,試験片の

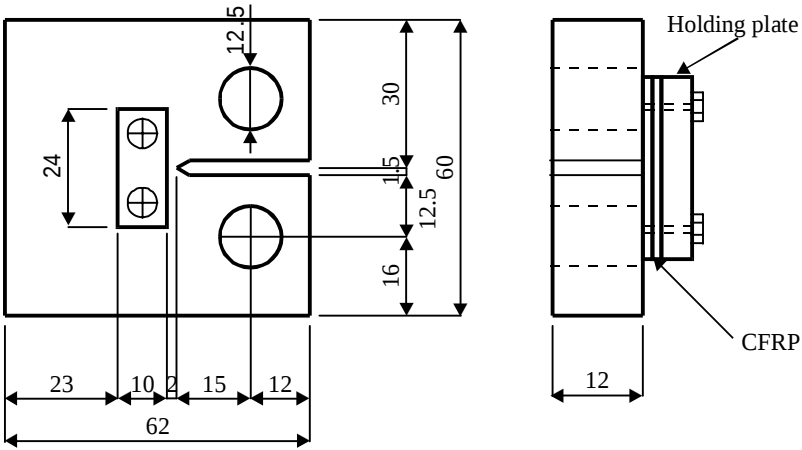


Fig-1 Specimen configuration (mm)

Table-1 Mechanical properties

	Steel (SM490YA)	CFRP	Holding plate (SM490YA)
Elastic modulus (MPa)	2.1×10^5	1.5×10^5	2.1×10^5
Yielding strength (MPa)	446	—	446
Tensile strength (MPa)	557	2350	557

キーワード 炭素繊維強化プラスチック , 鋼構造 , 補修 , 温度影響 , 疲労

連絡先 〒536-0014 大阪府大阪市城東区鳴野西 2-2-21 京橋メンテック(株) T E L 06-6961-6173

温度を-10 , 0 , RT(20~25) , 50 に変化して疲労試験を実施した．各々 , CH(-10) , CH(0) , CH(RT) , CH(50)と記す．温度調整は赤外線ランプおよび液体窒素を用いて行った．

3．実験結果および考察

Fig-2 に各試験片の疲労試験結果を示す．図の縦軸は繰返し回数であり , 疲労試験開始から終了までの総繰返し回数である．図より , CFRP を貼付することによる疲労強度改善効果は確認されない．CH(-10) , CH(0) においては , 無補修試験片である N より疲労強度が低下している．これは , 試験片が低温になったことにより破壊靱性値が低下したためであると考えられる．CH を比較し CFRP の補修効果に与える温度変化の影響に着目すると , 低温では有意な効果が期待できないと推察される．次に , CFRP 貼付域におけるき裂進展の遅延効果に着目する．Fig-3 に CFRP 貼付域での疲労試験結果を示す．き裂進展の測定にはマイクロメーターを用いた．なお CH(-10) , CH(0) については , 試験温度を低下させるために試験片を試験槽で覆ったため , CFRP 貼付域における繰返し回数を把握することができなかった．図より CFRP を貼付することによる疲労き裂進展速度の遅延効果が確認される．剥離制御板を取付けた試験片は , 試験結果にばらつきが見られるものの , 効果が認められる．これらのばらつきの原因として , 試験片準備段階での一方向性の CFRP に穿孔する際 , および鋼板にタップ孔を設ける際に施工不良が発生した可能性が考えられる．従って , 本試験条件において , 室温以上での試験結果では CFRP を貼付することにより疲労き裂の進展速度を遅延することができ , 剥離制御板を設けることで , より補修効果が高くなることが判断された．

しかしながら , 低温度条件での無補修試験片の試験結果がないため , 低温度での CFRP による補修効果は把握できない．この点については今後のデータの蓄積を待ちたい．さらに , 応力範囲を変えて疲労試験を行い , CFRP による補修および補強の適用範囲を検討したい．

4．まとめ

本研究では , CT 試験片を用い , CFRP 単独で補修および CFRP と剥離制御板を併用して補修することによる疲労強度の改善効果を実験的に検討した．その結果 , 以下の知見が得られた．

- (1) CFRP を貼付することにより , 疲労き裂進展速度の遅延効果が確認された．さらに剥離制御板と併用することにより , より効果が高くなると判断された．
- (2) CFRP の補修効果に与える温度変化の影響は , 温度が高い方がき裂進展速度の遅延効果が高いことがわかった．

参考文献

- ・プレストレスを導入して貼付した炭素繊維シートと鋼板との接着性に関する基礎的研究 土木学会関西支部年次学術講演会 , pp.I-54 , 2004 , 5

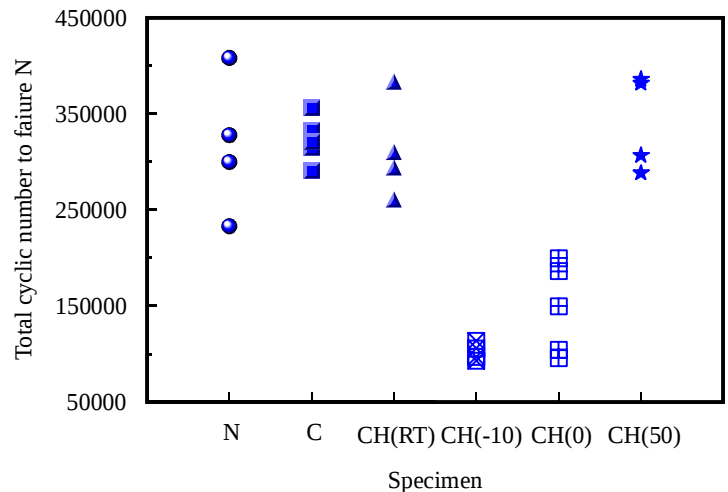


Fig-2 Comparison of cyclic numbers for different patching at room temperature

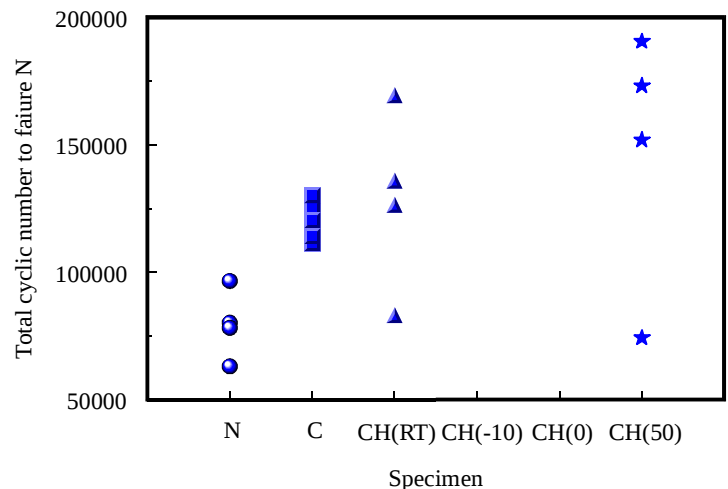


Fig-3 Comparison of cyclic numbers within patch area for different patching