

腐食減肉鋼板に対する炭素繊維シート補修の剥離特性に関する実験的研究

構造工学研究室 諸見里真成

(1)はじめに

鋼橋における代表的な劣化現象として、腐食損傷が挙げられる。自然環境下の腐食は鋼板表面に凹凸面のある状態となる。また、局部腐食が生じると部分的に板厚が減少する腐食状態が生じ、さらに腐食が進展し板厚が減少すると断面欠損となり、鋼橋の耐荷力低下が懸念される。そのような腐食した鋼橋の標準的な補修法としては当て板ボルト補修法があるが、その工法は架設機材が必要となる。そのため大がかりな機材を必要とせず、軽量であり腐食しない炭素繊維シート(以下 CFRP シートと記す)を用いる工法が有効である。しかしながら、腐食凹凸面に対する CFRP シートの補修効果の研究は十分に行われていない。そこで本研究では、腐食凹凸の度合いに対する CFRP シートの合成挙動特性や剥離破壊特性の性状を解明することを目的として引張試験を行った。

(2)減肉幅と腐食位置の CFRP 補修効果への影響

2-1. 試験体パラメータ

本研究では、板厚 9mm の 1 号試験片に深さ 3mm の減肉を図 1 のように機械加工した。試験パラメータは減肉位置と減肉幅とした。減肉位置は CFRP シート接着範囲の端部に位置するものと中央部に位置するものとし、減肉幅は 25mm 減肉と 50mm 減肉とし、計 5 種類のパラメータを用意した。CFRP シートの材料特性・強度特性は図 2 に示す。

2-2. 引張試験の方法と試験結果

本試験でのひずみゲージの位置、試験体の掴み位置とストローク変位を図 3 に示す。ストローク変位は、試験機で掴んだ試験体の全体の伸びの変位とする。図 4 に試験体の断面図を示す。既往研究により CFRP シートを 25mm ずつずらして接着することで接着界面の応力集中を軽減できる。¹⁾ 写真 1 に本試験で使用した引張試験機を示す。

引張試験を行った結果を図 5 に示す。図 5 より、幅 25mm 減肉させた試験体では、減肉位置によって耐荷力に大きな変化は生じなかった。幅 50mm 減肉させた試験体では、耐荷力に約 30kN 程度の差が生じた。幅 50mm 減肉で端から 15mm 離して減肉させた試験体と 25mm 離して減肉させた試験体では耐荷力に大きな差は生じなかった。

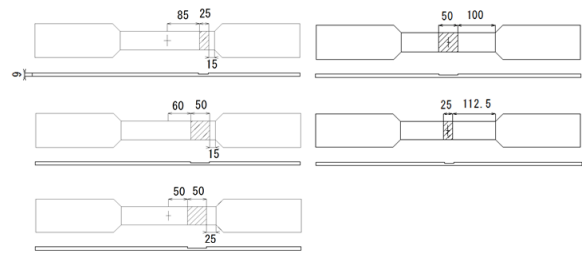


図 1.人工減肉材パラメータ

| | 弾性係数 | 引張強度 |
|--------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| 高強度CFRP (vs鋼材比) | $2.45 \times 10^5 [N/mm^2]$ (1.2倍) | $3400 [N/mm^2]$ (6.9倍) |

図 2.CFRP シートの材料特性・引張特性

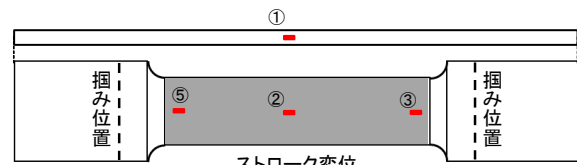


図 3.ひずみゲージ位置・ストローク変位

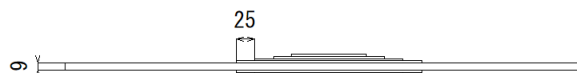


図 4.引張試験体端面図

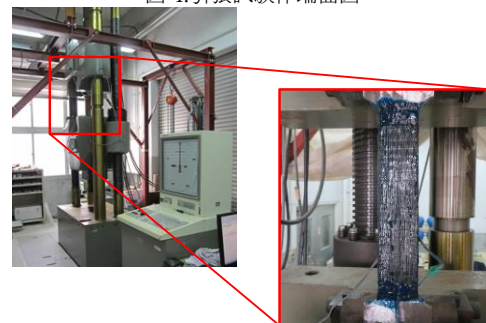


写真 1.引張試験機

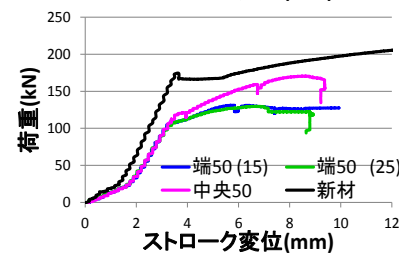
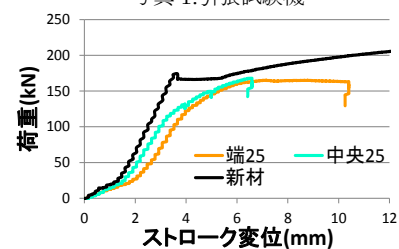


図 5.引張試験結果

以上のことより、中央部の減肉では減肉幅の変化での耐荷力の差は大きな変化は生じないが、端部の減肉では減肉幅が大きいと、より耐荷力が減少する結果となった。

(3) 腐食度合と剥離強度の関係

3-1. 試験体パラメータ

自然腐食した試験体を使用するに当たって、始めに試験体の凹凸度合いを評価するためにレーザー変位計を用いて、2mm 間隔でレーザー計測を行った。腐食深さにおいて、図 6 に示すように計測値の最大の値から腐食体表面までの距離の差を腐食深さと定義する。図 7 にレーザー計測の計測結果、コンタ図を示す。また試験体の表面を写真 2 に示す。図が示すように、平均腐食深さが大きくなるほど標準偏差も大きくなるという傾向にある。

3-2. 引張試験結果

図 8・図 9 に実腐食材を用いた引張試験結果を示す。図 8 では、新材と腐食体⑩の荷重ストローク変位曲線を示す。図 8 より腐食体⑩では新材の試験体と比べ、耐荷力が大きく減少する結果となった。図 9 では、CFRP シート端部の荷重ひずみ曲線を示す。剥離の定義を、荷重が上昇しながらひずみの値が減少した時を CFRP シートが剥離したとする。したがって図 9 では、腐食体⑩の方が新材の炭素繊維シートと比べ、剥離することが分かった。また、写真 3 に引張試験後の試験体の剥離状況を示す。

(4) まとめ

本研究では新材を用いて機械加工した減肉位置と減肉幅と CFRP 補修効果への影響検討および実腐食材を用いた CFRP シート引張特性の検証について実験を行った。本研究のまとめを以下に示す。

(1) 人工減肉材を用いた試験では、25mm 減肉では中央減肉と端部減肉の違いで大きな差は生じなかった。しかし、50mm 減肉では中央減肉と端部減肉では 30kN の耐荷力の差が生じた。また、中央減肉では 25mm 減肉と 50mm 減肉に耐荷力の差は生じなかったが、端部減肉では 50mm 減肉は 25mm 減肉と比べ大きく減少した。

(2) 実腐食材では、新材とくらべ、耐荷力は大きく減少する結果となった。さらに、シート端部の剥離する荷重も減少する結果となった。

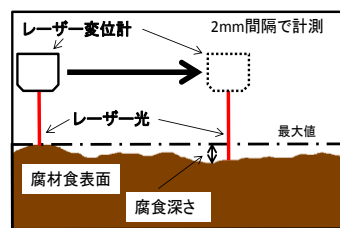


図 6 腐食深さの定義

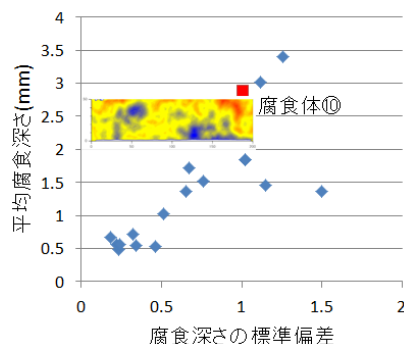


図 7. レーザー計測結果

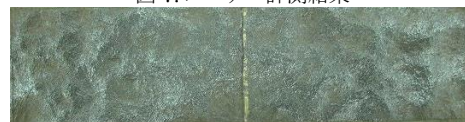


写真 2. 腐食体⑩表面状況

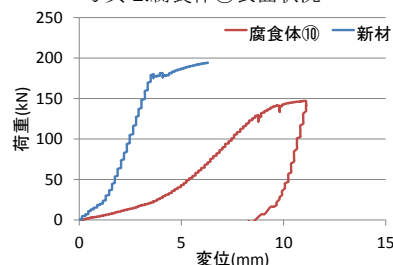


図 8. 荷重ストローク変位曲線

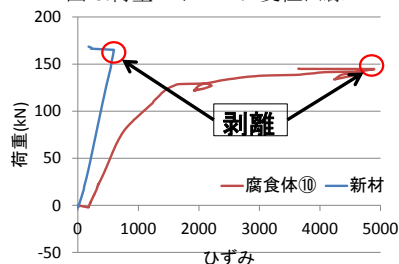


図 9. 荷重ひずみ曲線



写真 3. シート剥離状況
(左)新材(右)腐食体⑩

参考文献

1) 杉浦江, 小林朗, 大垣賀津雄, 稲葉尚文, 富田芳男, 長井正嗣, 土木学会論文集 A Vol. 64 No. 4 806-813, 2008. 11