

腐食損傷した鋼部材接合部における CFRP 補修の検討

建設構造研究室 田中 幹基
指導教官 宮下 剛

1. 背景

鋼構造物の劣化要因の大半は腐食であり、その中でも、伸縮継手からの漏水に起因する桁端部の腐食事例が多く報告されている。その腐食事例の1つとして、鋼部材接合部における溶接ビードの損傷（図-1）が報告されており、補修による断面性能回復が求められる。従来の補修方法として、当て板補修や、損傷部材の交換が挙げられるが、これらの鋼材を用いる補修方法の場合、大型の重機の使用や交通規制が必要となり、様々な制約を受けるというデメリットがある。また、当て板補修の場合、ボルト孔により、純断面積を減少させてしまう。図-1のように腐食損傷の著しい部材に対して、ボルト孔を設けることは構造上、好ましくない。

そこで、損傷部材を傷めることなく、かつ供用中の制約条件下で補修できる、炭素繊維シート（以下、CFRP）接着工法が注目されている。既往の研究から、腐食損傷した鋼橋支点部を模擬した試験体に CFRP 補修を施すことで、圧縮耐荷力が健全部と同等以上まで回復することが確認されているものの、これまでに引張力を受けるケースに関しては検討されていない。補修対象箇所は桁端部であり、相対変位や局部応力による引張応力の発生は小さいことが予想されるが、損傷が著しい場合、その値は定かではない。また、補修として初期段階への構造性能回復を考えると、欠損部の引張剛性を健全部と同等以上まで回復させることで、溶接ビードと同等の機能回復が求められる。

2. 目的

本研究では、腐食損傷した鋼部材接合部において、CFRP 補修を施し、溶接ビードの機能を回復させることを目的として、図-1の損傷状況を模擬した試験体に CFRP 補修を施し、引張試験を行う。

3. CFRP 補修

3.1 試験ケース

表-1に示すように、合計4パターンについて3体の試験体を作成し、引張試験を実施した。試験体名は、「補修方法（N：補修なし，S：当て板補修，C：CFRP補修）-CFRPの定着箇所（flg：下フランジ，edge：溶接止端部）」とする。一例として、試験体 C-flg の試

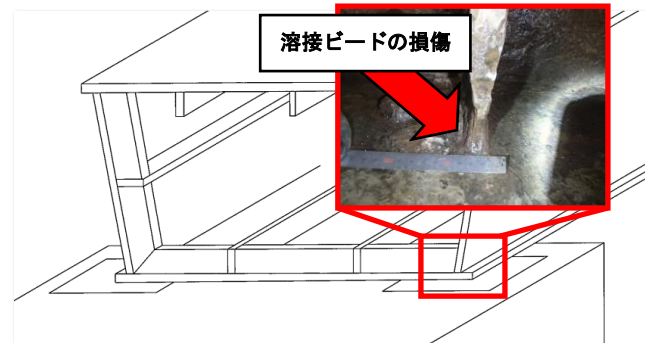


図-1 鋼部材接合部における溶接ビードの損傷

表-1 試験ケースおよび試験結果

試験体名	補修方法	CFRPの定着箇所	欠損部降伏荷重平均 (kN)	CFRPはく離荷重平均 (kN)
N	補修なし	—	200	—
S	当て板補修	—	259	—
C-flg	CFRP補修	下フランジ	199	147
C-edge		溶接止端部	226	66

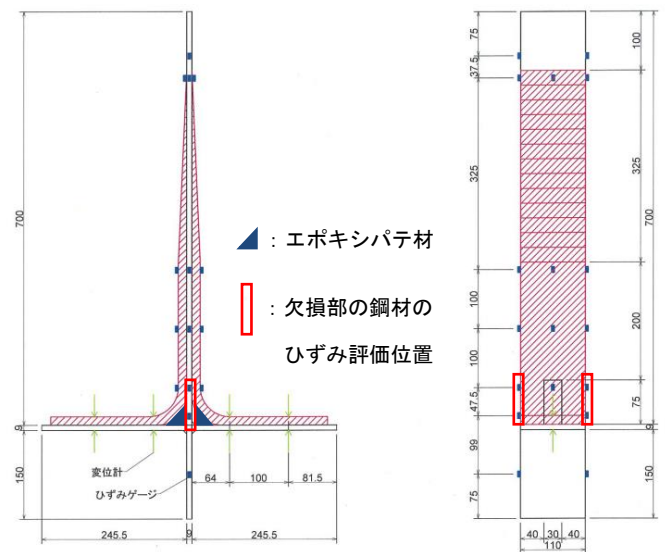


図-2 試験体 C-flg

験体図を図-2に示す。

3.2 試験結果

表-1の欠損部降伏荷重は、降伏応力から鋼材のヤング係数を除して算出した降伏ひずみの値を、欠損部に貼り付けたひずみゲージの値が超えた時の荷重と定義した。表-1から、いずれの試験体も健全部の降伏荷重理論値である310kNを下回っている。ここで、試験体 C-edge に着目し、補修効果が小さくなった原因を考察

する。試験体 C-edge の場合は、表-1 より、低荷重時に CFRP がはく離していることがわかる。ここで、図-3 の試験体 C-edge の CFRP 上の荷重-ひずみ関係に着目すると、CFRP がはく離を開始するまでは、理論値通りのひずみ低減効果が得られていることがわかる。よって、はく離抵抗力を改善することで、高荷重時においても高い補修効果が期待できる。

4. CF アンカー補修

4.1 目的

はく離抵抗力および荷重伝達効率を改善することを目的として、コンクリート構造物において CFRP の端部定着材料として用いられている CF アンカーを使用し、腐食損傷を模擬した鋼部材接合部の補修を行い、引張試験を行う。試験体図は図-4 に示す通りであり、CF アンカーの急激な折り曲がり防止のために、鋼部材接合部にテーパーを設けた。

4.2 試験結果

図-5 に各試験体の補修効果を示す。ここで補修効果とは、各試験体の剛性から算出される理論値に対する実験値のひずみ低減効果の割合とする。図-5 から、試験体 CF は荷重の増加に伴い、補修効果が増加している。よって、試験体 CF は、CF アンカーの端部定着機能が発揮できたといえる。

ここで、図-6 に CF アンカー上の荷重-ひずみ関係を示す。図-6 から、テーパー端部の S2 から、CF アンカー孔に向けて、荷重伝達効率が低下していることがわかる。これは、鋼部材接合部に設けたテーパーにより、CF アンカーに傾斜がついたことが原因だと推測できる。

5. まとめ

CFRP 補修の検討結果から、CFRP のはく離抵抗力を向上させることで、高荷重時においても高い補修効果が得られることが明らかとなった。また、CF アンカーの検討結果から、CF アンカーが端部定着機能を発揮することが明らかとなった。

6. 今後の予定

鋼部材接合部の損傷状況を模擬した試験体に CFRP 補修および CF アンカー補修を施し、引張試験を行う。この際、CFRP を溶接止端部まで伸ばし、その上から CF アンカーを貼り付けることで、テーパーを廃止し、荷重伝達効率の改善を狙う。また、CFRP と CF アンカーのお互いの長所を活かすことで、溶接ビードの同等の機能回復に期待する。

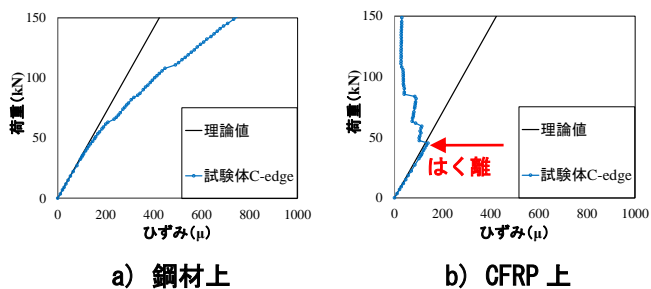


図-3 試験体 C-edge の荷重-ひずみ関係 (欠損部)

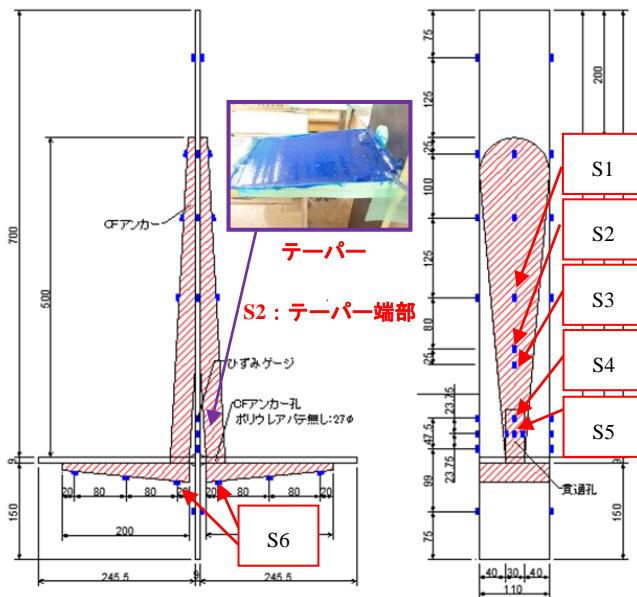


図-4 試験体 CF

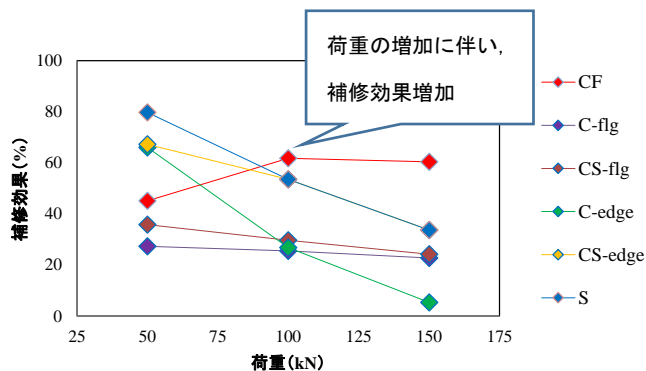


図-5 各試験体の補修効果 (断面平均)

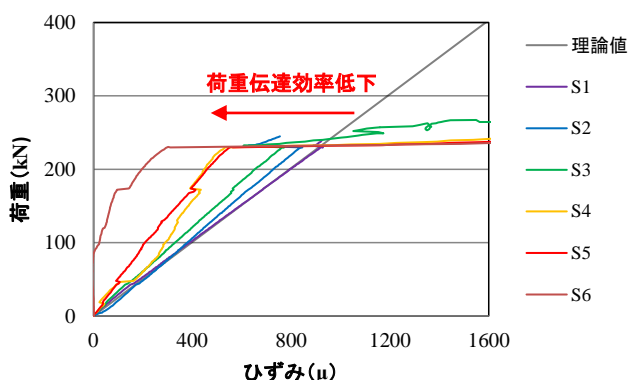


図-6 試験体 CF の CF アンカー上の荷重-ひずみ関係