

変形を生じた鋼部材に対する FRP 接着補修に関する実験的検討

長野工業高等専門学校 学生会員 ○岩瀬 和生
 長野工業高等専門学校 正会員 奥山 雄介
 日鉄ケミカル&マテリアル 正会員 秀熊 佑哉

1. はじめに

我が国の社会基盤構造物は、高度経済成長期に建設されたものが多く、これらの老朽化が問題となっている。なかでも、鋼橋に目を向けると、老朽化に伴う塗装塗り替えの際に火災が発生し、熱により部材に変形が生じるといった問題が起こっている。また、大型台風や地震などの自然災害によって、部材の変形が生じることもある。それらの変形した部材に対しては、加熱矯正や部材交換法といった方法が一般に用いられている。しかし、これらの方法は工期が長く、大掛かりな設備が必要となることから、早期復旧が難しい。

そこで、本研究では短期間で施工が可能であり、大掛かりな設備を必要としない炭素繊維シート接着工法の適用性を明らかとするための検討を行う。炭素繊維シートは、軽量、高強度、高弾性といった特徴を有した材料であり、炭素繊維シートを接着材で部材に接着するだけで補修が可能となり、従来工法に比べて施工が容易である。従来、炭素繊維シート接着工法は腐食損傷を対象として検討が行われてきたが、本研究では、変形した部材に炭素繊維シート接着工法を適用した際の補修効果について確認する。これまでに、横構や対傾構などの二次部材を想定した L 形鋼、CT 形鋼を対象として一軸圧縮試験を実施し、試験体に局部座屈を生じさせた。本検討では、これらの変形後の試験体に炭素繊維シートを接着し、補修を行った試験体に対して一軸圧縮試験を実施し、その補修効果について検証する。

2. 試験概要

2.1 試験体

本試験では、鋼種 SS400、長さ 600 mm の L 形鋼および CT 形鋼を用いる。降伏応力は、L 形鋼が 361 MPa、CT 形鋼が 345 MPa である（ミルシート値）。これらの形鋼の両端に 200×200×16 mm のエンドプレートをして両端固定の支持条件で圧縮試験

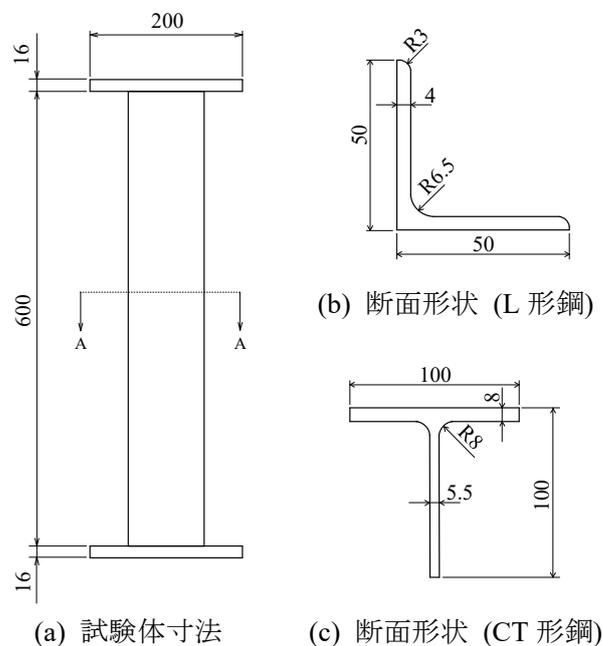


図-1 試験体形状

を実施する。図-1 に試験体形状を示す。

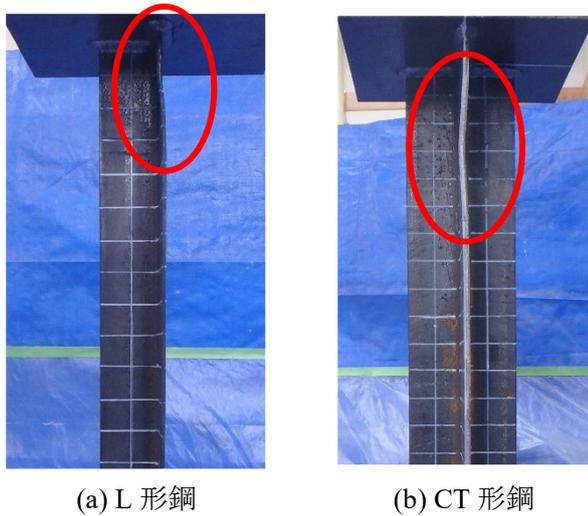
2.2 試験方法

試験は、載荷容量 2,000 kN の圧縮試験機により行う。本研究では、まず、変形のない健全な試験体に対して圧縮試験を実施する(以下、1次圧縮と呼ぶ)。1次圧縮により、部材に局部座屈を生じさせ、その変形領域を計測する。この変形領域を回復させるために炭素繊維シートを積層し、補修効果を検証するための圧縮試験を実施する(以下、2次圧縮と呼ぶ)。

1次圧縮、2次圧縮ともに、荷重-変位関係が線形の区間は荷重制御により荷重を実施し、線形が保てなくなったところから変位制御に切り替えて荷重を実施する。なお、試験では、試験体の鉛直変位を計測し、健全時と補修後で比較する。

3. 試験結果

1次圧縮の結果、図-2 に示すような局部座屈を生じた。L 形鋼、CT 形鋼ともに試験体端部から 20 cm 程度の範囲で変形が大きく、本研究では、この範囲



(a) L形鋼 (b) CT形鋼

図-2 変形形状

表-1 試験ケース

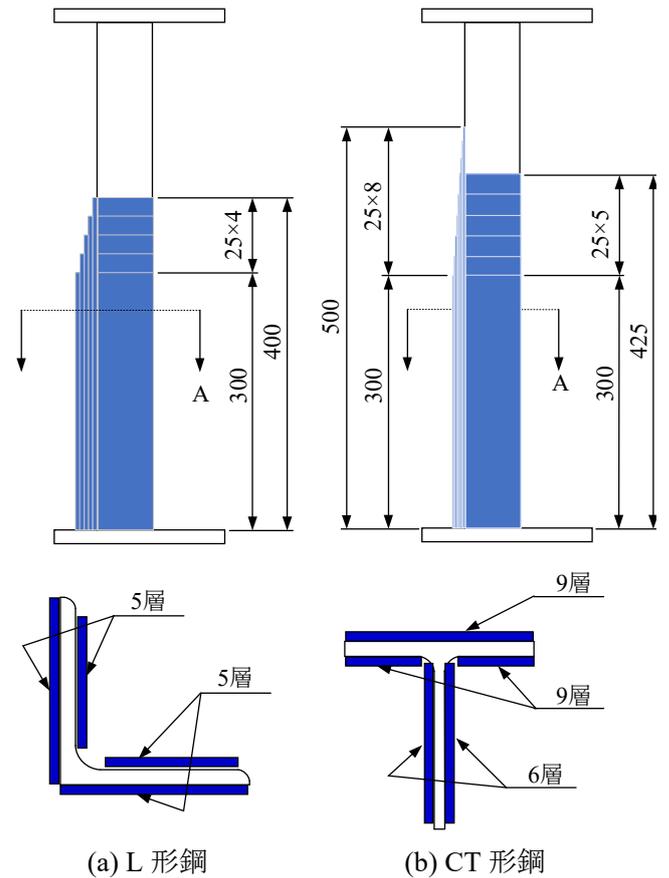
試験体番号	補修前の最大荷重 [kN]	局部座屈荷重* [kN]
L-1	115.79	130.2
L-2	115.23	
L-3	114.77	
CT-1	381.90	340.2
CT-2	384.92	
CT-3	389.16	

※計算値

を補修する形で炭素繊維シートを積層することにした。ここでは、炭素繊維シートの厚さを、鋼板厚に換算して、元の板厚を補うように補修量を決定した。本試験で用いる炭素繊維シートは、高弾性型の1方向繊維であり、弾性係数 640 GPa、設計厚は 0.143 mm である。したがって、L形鋼では一面あたり5層(両面で10層、鋼換算 4.5 mm 相当)を貼付けることとし、CT形鋼では、フランジで9層(両面で18層、鋼換算 8.2 mm 相当)、ウェブで6層(両面で12層、鋼換算 5.5 mm 相当)とした。炭素繊維シートの貼付けの詳細図を図-3に示す。

表-1に1次圧縮における最大荷重を示す。ここで、局部座屈荷重の計算値は、以下に示す福本の式より算出した。

$$\sigma_u / \sigma_y = (0.7 / R)^{0.64} \quad (R > 0.7) \quad (1)$$



(a) L形鋼 (b) CT形鋼

図-3 補修箇所詳細図

4. 結論

本研究では、変形を生じた鋼部材に対する炭素繊維シート接着工法の適用性を検証するために、形鋼を用いた圧縮試験を実施する。現在、試験体の1次圧縮、炭素繊維シート施工までが完了しており、今後、2次圧縮を実施する予定である。

本試験結果から健全時と補修後の剛性比較、最大荷重の比較を行い、炭素繊維シートによる補修効果について検討する。補修前と同程度の挙動を示すようであれば、本工法により十分な補修が可能となることがわかる。一方、補修効果が十分に得られなかった場合には、本工法を適用するにあたって、炭素繊維シートの積層数の決定方法を変更するなど、適切な設計方法を考える必要がある。

参考文献

- 丸山寛斗, 奥山雄介, 宮下剛, 秀熊佑哉, 大垣賀津雄: 変形を生じた鋼部材に対する炭素繊維シート接着工法の補修効果に関する実験的検討, 令和元年度土木学会中部支部研究発表会, 2020.