

残留変形を有する鋼部材の炭素繊維シート接着補修に関する研究

長岡技術科学大学 学生会員 ○森久 慶祐, 正会員 宮下 剛
 長野工業高等専門学校 正会員 奥山 雄介
 ものつくり大学 正会員 大垣 賀津雄
 新日鉄住金マテリアルズ 正会員 小林 朗, 秀熊 佑哉

1. はじめに

鋼構造物では、車両の衝突、火災の発生などによって、局所的な残留変形を生じることがある。このような変形は、部材の強度低下に結び付くため、適切な対策を施す必要がある。この問題に対し、従来加熱による矯正や、変形部分を切り出し新たに部材添接する部材交換が主として行われてきた¹⁾。これらの工法は、変形量の大小に関わらず、一定の架設機材が必要となり、施工に様々な制約が生じる。

そこで、本研究では、残留変形に対するより簡便な補修工法の確立を最終的な目標とし、炭素繊維シート接着工法²⁾に着目し、上述した問題に対する補修の効果を明らかとするための試験を行った。

2. 試験概要

今回、試験にはSS400の平鋼板を用いた。寸法は、1250mm×60mm×9mm、降伏応力は $\sigma_y=320\text{MPa}$ となっている。この鋼板の中央部に、予め塑性変形を付与した後、炭素繊維シート接着工法による補修を施し、一軸圧縮試験を実施することで、補修効果を確認する。

今回の試験では、中央部の塑性変形量をパラメータとし、10mm、30mm、50mmの変形量を持った供試体を製作した(図-1)。また、炭素繊維シートの積層数はいずれも片面2層の両面4層とした。試験ケース一覧を表-1に示す。各変形量における補修効果を確認するため、それぞれの変形量に対し補修有り、補修無しのケースを設けている。また、比較対象として初期変形のない鋼板に関して試験を実施している。

荷重は容量500kNのアクチュエータを用いて行う。試験体の両端に切削加工を施し、治具を使用、両端

単純支持を満足するように荷重を行った。

表-1 試験ケース一覧

供試体番号	初期変形量	炭素繊維シート積層枚数	供試体数
N	0 mm	-	1
D10-N	10 mm	-	1
D10-2		片面2層	3
D30-N	30 mm	-	1
D30-2		片面2層	3
D50-N	50 mm	-	1
D50-2		片面2層	3



図-1 供試体図 (D50-N)

3. 試験結果

試験により得られた最大荷重を図-2に示す。縦軸に荷重を示している。無補修供試体と補修供試体でそれぞれ色を分けている。また、図中の直線は、オイラーの座屈荷重式により求めた座屈荷重(4.61kN)を示している。

初期変形のない鋼板Nは、オイラーの座屈荷重と同等の最大荷重を示していることから、今回の試験は両端単純支持条件での試験が実施できていたことが確認できる。これに対し、変形量を付与した供試体は、10mmで20%、30mmで25%、50mmで37%と、どれも強度が低下した。

炭素繊維シートを積層した供試体は、全てのケースに関して、強度の回復が確認できた。補修効果はそれぞれ10mmで45%、30mmで31%、50mmで37%となった。

また補修を施した供試体に関し、試験中、何度か異音と共に荷重が減少した。荷重-中央面外変位曲線を図-3に示す。縦軸に荷重、横軸に面外変形量を示

キーワード 残留変形, 炭素繊維シート, 補修, 柱の座屈, 耐荷力

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 TEL. 0258-47-9641

している。同図より、上述の現象が確認できる。

4. 考察

荷重の減少に関して、シートの圧壊によるものとする。荷重減少後も大きな変化はみられないものの、亀裂によるシート表面性状変化等の理由から、圧壊に関する検討が必要である。今回、最初に荷重が減少する際の荷重を圧壊荷重と定義した。圧壊荷重は変形量によって異なる。そこで、圧壊荷重発生時の曲率について検討したものを図-4に示す。縦軸に曲率、横軸は初期変形量を示している。載荷前の曲率を○、圧壊発生時の曲率を×で示している。

図-4より、いずれの初期変形量においても、載荷前後、曲率差が0.0002程度に達した時点で圧壊が発生していることが確認できた。

5. まとめ

残留変形を有する鋼部材への炭素繊維シート接着工法の適用性を明らかとすることを目的とし、平鋼板に対し一軸圧縮試験を実施した。得られた知見を以下に示す。

- 1) 健全な鋼板に対し、残留変形を与えた鋼板は、最大で37%程度強度が低下した。
- 2) 炭素繊維シートを片面2層積層し補修を施したところ、全てのケースにおいて初期変形のない鋼板と同等の強度まで回復することを確認した。
- 3) 補修を施した供試体は、試験中何度か荷重の減少が発生した。最初の荷重減少時に、圧壊荷重と定義し検討した結果、載荷前後の曲率が0.0002程度に達した際、圧壊が発生することを確認した。
- 4) 今後の課題として、最大荷重をどのように定義するか(圧壊荷重を最大荷重とするか)の検討、試験ケースを変更した場合のデータ蓄積等が挙げられる。

参考文献

- 1) 社団法人 日本道路協会：道路橋補修・補強事例集 (2012年度版)
- 2) (株)高速道路総合技術研究所：炭素繊維シートによる鋼構造物の補修・補強工法 設計・施工マニュアル, 2013.10

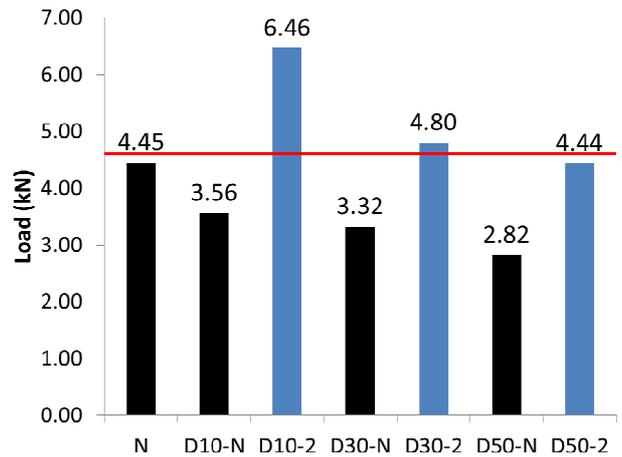


図-2 各試験ケースにおける最大荷重

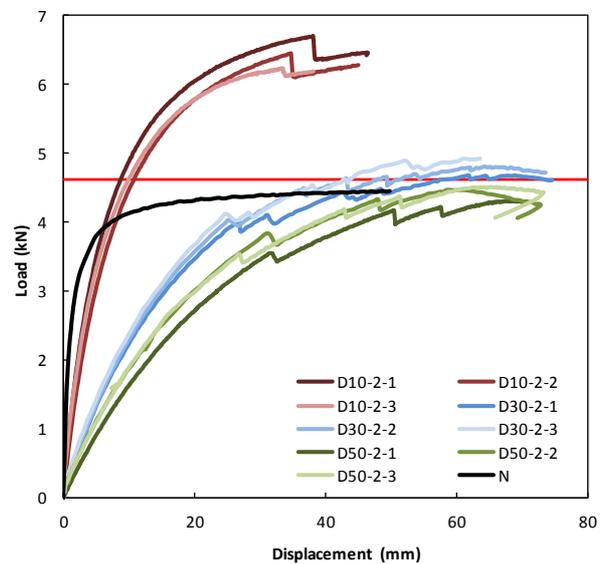


図-3 荷重-中央面外変位関係

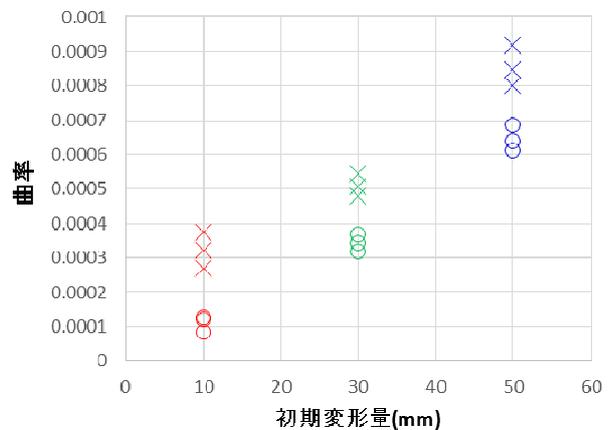


図-4 載荷前後における曲率関係