

変形を有した鋼部材に対する炭素繊維シート接着工法の適用に関する検討

長野工業高等専門学校 正会員 ○奥山雄介

長岡技術科学大学 正会員 宮下 剛

日鉄ケミカル&マテリアル 正会員 秀熊佑哉, 西野晶拡

高速道路総合技術研究所 正会員 長谷俊彦, 原田拓也

ものつくり大学 正会員 大垣賀津雄

1. はじめに

近年、橋梁をはじめとする社会基盤構造物は、老朽化が進行しており、社会的なリスクが高まっている。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するなどの問題が顕在化している。火災が発生すると、熱により部材が変形を生じることがある。変形した部材に対しては、加熱矯正や部材交換といった方法が一般的に用いられている。しかし、これらの工法は、施工が大掛かりとなってしまうことで早急な対策が困難であるという問題がある。

著者らは、これまでに腐食損傷を有する鋼部材に対して炭素繊維シートを貼り付けることで耐荷力を向上させる工法（以下、炭素繊維シート接着工法と記す）について検討を進めてきた。それらの成果は高速道路総合技術研究所から「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¹⁾」してまとめられている。

本研究では、先述した部材の変形といった問題に対する炭素繊維シート接着工法の適用性について検討を行う。炭素繊維シート接着工法は、従来工法と比較して、大掛かりな設備を必要としないことから、早急な対策が可能となる。

本稿では、変形した鋼部材に対して炭素繊維シート接着工法を適用した際の強度特性および変形特性を把握するために実施した平鋼板を用いた圧縮試験結果について報告する。

2. 試験概要

試験ケースを表-1 に基づいて説明する。使用する鋼板は、鋼種 SS400 (降伏応力 333 MPa)、長さ 800 mm および 1,700 mm、幅 60 mm、板厚 9 mm の平鋼板で

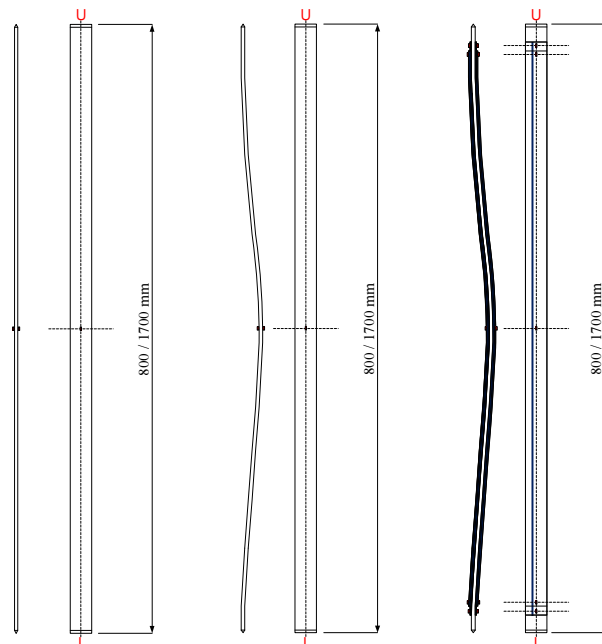


図-1 試験体形状

ある。ここで、試験体の長さについては、これまでに 1,250 mm の平鋼板を用いた同様の実験を実施している²⁾。そこでは、(1) 残留変形の大きさに比例して耐荷力が低下すること、(2) 炭素繊維シートを貼り付けることで終局強度が健全時まで回復すること、(3) 変形に対して凸側にシートを貼り付けることで効率的な補修が可能となることが明らかとなった。

本研究では、変形の形状に応じた耐荷力評価が可能であるか検討するため、試験体長 L と試験体中央部での残留変形量 δ の比である δ/L をパラメータとした実験を行う。文献 2 の試験体と δ/L を比較するために、長さ 800 mm の試験体では、残留変形量 δ を 15 mm および 20 mm、長さ 1,700 mm の試験体では、残留変形量 δ を 30 mm および 40 mm とした。試験体形状を図-1 に示す。

炭素繊維シートの積層方法については、文献 1 に

キーワード：炭素繊維シート接着工法、鋼橋、変形、補修、維持管理

連絡先：〒381-8550 長野県長野市徳間 716 長野工業高等専門学校 環境都市工学科 TEL.026-295-7096

表-1 試験ケース・最大荷重

試験 ケース	長さ L	変形量 δ	δ/L	補修 有無	補修 方法	補修量	N 数	試験時の最大荷重 [kN]				強度比
								1 体目	2 体目	3 体目	平均値	
N800	800 mm	0 mm	-	-	-	-	2	10.72	70.79	-	10.76	1.000
800-D15		15 mm	0.019	-	-	-	2	7.13	7.25	-	7.19	0.669
800-D15R			0.019	○	両面	片面2層	3	10.88	10.66	10.82	10.79	1.003
800-D20		20 mm	0.025	-	-	-	2	6.37	6.41	-	6.39	0.594
800-D20R			0.025	○	両面	片面2層	3	9.70	9.75	9.82	9.76	0.907
N1700	1,700 mm	0 mm	-	-	--	-	2	2.39	2.38	-	2.39	1.000
1700-D30		30 mm	0.018	-	-	-	2	1.93	1.98	-	1.96	0.820
1700-D30R			0.018	○	両面	片面2層	3	3.09	3.19	3.17	3.15	1.321
1700-D40		40 mm	0.024	-	-	-	2	1.89	1.82	-	1.86	0.778
1700-D40R			0.024	○	両面	片面2層	3	3.06	3.03	2.96	3.02	1.265

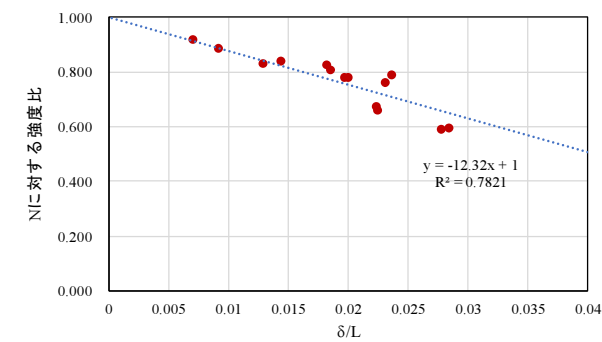


図-2 δ/L と強度比の関係

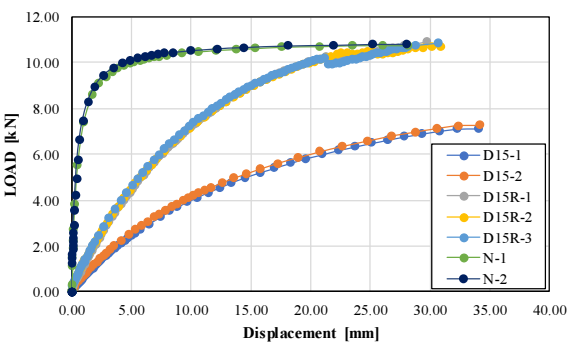


図-3 荷重-面外変位関係(L=800 mm)

準じた施工方法とし、いずれの試験体も両面に 2 層貼り付ける．使用した炭素繊維シートは、炭素繊維目付量 300 g/m²、高弾性型(弾性係数 665 GPa、引張強度 2,630 MPa)の一方向繊維シートである．

3. 試験結果および考察

試験で得られた最大荷重の一覧を表-1 に示す．ここでは各試験ケースで実施した 2 体および 3 体の平均値で整理した結果について述べる．なお残留変形を与えた試験体については、変形後の供試体での最大荷重を示している．炭素繊維シートで補修したケースをみると、どのケースも健全時と同程度まで強度は回復していることが確認できる．図-2 には δ/L と強度比の関係を示す．これより、δ/L が大きくなるに従って強度が低下していることが確認できる．さらに、図-3 には、荷重-面外変位の関係を示す．これより、無補修のケースでは、健全時に比べ低い荷重で変形が進行していくのに対し、炭素繊維シートで補修を行うことで、やや改善が見られることが分

かる．変形性状をさらに回復させるためには、シート総数の決定方法を検討する必要がある．

4. まとめ

本研究では、残留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討するための基礎実験を行った．この結果、残留変形による耐力低下率は、δ/L によることを確認することができた．また、補修の観点からは、概ね健全時と同程度まで耐荷力を回復させることはできるが、面外剛性を回復させるまでは至っていない．今後の検討として、適切な補修量を決定するための手法の構築を進めたい．

参考文献

1) 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．
2) 奥山雄介，宮下剛，秀熊佑哉，広瀬剛，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を用いた合理的補修工法の検討，日本鋼構造協会，鋼構造年次論文報告集，Vol.26，pp.288-292，2018．