

CFRP を用いた鋼橋支点部の腐食部補修法に関する実験的研究

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, 長井 正嗣
 高速道路総合技術研究所 正会員 若林 大
 川崎重工業 正会員 小出 宣央
 新日鉄住金マテリアルズ 正会員 小林 朗, 秀熊 佑哉
 倉敷紡績 正会員 堀本 歴

1. はじめに

近年, 鋼構造物の腐食損傷に対する補修・補強材料として, 高強度, 高弾性, 高耐久性と言った特徴を有する炭素繊維強化樹脂材料(CFRP)の適用を検討した事例が数多く報告されている. CFRPを用いた補修・補強工法(以下, 炭素繊維シート接着工法と記す)は, 現場での施工性に優れ, また, 施工後1日程度で強度を発揮することから, 工期の短縮も可能となるなど, 従来の当て板工法に比べて大きなメリットが期待できる.

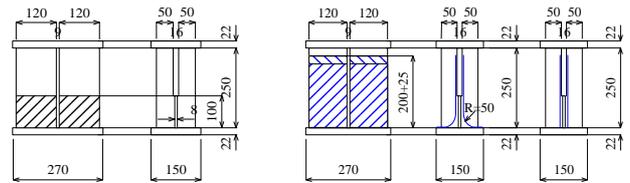
著者らはこれまでに, 鋼橋桁端部の腹板パネルに生じた腐食損傷を対象とした補修方法の開発に向けて, 種々の試験を実施し, 十分な補修効果が得られることを確認している. しかしながら, 桁端部においては, 腹板パネルの損傷のみならず, 支点部垂直補剛材やその近傍の腹板に腐食損傷が生じているケースも多く報告されており, これらの損傷は, 橋梁の支持機能の低下に結び付く.

そこで, 本研究では, 腐食損傷を生じた支点部を対象として, 炭素繊維シート接着工法の適用を検討するために圧縮試験を実施する. ここでは, 腹板と補剛材からなる十字断面柱の圧縮試験(以下, 柱タイプ試験)と腹板と補剛材が同程度損傷している場合を想定した鋼桁支点部の圧縮試験(以下, 桁タイプ試験)を実施する. 両試験とも, 炭素繊維シートによる補修効果について検討するとともに, 貼り付け方法についても検討する.

2. 柱タイプ圧縮試験

2.1 試験概要

道路橋示方書では, 支点部は軸方向圧縮力を受ける柱として設計される. そこで, 本試験では, 支点部を模擬した柱として, 腹板と補剛材からなる十字断面柱を供試体とした. 腐食によって板厚が減少した箇所では, 軸方向圧縮力の作用により, 設計時には想定されていない局部座屈の発生が懸念される. このため, 供試体には局部座屈を発生させるような, 腐食を模擬した断面欠損を与えることとした. 作製した供試体の寸法を図-1に示す. また, 試験ケースを



(a) 無補修 (b) 補修(左:定着あり, 右:定着なし)

図-1 柱タイプ試験体(単位:mm)

表-1 試験ケース

試験ケース	補剛材 残存板厚	必要補修量	補修量	下フランジ との定着
C1-1	8	9	-	-
C1-2			2	あり
C1-3			2	なし
C2-1	6	11	-	-
C2-2			2	あり
C2-3			2	なし

表-1に示す.

一般に, 炭素繊維シート接着工法では, 炭素繊維シートが接着された鋼部材の断面を, 鋼材と炭素繊維シートが完全に一体化した合成断面と考え, 炭素繊維シートの厚さを鋼換算して補修・補強設計を行う. 本試験における, 補剛材の板厚減少量の回復に必要な炭素繊維シートの積層枚数を計算すると, 補剛材板厚8mmのケースでは, 補剛材の片面あたり9層, 補剛材板厚6mmのケースでは, 補剛材の片面あたり11層の炭素繊維シートが必要となるが, ここでは, 炭素繊維シートによる補修効果の基礎データをを得ることを目的として, シートの積層枚数を補剛材の片面当たり2層として試験を実施した.

2.2 試験結果

表-2に試験結果の一覧を示す. ここで, 無補修のケースに対する補修したケースの荷重の比を補修効果と定義している. 補修効果は, 局部座屈荷重の比, 最大荷重の比で評価することとした. これより, 局部座屈荷重の比で評価する場合, C1シリーズでは補修効果は40~50%となり, C2シリーズでは補修効果は40%となる. 一方, 最大荷重の比

キーワード

CFRP, 支点部, 腐食, 補修

連絡先

〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1903-1 長岡技術科学大学 建設構造研究室 0258-47-9641

表-2 柱タイプ試験結果一覧

試験ケース	評価荷重			補修/無補修 (局部座屈荷重)	補修/無補修 (最大荷重)
	局部座屈荷重	炭素繊維シートの 圧壊荷重	最大荷重		
C1-1	643	-	1,216	-	-
C1-2	903	931	1,347	1.40	1.11
C1-3	964	726	1,396	1.50	1.15
C2-1	489	-	1,016	-	-
C2-2	690	800	1,192	1.41	1.17
C2-3	686	537	1,268	1.40	1.25

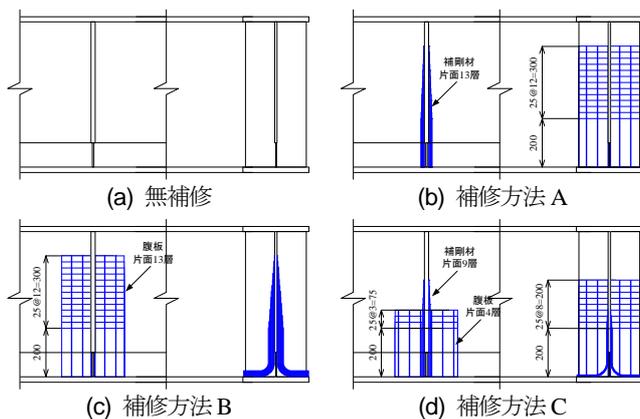


図-3 補修パターン

で評価する場合、いずれのケースについても補修効果は10%以上となる。よって、本研究の補修工法により、十分な補修効果が得られることがわかる。また、炭素繊維シートを下フランジに定着させると、定着させない場合と比較して、局部座屈の発生が抑制されると言える。しかし、定着の有無に関わらず、両者の局部座屈荷重は概ね等しいことから、炭素繊維シートの定着が補修効果に与える影響はないと言える。

3. 桁タイプ圧縮試験

3.1 試験概要

実橋では、支点上垂直補剛材とその周りの腹板が、同時に損傷しているケースが多い。このため、本研究では、支点部の補剛材と腹板が複合的に損傷したケースについても検討することとした。

板厚の残存率を腹板で55.5%(残存板厚5mm)、補剛材で50.0%(残存板厚8mm)としたケースをGC1シリーズと名付け、板厚の残存率を腹板で33.3%(残存板厚3mm)、補剛材で37.5%(残存板厚6mm)としたケースをGC2シリーズと名付ける。ここでは、補剛材と腹板の損傷を、(1)補剛材のみで補うケース(補修方法A)、(2)腹板のみで補うケース(補修方法B)、(3)補剛材と腹板のそれぞれで補うケース(補修方法C)の3パターンの補修方法について検討する。このような補修方法を検討する理由としては、桁端部の補剛材あるいは腹板に、落橋防止装置などが取り付けられている場合、補剛材と腹板の両者を補修することが困難とな

表-3 桁タイプ試験結果一覧

試験ケース	補修方法	最大荷重 kN	炭素繊維の圧壊 kN
GC1-1	無補修	1,678	-
GC1-2	A	1,923	1,102
GC1-3	B	1,880	1,602
GC1-4	C	1,993	1,602
GC2-1	無補修	1,036	-
GC2-2	A	1,433	1,077
GC2-3	B	1,544	1,302
GC2-4	C	1,529	1,312

る場合があるためである。そのため、補剛材か腹板のいずれかの部位のみを補修することで同等の補修効果が得られるかどうか検討する。補修パターンを図-3に示す。なお、補修量の決定方法は柱タイプ試験と同様とする。

3.2 試験結果

各試験から得られた最大荷重と炭素繊維シートが圧壊した時の荷重を表-3に示す。炭素繊維シートの圧壊荷重は、炭素繊維シート上に取り付けたひずみゲージの値が急変した時の荷重とした。表より、炭素繊維補修を行った全てのケースで、無補修の試験体と比較して、最大荷重が増加していることが確認できる。これより、支点部に生じた腐食に対しては、補剛材か腹板のいずれかの部位のみを補修する方法を用いることでも補修が可能である。

4. まとめ

本研究では、柱タイプと桁タイプの2種類の試験を実施し、支点部に生じた腐食に対する炭素繊維の適用について検討した。以下に、得られた知見を述べる。

- 1) 柱タイプ試験では、CFRPの下フランジへの定着の有無が補修効果に与える影響について検討した。この結果、下フランジへの定着の有無による影響は見られなかったことから、支点部垂直補剛材の補修では、定着を設けない工法とすることで施工性を向上できると言える。
- 2) 桁タイプ試験では、3つの補修パターンについて検討した。この結果、腹板と補剛材の板厚減少量を補うように、補剛材あるいは腹板に、必要枚数の炭素繊維シートをまとめて貼り付ける補修方法でも強度の改善効果があることを確認した。