

CFRPを用いた腐食した鋼桁端部の 補修に関する実験的検討

田中 大介¹・丹波 寛夫²・橋本 国太郎³・杉浦 邦征⁴

¹学生会員 京都大学大学院修士課程 工学研究科社会基盤工学専攻（〒615-854 京都市西京区京都大学桂）

E-mail:tanaka.daisuke.65m@st.kyoto-u.ac.jp

²正会員 阪神高速道路株式会社 大阪管理部 保全計画課（〒552-0006 大阪市港区石田3-1-25）

E-mail:yashio-tamba@hanshin-exp.co.jp

³正会員 神戸大学大学院准教授 工学研究科市民工学専攻（〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1）

⁴正会員 京都大学大学院教授 工学研究科社会基盤工学専攻（〒615-854 京都市西京区京都大学桂）

鋼橋では、桁端部が腐食しやすくその腐食損傷による耐荷性能低下が問題となっている。これらの腐食損傷した鋼桁を腐食する際、現在高力ボルトを用いた当て板による補修が主流となっている。しかし、鋼桁端部は非常に狭隘なため、補修作業の効率はそれほど高くなく、簡易で合理的な補修方法の確立が求められている。そこで、本研究では高力ボルトを用いた当て板補修方法とは異なる簡易かつ合理的な補修方法として、CFRP成形部材を用いた補修方法を提案し、この新しく提案した補修方法の効果を確認するため、実物大サイズの腐食を模擬した供試体を用いて載荷実験を行った。この結果、新たに提案したCFRP部材を用いた補修方法は、従来の高力ボルトを用いた当て板補修と同程度の補修効果を有することが確認出来た。

Key Words : corrosion, steel girder end, CFRP, patch plate repairing

1. はじめに

既設の鋼道路橋の桁端部では、損傷した伸縮装置からの漏水等により、支点上補剛材やウェブの腐食損傷が数多く報告されている¹⁾²⁾。

支点上補剛材の設計については、道路橋示方書・同解説³⁾（以下、道示という。）において、軸方向圧縮力を受ける柱として設計するものとし、柱としての有効断面積は、補剛材断面および腹板のうち補剛材取付け部から両側にそれぞれ腹板厚の12倍までとされている。したがって、柱としての有効断面積となる支点上補剛材下端やウェブ下端が腐食損傷し減肉することは、鋼桁の耐力低下となる恐れがある。そのため、鋼桁端部が腐食減肉した場合について、鋼桁の残存耐力に関する研究⁴⁾⁷⁾や地震時の影響に関する研究⁷⁾が行われている。

腐食により減肉した鋼部材に対する補修方法として、腐食部位をボルトや溶接によって鋼板を添接する当て板補修や、損傷部材を取り替える部材取替補修等が行われてきたが、これらの補修・補強方法では、ボルト孔による断面欠損や溶接入熱による熱影響が生じ、また、大

型の重機や交通規制が必要となるなど、様々な制約を受けることとなる。そのため、供用中の制約条件下での効果的な補修・補強工法が求められている。

このような状況の中、鋼構造物の補修・補強材料として、繊維強化樹脂材料（以下、FRPと記す。）が注目されている。FRPは、軽量かつ高強度であり、耐候性・耐熱性・薬品性・防食性に対して優れた特性を持つため、構造物を延命化させる材料として期待されている。さらに、現場においては、樹脂で接着するため施工が容易であり、施工後1日程度で接着剤の硬化により強度を発揮する。また、大掛かりな仮設機材を必要としないため、施工スペースに制約がある供用中の補修・補強が可能となるなど、従来工法と比較して大きなメリットが期待できる。このFRPの中でも特に、炭素繊維に樹脂を含ま硬化させた炭素繊維強化樹脂材料（以下、CFRPと記す。）の適用を検討した事例が多数報告されている⁸⁾¹⁰⁾。

そこで、著者らは、腐食損傷事例の多い桁端部の補修方法として、CFRP成形部材を用いた補修方法を提案し、実験により補修効果を検討した。なお、検討にあたっては、鋼I桁の実物大スケールの鋼桁端部供試体を用いる

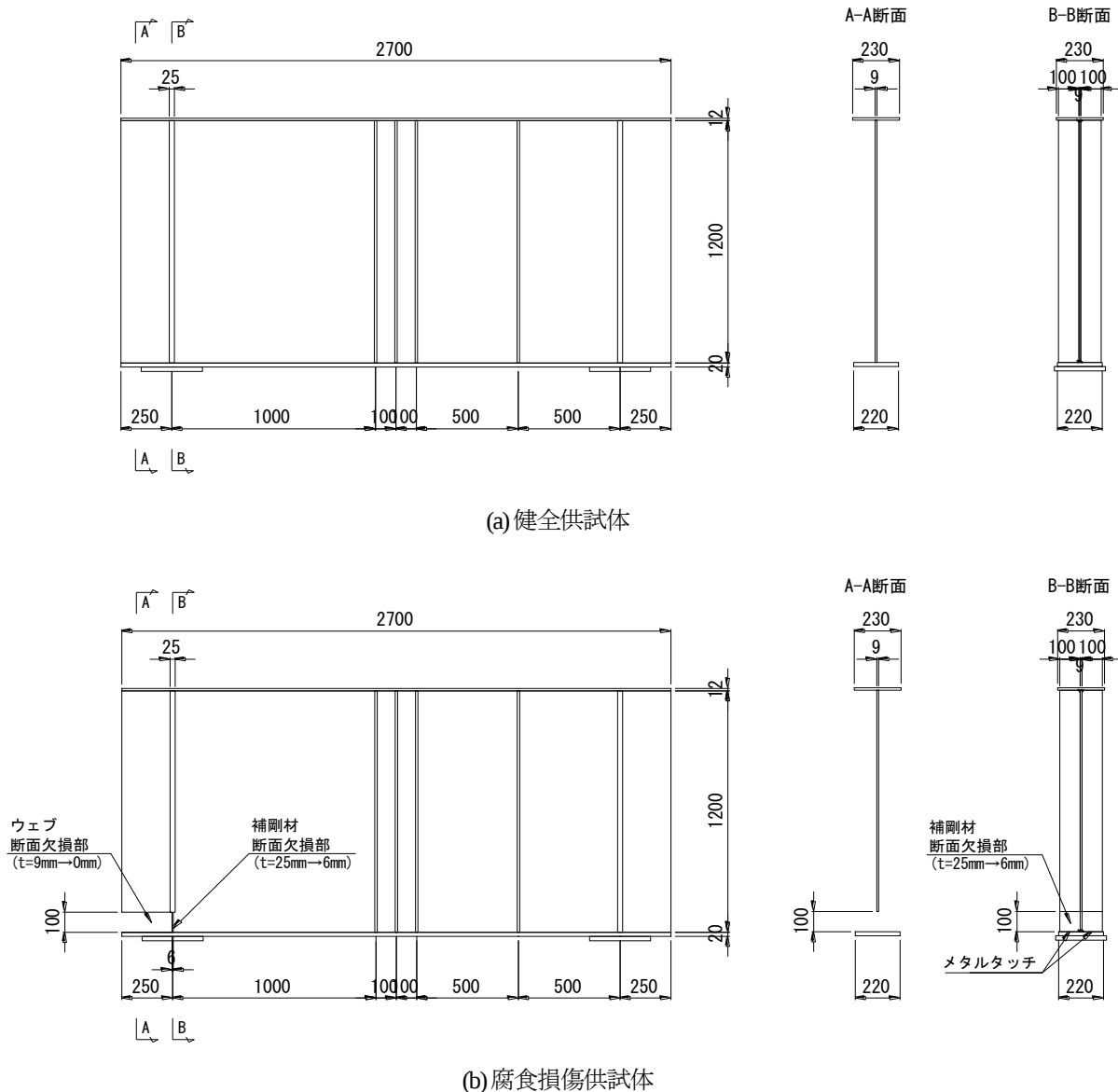


図-1 実験供試体の形状（単位：mm）

こととした。

2. 実験概要

(1) 実験供試体の形状と腐食状態の設定

実験供試体の設計には、阪神高速道路の本線において現在も供用中の鋼 I 桁の中から、供用年次が古く、実験載荷装置の制約から比較的桁高の小さい橋梁の図面を選定することとし、1969 年（昭和 44 年）10 月に竣工した鋼 I 桁（橋長 24m、幅員 17.7m、RC 床板厚 180mm、6 主桁）と同寸法の実物大部分モデルとした。実験供試体は、図-1(a)に示すとおり、桁長 2700mm、ウェブ高 1200mm、ウェブ厚 9mm、支点上補剛材厚 25mm、ウェブのアスペクト比は約 0.83 である。鋼材種別は、モデル化した実橋梁とあわせて、溶接構造用圧延鋼材 SM400A と SM490A とした。実験に用いた鋼材の材料試験結果を表-1に示す。

次に、鋼桁端部の支点上補剛材とウェブが腐食した場合を想定して、腐食を模擬した減肉を設けることとし、以下のとおりとした。

阪神高速道路の点検要領¹⁶⁾では、腐食損傷に対しては、その部位毎の最大減肉量を計測し、写真とともに保全情報管理システムというデータベースに記録することとしている。したがって、補修を行う場合には通常調査する腐食減肉範囲や、腐食範囲における減肉量は、点検データとしては記録していない。そこで、保全情報管理システムに収納されている点検データから支点上補剛材とウェブ下端の減肉量が多いものを調査したところ、写真-1に示すように、支点上補剛材下端では、板厚 26mm の補剛材が 10mm 減肉し残存板厚が 16mm となっていること、ウェブ下端では桁端側で貫通していることを確認した。

また、著者らが行った解析の結果¹⁷⁾、ウェブと支点上補剛材が同時に腐食した解析モデルに対して、支点部から 1 つ目に位置する垂直補剛材上の上フランジに鉛直下

表-1 鋼材の材料試験結果

部材	鋼材種別	板厚(mm)	降伏点(N/mm ²)	引張強度(N/mm ²)	弾性係数(N/mm ²)	ポアソン比
上フランジ	SM490A	12	381.8	515.3	2.15×10^5	0.29
ウェブ	SM490A	9	399.5	536.3	2.16×10^5	0.28
支点上補剛材	SM400A	25	259.5	428.1	2.10×10^5	0.32
下フランジ	SM400A	20	272.2	423.9	1.94×10^5	0.30



(a) 26mm厚の支点上補剛材が16mmまで減肉



(b) ウェブ下端が貫通

写真-1 腐食減肉状況

向きに載荷した場合、支点上補剛材の減肉量が大きくなると、支点上補剛材が座屈し、最大耐荷力が低下することがわかり、支点上補剛材が下端から 100mm の高さの範囲で 1/4 まで減肉し、桁端側のウェブが下端から 100mm 高さの範囲で貫通（欠損）させた場合には、最大荷重が約 1/2 まで低下することがわかった。

そこで、本研究において検討対象とする腐食損傷供試体としては、腐食損傷事例と解析の結果¹⁷⁾を参考に、25mm 厚の支点上補剛材は 1/4 まで減肉させ、残存板厚を 6mm とし、ウェブ下端は支点上補剛材から桁端側を貫通（欠損）させるものとした。なお、減肉（欠損）高さは支点上補剛材とウェブともに、下端から 100mm の範囲とし、その範囲における支点上補剛材の残存板厚は、文献 12)の解析にあわせて、6mm で一定とした。腐食部分の断面欠損部をなめらかな断面変化とするより、板厚を変化させた方が支点上補剛材の座屈に対しては厳しい評価となる。腐食損傷供試体を図-1(b)に示す。

健全供試体と腐食損傷供試体の構造パラメータを、座屈設計ガイドライン¹⁸⁾に基づき算出した結果を表-2に示す。なお、腐食損傷供試体の支点上補剛材の細長比パラメータと幅厚比パラメータは、腐食減肉した部分のみで算出している。また同表には、降伏荷重と座屈荷重もあわせて示している。これより、健全供試体は、支点上補剛材の座屈よりウェブのせん断座屈が先行することが予想されるのに対し、腐食損傷供試体では、支点上補剛材の座屈とウェブのせん断座屈のどちらが先行するかは明確ではない。

(2) 実験供試体の内訳

表-2 実験供試体の構造パラメータおよび降伏荷重ならびに座屈荷重

	構造パラメータ, 降伏/座屈荷重	健全 供試体	腐食損傷 供試体
支点上補剛材	細長比パラメータ $\bar{\lambda}$	0.19	0.45
	幅厚比パラメータ R	0.23	0.94
	支点部降伏荷重(kN)	1,632	510
	支点部座屈荷重(kN)	44,247	1,396
ウェブ	幅厚比パラメータ R	1.07	1.07
	アスペクト比 α	0.83	0.83
	降伏荷重(kN)	1,638	1,638
	せん断座屈荷重(kN)	1,062	1,062

表-3 実験供試体の内訳

試験ケース	供試体名
Case-1	健全供試体
Case-2	腐食損傷供試体
Case-3	CFRP 補修供試体

実験供試体の内訳を表-3に示す。Case-1 は、腐食のない健全供試体であり、Case-2 は、前節で設定した腐食損傷供試体である。

Case-3 は、Case-2 の腐食損傷供試体に対して、補修を行った供試体である。CFRP 成形部材の貼り付け位置を図-2 中のピンク色で表示した部分に示す。なお、CFRP 成形部材は全て縦 100mm 横 100mm 板厚 6mm のアングル部材を用いている。図-2 より、ウェブパネル、上フランジおよび支点上補剛材の片面にトラス状に CFRP 成

表-4 CFRP の材料特性

方向性	樹脂 No.	糸タイプ	繊維重量[g/m ²]	樹脂含有量[%wt]
一方向 UD	#380(130℃硬化)	TR50S 15L	249.9	32.4

タイプ	設計厚[mm]	引張強度[MPa]	引張弾性率[GPa]	伸び[%]	織度 tex[g/1000m]	密度[g/cm ³]
TR50S 15L	0.254	4900	240	2	1000	1.82

表-5 接着剤の基本性能

試験ケース	Case-3	Case-4
製品名	E2370M	E258
主剤	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂
硬化剤	ポリアミドアミン 変性脂肪族ポリアミン	ポリアミドアミン 変性脂環式ポリアミン
混合比 (主剤:硬化剤)	2:1(質量比)	1:1(質量比)
混合後の状態	パテ状	ペースト状
可使時間	90分/20℃	50分/20℃
硬化時間	8時間/20℃	8時間/20℃
引張強度 (20℃, 7日後)	35MPa	25MPa
せん断強度 (20℃, 7日後)	18MPa	24MPa
圧縮降伏強さ (20℃, 7日後)	80MPa	53MPa
圧縮弾性係数	5800N/mm ²	1200N/mm ²

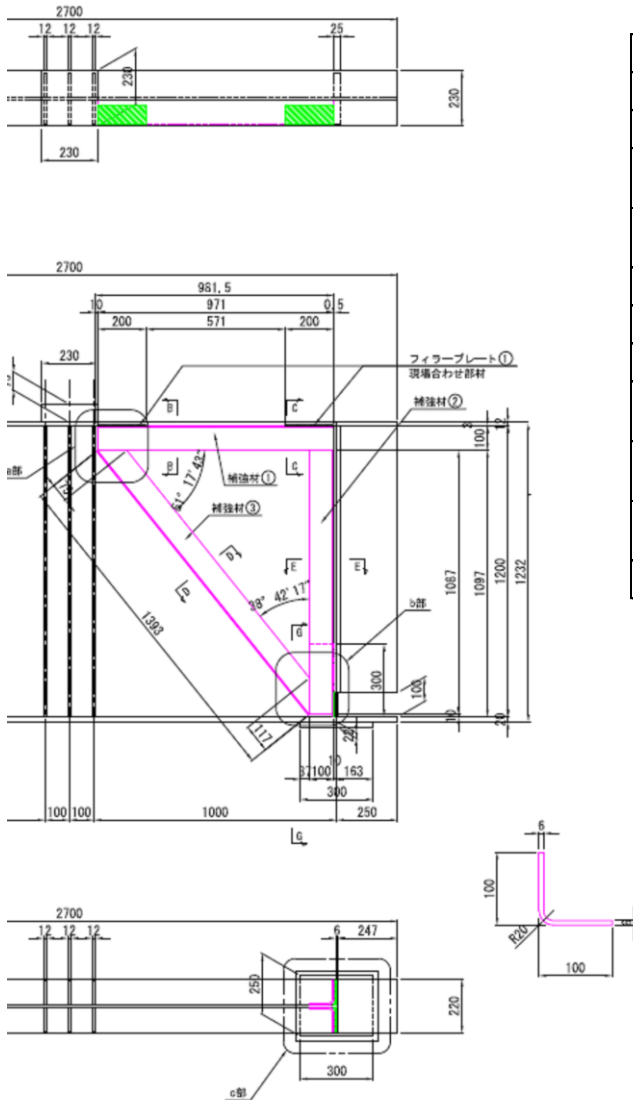


図-2 CFRP 成型部材の接着位置

形部材を貼りつけている。また、支点上補剛材の減肉部位と CFRP 成型部材との間には CFRP のフィラープレートを設置し、この部分のみ両面からアングル材を接着している。CFRP 成型部材とフィラープレートの材料特性を表-4 に示す。

(3) 供試体の製作

Case-2, Case-3 の腐食部となる鋼材の減肉は、機械

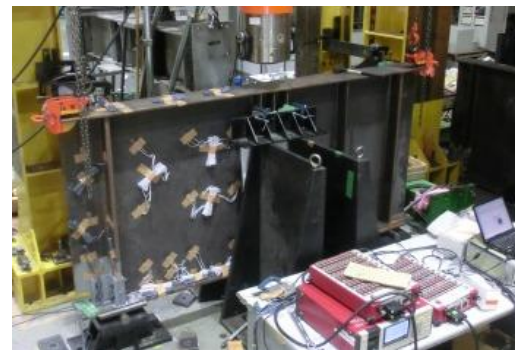


写真-2 供試体の設置状況



写真-3 载荷実験の状況

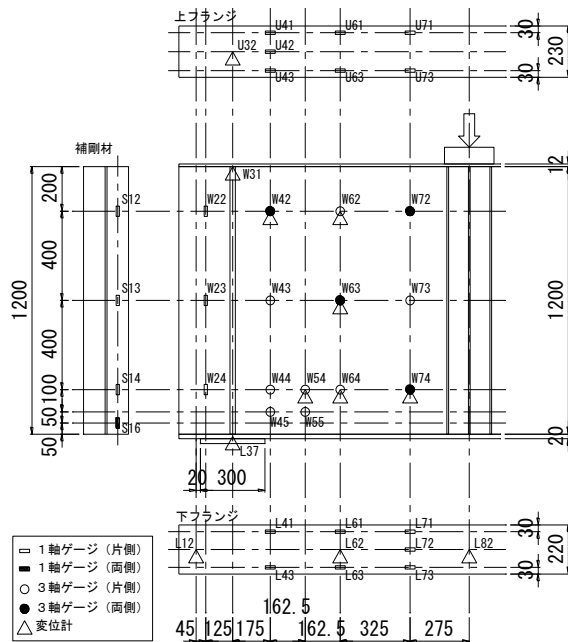


図-3 測定位置図

工（切削）により製作した。また、減肉箇所は溶接部であり、当該箇所がすみ肉溶接部であるため、腐食によってすみ肉溶接は消失したものとし、溶接は行わなかった。Case-3の補修供試体においては、CFRPを接着剤で塗布の後、1週間の養成期間を経て、実験を行った。接着剤の基本性能を表-5に示す。

(4) 実験方法

荷重実験は、支点部の補修に対して、供試体が桁として保有する耐力を把握するため、写真-2および写真-3に示すように荷重位置は供試体の中央とした。荷重能力5,000kNのアクチュエータを1台使用し、荷重位置の上フランジ上面に設置した40mm厚の鋼板（230mm×230mm）を介して鉛直下向きに荷重した。供試体の両側には横倒れ防止治具を取り付け、供試体と横倒れ防止治具の間には3mm厚のテフロン板を設置した。ソールプレートと支点との間には、橋軸方向の回転を拘束しないように、φ60mmの丸鋼を設置した。供試体の設置状況を写真-4に示す。

(5) 計測項目

計測項目としては、図-3に示すようにウェブ、上下フランジ、支点上補剛材のひずみを計測した。なお、ウェブには、主応力分布を把握するために、三軸ひずみゲージ（(株)東京測器研究所製、FRA-5-11）を用い、その他の部分には一軸ひずみゲージ（(株)東京測器研究所製、FLA-5-11）を用いた。また、ウェブの水平変位（面外変位）、荷重位置直下の下フランジの鉛直変位、および

表-6 各供試体の最大荷重

試験ケース	最大荷重(kN)	Case-1の最大荷重に対する比率
Case-1	3190	1
Case-2	1567	0.491
Case-3	3206	1.005

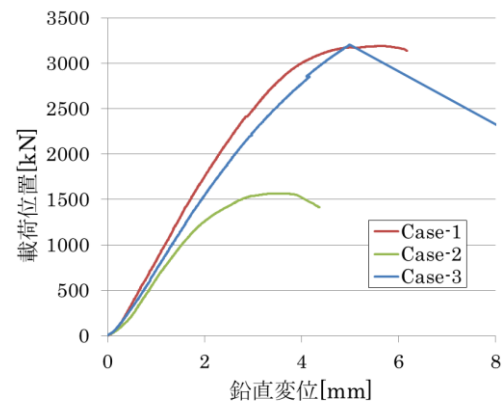


図-4 荷重と鉛直変位の関係

支点部の鉛直変位を計測した。また、補修供試体 Case-3 においては、CFRP 成形部材のひずみも測定した。

3. 実験結果

(1) 最大荷重と補修効果

表-6に本試験から得られた最大荷重の一覧を示す。健全供試体 Case-1 の最大荷重に比べ、腐食損傷供試体 Case-2 の最大荷重は 1567kN となり、約 50%低下する結果となった。一方、CFRP を用いた補修供試体では、最大荷重は 3206kN となり、健全供試体と同程度の値となった。従って、本研究で提案した補修方法で耐力が健全時まで回復できるということが確認できた。

(2) 変形状

a) 荷重と鉛直変位の関係

図-4に荷重と荷重点直下の鉛直変位の関係を示す。なお、同図の鉛直変位は、荷重位置直下の下フランジの鉛直変位の値から、支点部の鉛直変位の値を引いて補正している。

図-4より、Case-2の腐食損傷供試体では荷重荷重1000kNを超えた付近から剛性が低下している。一方、CFRPを用いた補修供試体の剛性は、Case-1の健全供試体の剛性よりもやや低い値となった。これは、減肉部位に対して桁中央側のみにCFRP成形部材を貼りつけているため、支点上補剛材の板厚が健全時に比べて減少していることが原因と考えられる。

b) 荷重と面外変位の関係

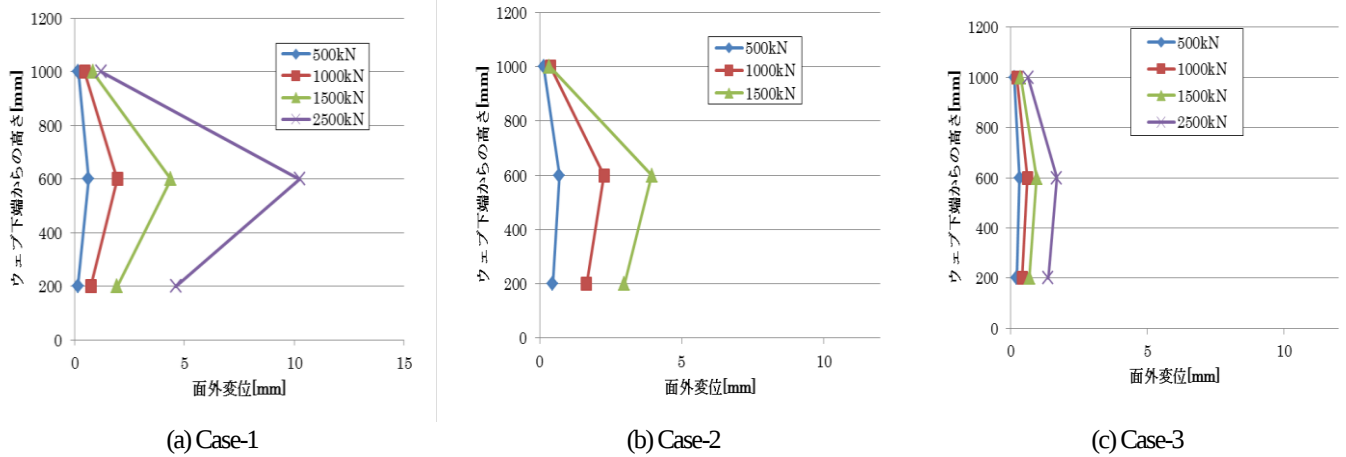


図-5 各供試体の面外変位の比較

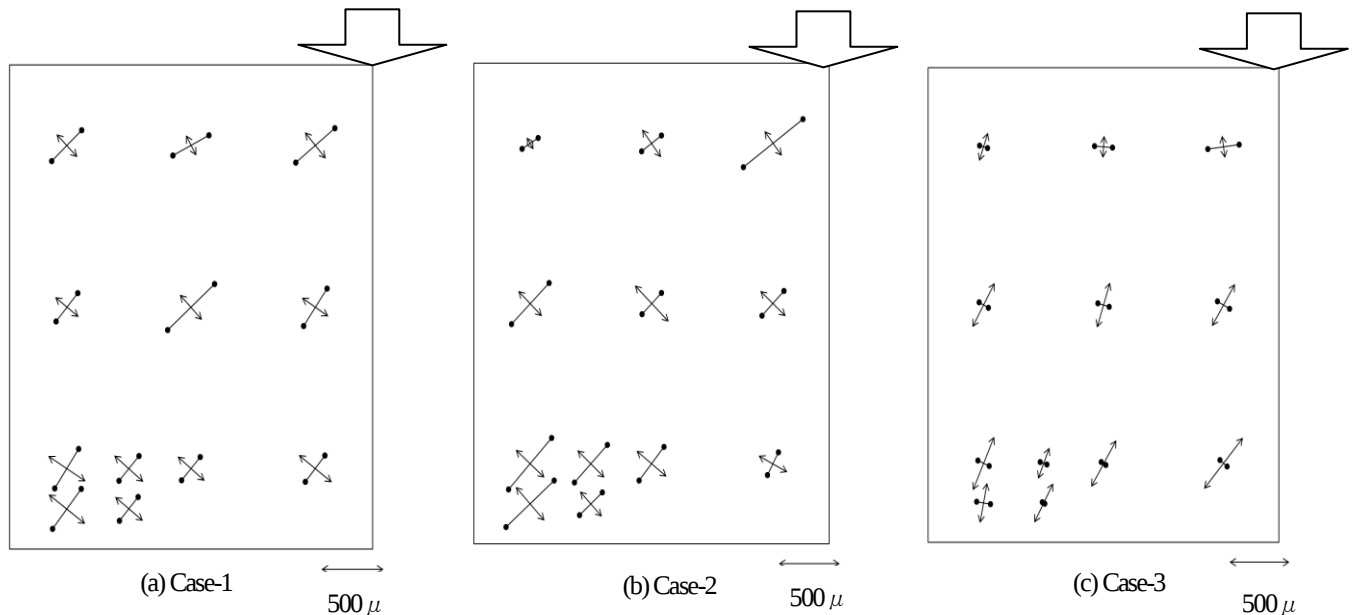


図-6 各供試体の主ひずみ分布 (1000kN時)

各供試体において、支点上補剛材と載荷位置の中央位置、すなわち図-3の W62, W63, W64 において計測したウェブの面外変位の測定結果を図-5 に示す。なお、計測位置はウェブ下端からそれぞれ 200mm(W64), 600mm(W63), 1000mm(W62)の位置である。載荷荷重は、Case-2 の最大荷重が 1567kN であったことから、それより小さい 3 点のデータを比較するために、500kN, 1000kN, 1500kN を選定し、1500kN から Case-1, 3 の最大荷重までの間の値として 2500kN も選定し、それぞれの結果を示している。

図-5 より、すべての供試体において、載荷荷重が大きくなるにつれて、面外変位が大きくなっていることがわかる。また、計測位置が下端から 600mm のウェブパネルの中央 (W63) の面外変位が最も大きくなっている。これは、載荷に伴い、ウェブパネルに斜張力場が形成されせん断座屈が発生し、ウェブ中央位置の面外変位が最も大きくなったと考えられる。

次に、Case-2 の腐食損傷供試体の面外変位は、500kN, 1000kN 載荷時だけでなく 1500kN 載荷時でも Case-1 とほぼ同等であることがわかる。これは、荷重と鉛直変位の関係から Case-2 では、1000kN を超えた付近から剛性が変わっているが、剛性変化後の 1500kN 載荷時においても、ウェブは載荷荷重に相当する面外変位が生じたものと考えられる。

CFRP を用いた補修供試体 Case-3 では、Case-1 と比べて面外変位が小さい。これは、ウェブパネルに接着した CFRP 部材の影響で、面外変位が生じにくかったものと考えられる。

(3) ウェブの主ひずみ分布

ウェブパネルの応力状態を確認するため、ウェブに貼り付けた 3 軸ゲージの値から、各計測位置の主ひずみを算出した。各供試体における載荷荷重が 1000kN 時の主

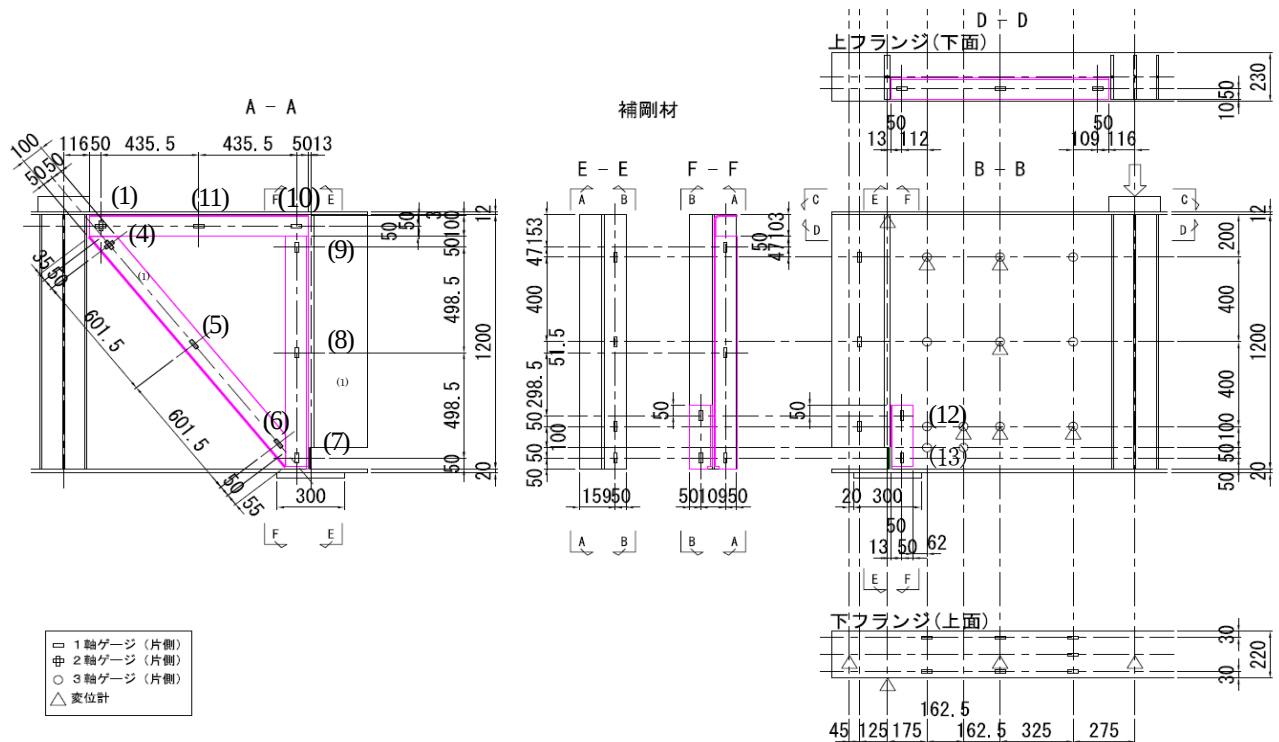


図-7 CFRP の貼り付け位置図

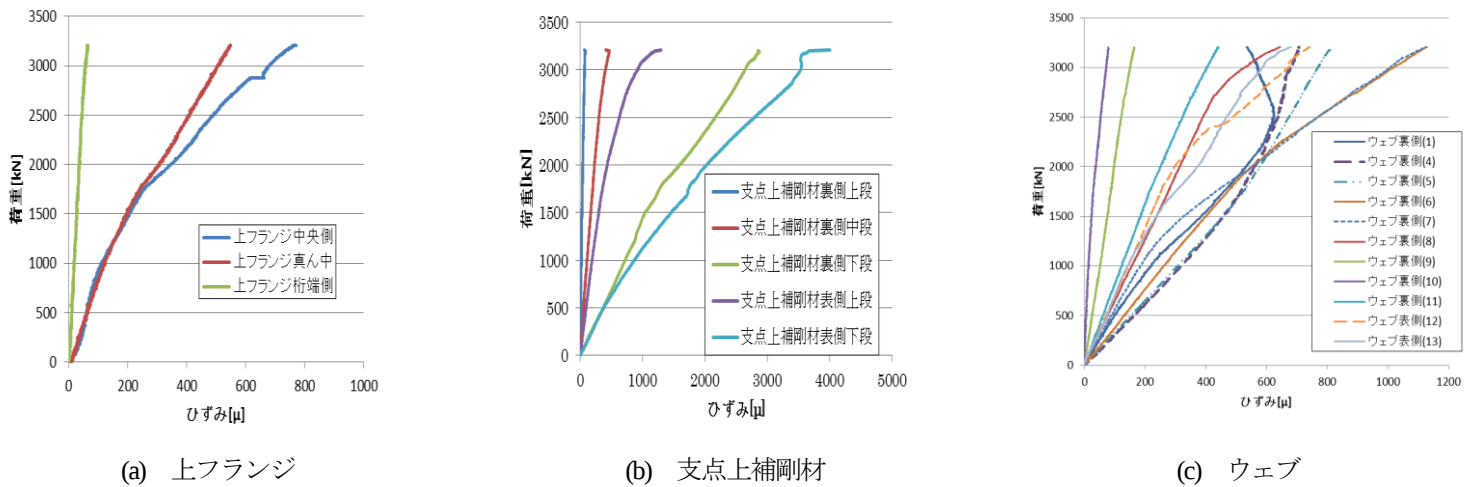


図-8 各 CFRP 部材の荷重ひずみ関係

ひずみ分布を図-6 に示す。なお、図中の両端矢印はその方向の引張りひずみ、両端黒丸はその方向の圧縮ひずみを示しており、凡例は図中のひずみの大きさに対するスケールを、ブロック矢印は載荷位置をそれぞれ表している。

健全供試体 Case-1、腐食損傷供試体 Case-2 では、主ひずみの方向がいずれの計測点でもほぼウェブの対角線方向となっていることがわかる。Case-1 では、ウェブ中央の主ひずみが最も大きくなっており、その方向は載荷位置と支点とを結ぶ圧縮ひずみとなっている。Case-2 の主ひずみ分布では、Case-1 と同じような主ひずみ分布となっているが、載荷位置近傍と支点部近傍のひずみがいず

れも Case-1 より大きくなっている。一方 CFRP 補修供試体 Case-3 では、主ひずみ方向がいずれの個所もほぼ橋軸方向と橋軸方向に直角の方向となっていることがわかる。これはウェブに接着した CFRP 部材から拘束を受けたため、ウェブに斜張力場が形成されにくかったことが原因と考えられる。

(4) CFRP 部材の荷重とひずみの関係

CFRP 補修供試体 Case-3 の CFRP 貼り付け位置図及び、各 CFRP 部材の荷重-ひずみ曲線をそれぞれ図-7、8 に示す。図-8 より、供試体に接着した CFRP アンクル部材は、(b)支点上補剛材の下段部に貼付した CFRP において、



(a) Case-1



(b) Case-2



(c) Case-3

写真4 各供試体の残留変形状況

ひずみが最も大きいことが分かる。また、(C)ウェブパネルのひずみに着目すると、各点の 1000kN 時のひずみは図-6(c) に示すひずみ分布と同程度の値となっているのに対し、1500kN を超えた辺りからウェブ裏側(6),(7)のひずみが大きくなっていることがわかる。これは、1500kN を超えた辺りから CFRP 成形部材への荷重分担が大きくなったためだと考えられる。

(5) 残留変形状況

各供試体のウェブの残留変形状況を写真-4 に示す。これより、健全供試体 Case-1 はウェブがほぼ対角線方向に面外変形しており、ウェブのせん断座屈であることがわかる。これは、2.(1)で示した座屈パラメータから推測し



写真5 Case-2 の支点上補剛材の座屈



写真6 Case-3 の CFRP 成形部材の剥離

た崩壊のシナリオと同様であった。腐食損傷供試体 Case-2 は、ウェブには大きな変形は見られず、減肉させた支点上補剛材下端が写真-5 のように座屈していた。Case-2 では、3.(1)で示したように、載荷荷重が 1000kN を超えた付近から剛性が変化しているが、その理由として支点上補剛材の座屈によるものと考えられる。CFRP 補修供試体の Case-3 では、最大荷重時に支点上補剛材に接着していた CFRP 成形部材が突然剥離し、支点上補剛材の減肉部位が写真-6 のように座屈していた。この供試体でもウェブでは大きな変形は見られなかった。

4. まとめ

本研究では、鋼 I 桁の実物大スケールの鋼桁端部供試体を用いて、既設橋梁に生じている腐食損傷を模擬した鋼桁端部を設定し、その最大耐力を把握するとともに、腐食した鋼桁端部に対する CFRP 接着補修方法について実験的検討を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 支点上補剛材を下端から 100mm の範囲で 1/4 まで減肉（残存板厚 6mm）させ、ウェブは支点上補剛材から桁端側を下端から 100mm の範囲で貫通させた腐食損傷供試体の最大荷重は、健全供試体の最大荷重の約 50%に低下した。これは、減肉した支点上補剛材が座屈したことにより、最大荷重が低下したものであった。

- (2) 健全供試体，腐食損傷供試体では載荷荷重の増加とともにウェブパネルの面外変位は大きくなり，ウェブパネル中央位置の面外変位が最も大きくなった．一方，CFRP 補修供試体では，それほど大きな変位をしなかった．これは，ウェブパネルにトラス上に接着した CFRP により，変位が拘束されたためと考えられる．
- (3) ウェブパネル中央位置の主ひずみは，健全供試体，腐食損傷供試体では載荷位置と支点を結ぶ方向に圧縮ひずみが生じていたのに対し，CFRP 補修供試体では，橋軸方向に圧縮ひずみが生じていた．これは，ウェブパネルにトラス上に接着した CFRP により変位が拘束されたため，ウェブパネルに斜張力場が形成されにくかったためと考えられる．
- (4) CFRP を用いた補修供試体は，健全供試体と同等の最大耐力を示した．健全供試体の破壊箇所はウェブのせん断座屈であるのに対し，補修供試体では CFRP 成形部材の突然の剥離による支点上補剛材の座屈であった．

本研究では，腐食した鋼桁端部に対する CFRP 成形部材を用いた補修について簡易な補修方法を検討し，その補修方法による支点部の耐力はウェブのせん断耐力より大きく，その補修方法を採用することが可能であることを示した．

今後は，腐食損傷状況が本研究とは異なるケースに対する補修方法を検討するとともに，今回提案した補修方法の長期耐久性などについて検討する必要があると考えている．

謝辞

本実験の実施には，京都大学技術職員である有馬博人氏にご協力いただきました．また，接着剤および接着はユニシ（株）にご提供およびご指導いただきました．ここに記して謝意を表します．

参考文献

- 1) 国土交通省 国土技術政策総合研究所：鋼道路橋の局部腐食に関する調査研究，国土技術政策総合研究所資料，第 294 号，2006.1.
- 2) 名取暢，西川和廣，村越潤，大野崇：鋼橋の腐食事例調査とその分析，土木学会論文集，No.668，I-54，pp.299-311，2001.1.
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，Ⅱ 鋼橋編，丸善，2012.3.
- 4) Vo Thanh Hung，永澤洋，佐々木栄一，市川篤司，名取暢：腐食が原因で取り替えられた実鋼橋支点部の載荷実験および解析，土木学会論文集，No.710，

I-60，pp.141-151，2002.7.

- 5) 臼倉誠，山口隆司，豊田雄介，三ツ木幸子，金銅晃久：鋼桁端部の支点上のウェブと補剛材の下端腐食範囲の違いがその耐力特性に及ぼす影響，構造工学論文集，Vo.57A，pp.724-734，2011.3.
- 6) 山口栄輝，赤木利彰：腐食した鋼 I 桁の支点部耐力に関する考察，構造工学論文集，Vol.59A，pp.80-90，2013.3.
- 7) 独立行政法人土木研究所 構造物メンテナンス研究センター：鋼橋桁端部の腐食対策に関する研究，土木研究所資料第 4142 号，2010.3.
- 8) 大倉一郎，福井唯夫，中村圭吾，松上泰三：炭素繊維シートによる鋼板応力の低下と剥離せん断応力，土木学会論文集，No.689/I-57，pp.239-249，2001.
- 9) 中村一史，諸井敬嘉，鈴木博之，前田研一，入部孝夫：溶接継手に発生した疲労亀裂の CFRP 板による補修，鋼構造年次論文報告集，第 12 巻，pp.425-430，2004.
- 10) 伊藤久継，野坂克義，鈴川研二，伊藤満：CFRP 板補強鋼桁の耐荷力に関する実験的研究，土木学会構造工学論文集，Vol.52A，pp.813-820，2006.
- 11) 玉井宏章，高松隆夫，服部明生，灰谷徳治，櫻庭誠：炭素繊維プレートによる鋼構造物の接着補強工法に関する基礎的研究，鋼構造年次論文報告集，第 14 巻，pp.445-452，2006.
- 12) 松村政秀，北田俊行，久部修弘：高弾性 CFRP 板を I 形断面鋼桁に貼付する補強効果に関する研究，土木学会構造工学論文集，Vol.54A，pp.834-841，2008.
- 13) 石川敏之，大倉一郎，西田貴裕，横田季彦，斎藤誠：CFRP 板付着端近傍への低弾性接着剤の使用による剥離せん断応力の低減，土木学会構造工学論文集，Vol.54A，pp.842-849，2008.
- 14) 杉浦江，小林朗，大垣賀津雄，稲葉尚文，富田芳男，長井正嗣：鋼部材腐食損傷部の補修における炭素繊維シート接着方法に関する解析的研究，土木学会論文集 A，Vol.64，No.4，pp.806-813，2008.
- 15) 奥山雄介，宮下剛，若林大，小出宜央，小林朗，秀熊佑哉，堀本歴，長井正嗣：腹板を CFRP 補強した鋼桁のせん断座屈試験と強度評価法，土木学会論文集 A1（構造・地震工学），Vol.68，No.3，pp.635-654，2012.
- 16) 阪神高速道路株式会社：道路構造物の点検要領共通編 土木構造物編，2011.12.
- 17) 田中大介，杉浦邦征，橋本国太郎，丹波寛夫：腐食した鋼桁端部の補修設計法に関する解析的研究，平成 25 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集，I-42，2013.5.
- 18) 土木学会 鋼構造委員会 座屈設計ガイドライン

EXPERIMENTAL STUDY ON REPAIR OF A STEEL GIRDER WITH CORROSION DAMAGE BY USING CFRP

Daisuke TANAKA , Yoshio TAMBA , Kunitaro HASHIMOTO , Kunitomo SUGIURA

In a steel girder end, corrosion damage has occurred mostly due to water leakage containing the anti-freezing agent because of the damage of the expansion joint. When we repair the steel girder end with corrosion damaged, we often repair by using patch plate with high strength bolt. However in a steel girder end, efficiency of the repair work is not good because it is very narrow space, so it is needed that simple and rational repair way. Then, in this study, we suppose the repair way using CFRP that is different from conventional repair way using patch plate with high strength bolt and in order to make clear the repair effect, the loading experiments were conducted. Moreover, we verify the structure size of CFRP and repair effect by using elastic-plastic finite element analysis. From the result of the loading experiment, we can confirm that the new method of repair by using CFRP is the same loading capacity as the conventional repair way by using patch plate with high strength bolt.