

1軸対称鋼桁のCFRPによる 曲げ耐荷力補強に関する実験的研究

原田 拓也¹・広瀬 剛²・大垣 賀津雄³・宮下 剛⁴・
奥山 雄介⁵・小林 朗⁶・秀熊 佑哉⁷

¹正会員 高速道路総合技術研究所 道路研究部 (〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1)
E-mail: t.harada.ab@ri-nexco.co.jp

²正会員 高速道路総合技術研究所 道路研究部 (〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1)
E-mail: t.hirose.ac@ri-nexco.co.jp

³正会員 ものつくり大学 建設学科 (〒361-0038 埼玉県行田市前谷333)
E-mail: ohgaki@iot.ac.jp

⁴長岡技術科学大学 環境社会基盤工学専攻 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1)
E-mail: mtakeshi@vos.nagaokaut.ac.jp

⁵長野工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒381-8550 長野県長野市徳間716)
E-mail: y_okuyama@nagano-nct.ac.jp

⁶新日鉄住金マテリアルズ コンポジットカンパニー (〒104-0061 東京都中央区銀座7丁目16-3)
E-mail: kobayashi.hr7.akira@nsmat.nssmc.com

⁷新日鉄住金マテリアルズ コンポジットカンパニー (〒104-0061 東京都中央区銀座7丁目16-3)
E-mail: hidekuma.3ae.yuya@nsmat.nssmc.com

鋼橋の床版取替え工事等では、鋼桁の補強が必要となることがある。補強については鋼材を用いることが一般的であるが、供用中の桁下での作業となることから、より施工性に優れた工法が望ましい。そこで炭素繊維シート接着工法によるプレートガーダーの曲げ補強への適用について検討する。ここでは、合成桁を想定した1軸対称のプレートガーダーについて、腹板の局部座屈に対する補強効果を確認するため、水平補剛材の有無や炭素繊維シートの貼付け方法（貼付け方向および層数）をパラメータとして4点曲げ試験を実施した。この結果、炭素繊維シートによってプレートガーダーの曲げ耐力を向上させることができ、腹板に対しては2方向に貼り付ける方法が効果的な補強であることを確認した。

Key Words : CFRP sheet, steel plate girder, bending load carrying capacity, reinforcement

1. はじめに

東、中、西日本高速道路株式会社の管理する高速道路では、経過年数が30年以上の区間が約4割を占める状況である。特に橋梁においては、大型車交通量の増加、凍結防止剤の散布や海岸部の通過など厳しい環境に伴い床版の劣化が顕在化しており、大規模更新事業としての床版取替えが延長約230km、概算事業費約16,500億円で2015年3月から15年計画で実施されている¹⁾²⁾。鋼橋の床版取替えでは、規制の制約及び耐久性の向上のためプレキャストPC床版に取替えることを標準として事業を

進めている。この取替床版の設計においては、活荷重など現行の設計基準を用いることから、床版厚の増加や鋼桁に対して補強が必要となる場合がある。また、工事中にも一時的に床版が撤去されることから、特に合成桁では上フランジが比較的小さいことから曲げに対して厳しい状況となる。このような状況において、鋼桁の補強は一般的に鋼材を用いて実施されるが、供用中の橋梁下面での足場上の作業となるため、補強材料としてはより軽量で作業も簡易なものが望まれる。

高速道路会社で実施している鋼材以外の鋼構造物の補修・補強材料としては、炭素繊維シート（以下、CFRP

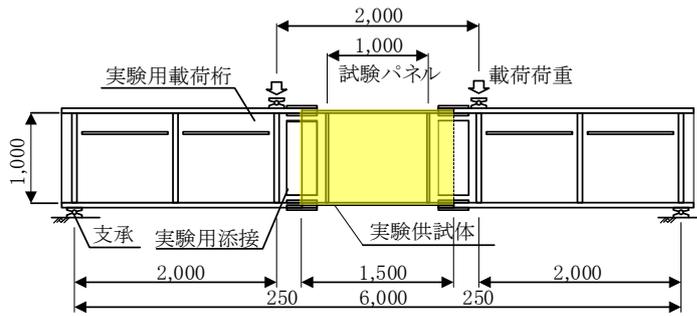


図-1 試験概要図



図-2 試験状況

表-1 試験ケース

供試体	材質	腹板幅厚比	水平補剛材	上フランジ幅厚比	下フランジ幅厚比
CASE1	SM490Y	125 (tw=8.0 mm)	なし	11.8 (PL150×6)	10.1 (PL250×12)
CASE2		222 (tw=4.5 mm)	あり		10.4 (PL250×12)
CASE3					10.9 (PL200×9)

シートと記す) が基準化されている。CFRP シートは鋼材に比べ、高弾性・高強度、軽量であり、腐食しないといった材料特性を有している。また、含浸・接着樹脂を用いて CFRP シートを接着することで、大掛かりな施工機械や特殊技能が不要であり、鋼材への溶接による熱影響やボルト孔の欠損もないなどの利点がある。

一方で、接着した CFRP シートと鋼材との接着端部では大きなはく離せん断応力が生じ、はく離により脆性的に補修・補強効果がなくなることが懸念される³⁾。そのため、はく離防止の観点から多くの検討が存在する^{4)~8)}。筆者らは、CFRP シートと鋼材との接着界面に高伸度弾性パテ材を入れることではく離抵抗性を高めた工法を検討しており^{9)~12)}、軸方向力を受ける部材、支点反力を受ける部材、せん断力を受ける部材に対する補修・補強工法的设计施工マニュアルをまとめた¹³⁾。

本検討では、上記マニュアルの適用範囲拡大を目指し、鋼桁の曲げ耐荷力に対して CFRP シートによる補強工法が適用できるかを確認するものである。そのために、実橋を模した2軸対称の桁試験体について CFRP シートを接着して4点曲げ試験を実施し、その補強効果を確認している¹⁴⁾。今回は合成桁断面を想定した1軸対称の桁に対して、CFRP シートの補強方法や補強範囲をパラメータとして試験を実施した。

2. 試験概要

(1) 試験方法

本検討では、図-1,2に示すような支間長さ6,000mm、腹板高さ1,000mmの実験用載荷桁に対して、等曲げ区間が2,000mmとなるように4点曲げ載荷試験を実施した。試験体は、試験機の載荷能力を考慮し、実橋の1/2程度の寸法とし、合成桁で用いられるような1軸対称の断面としている。載荷は、終局荷重まで荷重を漸増させ、荷重低下を目安に載荷を終了した。

(2) 試験体

a) 試験体

試験体は表-1のように腹板の幅厚比、水平補剛材の有無をパラメータとした3ケースを対象に、CFRPシートによる補強方法を変化させた6パターンで、計18パターンを実施する。鋼材の降伏点は、腹板が413MPa、上フランジが413MPa、下フランジが441MPaのものを使用した。

b) CFRPシートと接着方法

本検討では中弾性型の一方向繊維シートを用いる。CFRP シートの材料特性を表-2 に示す。マニュアル¹³⁾では弾性係数 640GPa 以上の高弾性型の一方向繊維シートにより、効率よく補強効果を得ることとしている。一方、板の比較的大きな局部座屈変形が発生した際に繊維の破断や破壊が生じることがある。¹²⁾本検討では、CFRP シートの局部変形への追従も期待するため、高弾性よりも引張強度の高い中弾性型を用いることとした。

また、座屈変形のような大変形に対して補強効果を発揮させるためには、CFRP シートのはく離を抑制する必要がある。そのため、マニュアル¹³⁾と同様に高伸度弾性パテ材を鋼材と CFRP シートの間に挿入した。

表-2 CFRP シートの材料特性

CFRP シート	弾性係数 (GPa)	引張強度 (MPa)	繊維目付 け量(g/m ²)
中弾性型	390	2900	300
(参考)高弾性型	640	1900	300

CFRP シートの接着は以下の工程で実施した。

- ① CFRP シートの接着面をディスクサンダーでケレン
- ② アセトンで脱脂後、ケレン部に高伸度弾性パテ材用プライマーを塗布
- ③ 高伸度弾性パテ材を塗布し、1日養生
- ④ 含侵・接着樹脂材を塗布
- ⑤ CFRP シートをセットして、ローラーで脱泡
- ⑥ 含侵・接着樹脂材を塗布
- ⑦ ④～⑥を必要枚数分繰返し

CFRPシートの積層枚数は、CFRPシートの設計厚を換算して、CFRPシートと鋼材が完全合成と仮定した場合の必要板厚からCFRPシートの積層枚数を決定した。CFRPシート1枚の鋼厚換算厚さは式(1)から算出される。

$$t_{cf,s} = \frac{E_{cf} w}{E_s \rho} \quad (1)$$

ここに、 $t_{cf,s}$: CFRPシート1枚の鋼換算厚さ、 E_{cf} : CFRPシートの弾性係数、 E_s : 鋼材の弾性係数、 w : 炭素繊維

の繊維目付量、 ρ : 炭素繊維の密度である。本検討で用いたCFRPシートは $t_{cf,s}=0.346\text{mm}$ となる。

試験体の種類は、CFRPによる補強なしの試験体(A)とCFRPで腹板を補強した試験体の4種類(B-E)、さらにフランジまで補強した試験体(F)とする。CFRPシートによる補強方法の詳細は表-3に示す通り、補強後断面の計算上の中立軸までの圧縮領域に橋軸方向 X のみ補強したものを C、Cと同じ中立軸までの圧縮領域に橋軸方向 X と鉛直方向 Y を補強したものを D、Dに対して繊維の量を1/2としたものを E、Dの補強に上フランジ下面の橋軸方向 Xの補強をしたものを Fとする。また、Bについては、水平補剛材のない CASE1 では鋼桁の中立軸までの圧縮領域に橋軸方向 X と鉛直方向 Y を補強したものの、水平補剛材がある CASE2,3 では、水平補剛材から上フランジまで補強したもとしている。

中立軸の計算から決定した、Y方向の貼付け範囲については、表-4、図-3に示す。

3. 試験結果

(1) 曲げ耐力と補強効果

本試験より得られた結果として、終局曲げ耐力を表-5に示す。表中の()内の数値は、A(無補強)シリーズの曲げ耐力に対するの増加率(以下、耐力増加率と呼ぶ)を示しており、A(無補強)シリーズ曲げ耐力に対するの補強後試験体の曲げ耐力の比である。全ての試

表-3 CFRPシート接着方法

試験体	CASE1	CASE2	CASE3
A	補強なし	-	-
B	鋼桁中立軸XY8層	185	185
C	補強後中立軸XY8層	540	482
D	補強後中立軸XY8層	530	482
E	補強後中立軸XY4層	553	517
F	補強後中立軸XY8層+上フランジXY8層	517	466

※X:橋軸方向 Y:鉛直方向 (供試体D:補強桁中立軸XY(CASE1), 水平補剛材上部XY(CASE2,3)
供試体E,F:補強桁中立軸XY)

中立軸X

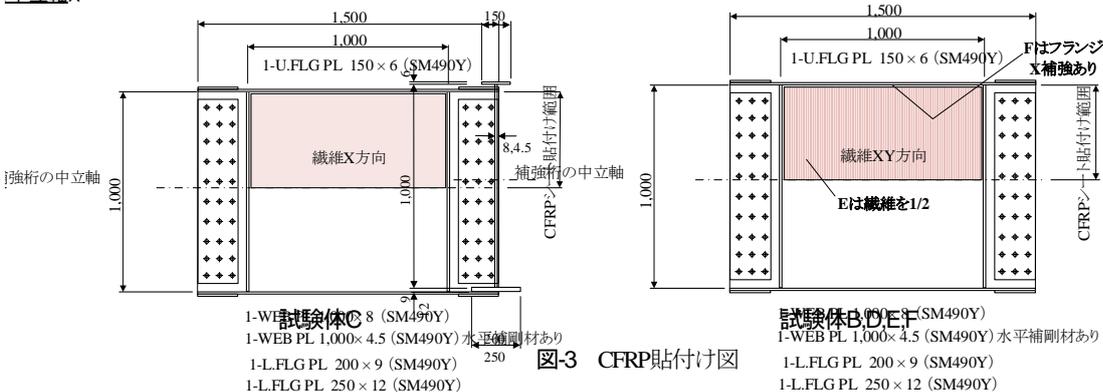


図-3 CFRP貼付け図

験体で CFRP シートによる補強効果が見られ、水平補剛材の有無や引張フランジの幅厚比、補強範囲の変化によって耐荷力増加率に違いが見られた。

水平補剛材なしの CASE1 で補強前の鋼桁中立軸まで補強した試験体 B がもっとも耐荷力増加率 (54%) が大きくなる結果となった。補強後の中立軸まで CFRP シートを貼り付けた試験体 D では、耐荷力増加率が 38% と補強前鋼桁中立軸まで補強した試験体 B と比べると耐荷力増加率が低くなった。また、補強後の中立軸+圧縮フランジに CFRP シートを貼付した試験体 F では、耐荷力増加率は試験体 D と比べて上昇しているのがわかる。B, D, F の 3 試験体とも耐荷力増加率が高い結果となった。一方、Y 方向に CFRP シート貼付していない C は、耐荷力増加率が 14% と低く、CFRP シートを試験体 D の 1/2 の貼付け量とした試験体 E でも 24% と低い。

水平補剛材ありの CASE2,3 では、試験体 B,C,E の耐荷力増加率が 22~26% であり、低いことがわかる。CASE1 と同様に試験体 C は Y 方向を補強していないこと、試験体 E は補強量が D の半分であること、試験体 B については水平補剛材より上部のみの補強であることが原因と考えられる。

最大荷重と補強方法の関係をグラフにしたものを図4に示す (Bはケースで補強方法が違うため省略)。この図からも、X方向のみ補強する場合よりもXY方向に補強する方が、補強効果が高いことがわかる。また、フランジまで補強することにより、さらに最大荷重が増加している。

表-5 曲げ耐荷力の結果 (kN)

	A	B	C	D	E	F
CASE1	864	1334 (54)	989 (14)	1195 (38)	1070 (24)	1292 (50)
CASE2	651	801 (23)	814 (25)	912 (40)	818 (26)	956 (47)
CASE3	645	807 (25)	788 (22)	854 (32)	790 (22)	907 (41)

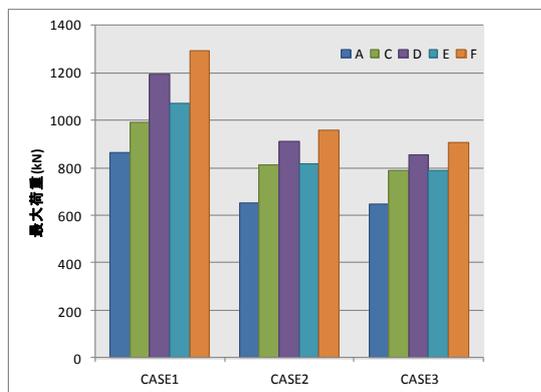


図-4 補強方法と最大荷重の関係

(2) はじめに塑性ひずみが発生する荷重

荷重を漸増させていき、はじめに塑性ひずみが発生する荷重を調べた。試験から得られた結果を表6に示す。表中の () 内の数値は、A(無補強)シリーズの塑性ひずみ荷重に対しての増加率 (以下、塑性ひずみ荷重増加率と示す) を示しており、A シリーズ荷重に対しての補強後試験体の荷重の比である。合成桁を模擬した 1 軸対称の桁では、補強有無に関わらず全ての試験体が上フランジで塑性化が発生している。

この塑性ひずみ発生荷重と補強方法の関係グラフを図5に示す。いずれの試験体も上フランジから塑性ひずみが発生しており、上フランジまで補強したFが最も補強効果が高い。また、X方向のみ補強したCでは、弾性域での補強効果は低く、貼付け方向を1/2としてXY方向に貼り付けたEと同レベルであった。また、腹板のみの補強した場合においても、弾性域でのフランジの発生応力を抑え、ねじれ座屈への抑制効果があることがわかった。

表-6 はじめに塑性ひずみに達する荷重(kN)

	A	B	C	D	E	F
CASE1	633	944 (42)	739 (11)	790 (19)	751 (13)	1046 (58)
CASE2	396	518 (31)	431 (9)	629 (59)	439 (11)	888 (124)
CASE3	299	509 (70)	480 (61)	509 (116)	481 (61)	731 (144)

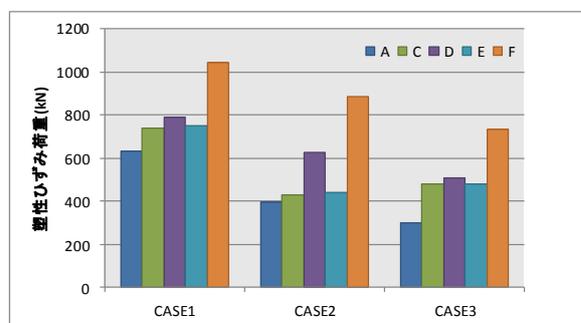


図-5 補強方法と塑性ひずみ荷重の関係

(3) 荷重-鉛直変位の関係

各 CASE の荷重とスパン中央の下フランジの鉛直変位の関係を図6-8に示す。

いずれも塑性ひずみが発生する荷重までは概ね線形で推移しており、荷重が大きくなるに従って、傾きが小さくなっている。塑性変形に至っても、CFRPシートで補強された試験体は、最大荷重に達するまで変位が急変することはなかった。

なお、CASE2の試験体Fについては、載荷試験中に中絶が生じたため、再載荷したものを重ねた参考値として示している。

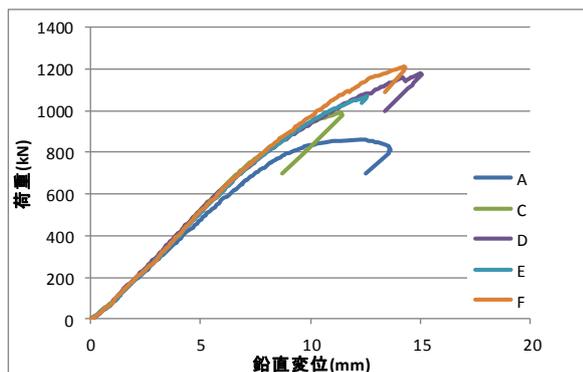


図-6 載荷荷重とスパン中央の鉛直変位の関係:CASE1

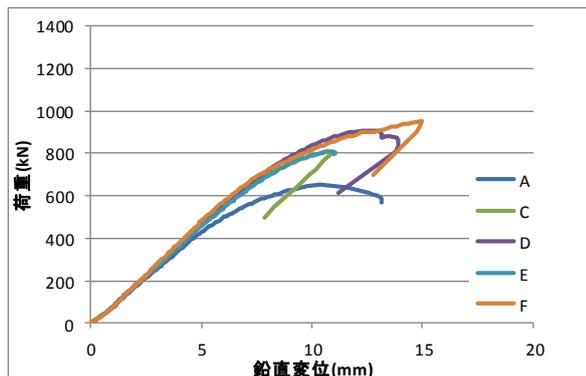


図-7 載荷荷重とスパン中央の鉛直変位の関係:CASE2

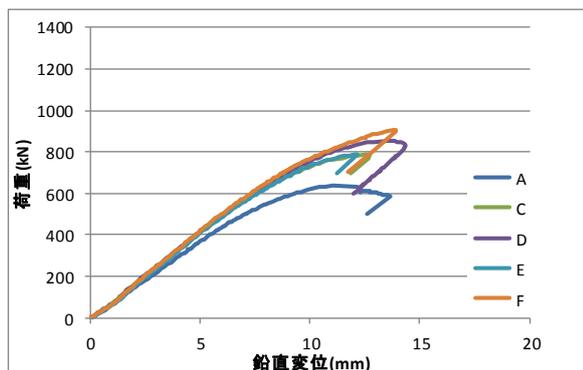


図-8 載荷荷重とスパン中央の鉛直変位の関係:CASE3

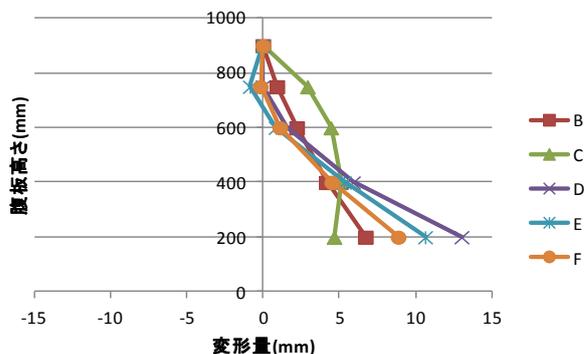


図-9 載荷荷重989kNでの面外変位の関係:CASE1

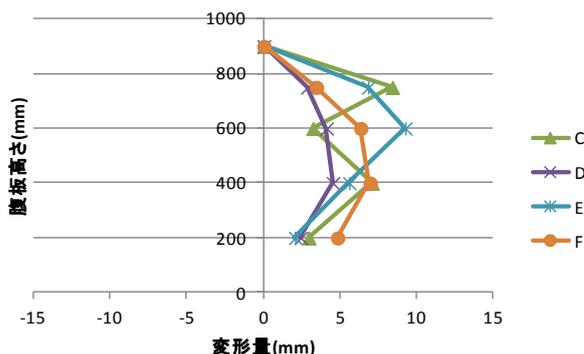


図-10 載荷荷重814kNでの面外変位の関係:CASE2

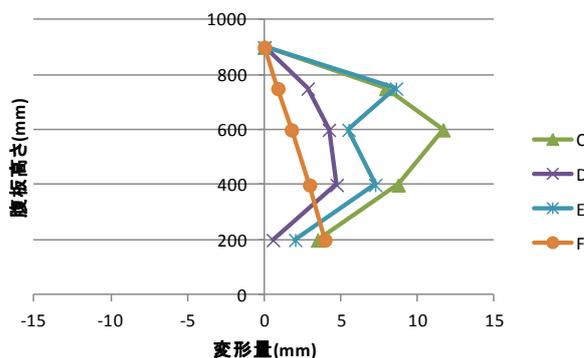


図-11 載荷荷重788kNでの面外変位の関係:CASE3

(4) 面外変位

各CASEの試験体Cの最大荷重時の腹板の面外変位を図9-11に示す。図では腹板上端から100mm下の位置の変形量を0mmとして表したものである。

水平補剛材を有するCASE2,3では、試験体C (X8層) と試験体E (XY4層) の面外変位は、同じレベルで発生しており、試験体D,F (XY8層) と比較すると、1方向貼付の補強効果が低い結果となった。

水平補剛材の無いCASE1では、試験体B,D,F (XY8層) が全体的な変形は大きい値を示している。しかし、上フランジ付近の局所的な変形量はC (X8層) ,E (XY4層) が比較的大きく出ており、変形方向についても反転している。

(5) 残留たわみ

試験後の腹板の面外残留たわみについて、試験体 A (無補強),D (XY8層) ,E (XY4層) ,F (XY4層+FLG) の結果を図-11~13に示す。無補強のAシリーズの試験体については、いずれも腹板に明確な座屈による残留たわみの波形が見取れる。

一方で、補強後中立軸XY8層(D,Fシリーズ)はAシリーズと比較すると、残留たわみが小さい。残留たわみの大きさは荷重終了の段階がそれぞれ異なるので比較することは困難であるが、腹板の残留たわみを十分低減することがわかる。また、桁の終局状態は、圧縮フランジの局所的なねじれで終局状態を迎えていた。そのため、CFRPシートにより腹板の局部座屈に伴う残留たわみを小さくできることが確認できた。

■ -10-5 ■ -5-0 ■ 0-5 ■ 5-10 ■ 10-15 ■ 15-20 ■ 20-25

たわみ(mm)

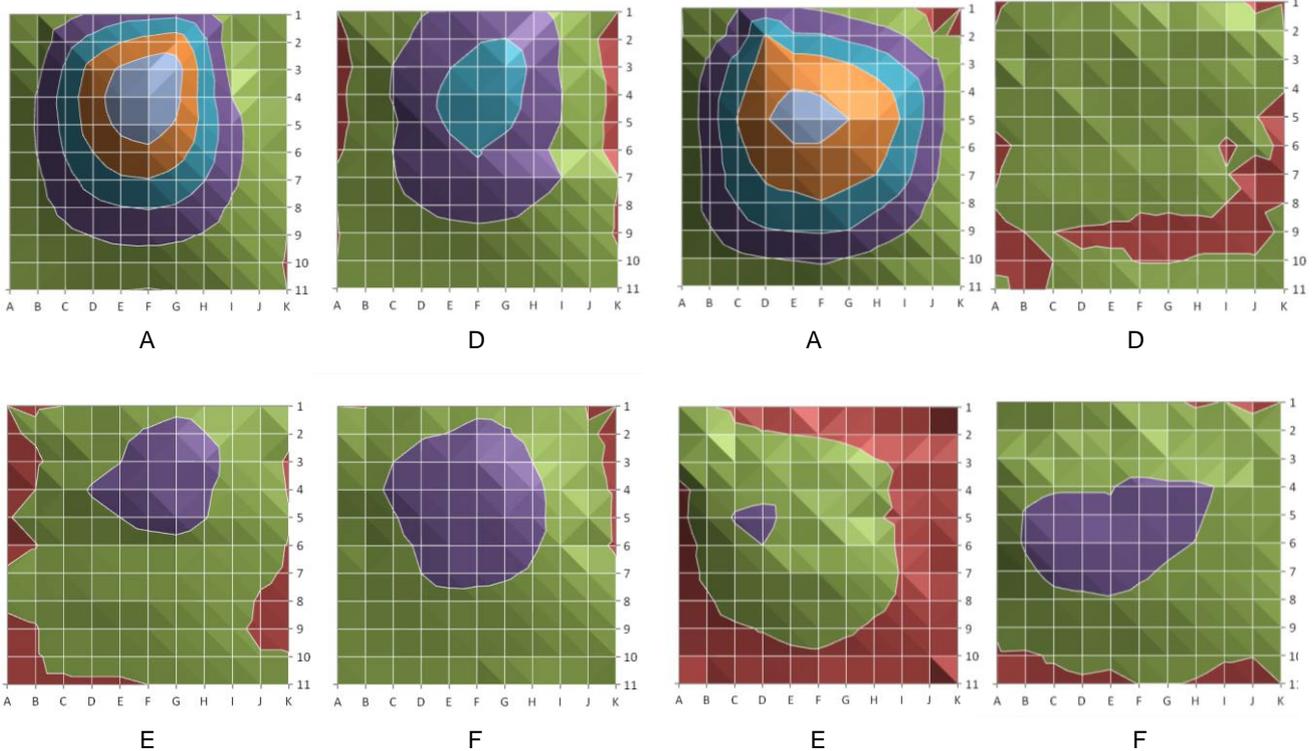


図-11 CASE1 (水平補剛材なし) の残留たわみ

図-13 CASE3 (水平補剛材あり) の残留たわみ

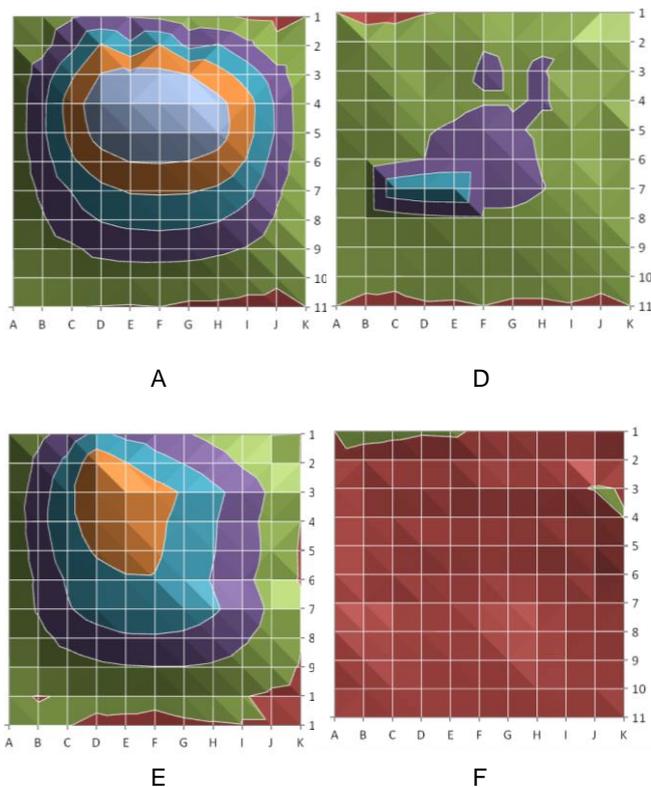


図-12 CASE2 (水平補剛材あり) の残留たわみ

補強後中立軸XY4層(Eシリーズ)もDシリーズより劣るものの、残留たわみを小さくすることができた。CASE2については、他のケースと比較すると残留たわみが大きくなっているが、鋼材の板厚換算した補強後の幅厚比パラメータが他のケースより大きかったため、補強効果が小さい結果となったと考えられる。

(6) 耐力の評価

既往の研究で提案されている水平補剛材1段までの1軸対称プレートガーダーの耐荷性能評価法¹⁵⁾を元にCFRPシート補強後の耐荷力を算出した結果と実験値との関係を図-14に示す。なお、計算ではCFRPシートは(1)式で計算される鋼換算分の鋼板板厚が増えたと考えた。また、CASE2,3の計算値は、水平補剛材ありとしたモデルとなしと仮定した場合のモデルの両者で比較しており、計算結果を表-7に示す。

試験体に水平補剛材のないCASE1では補強前後の実験値と計算値の比の誤差は±10%以下であり精度良く耐荷性能を評価できていることがわかる。

試験体に水平補剛材のあるCASE2,3では、補強前は水平補剛材があるものとして計算した結果(図中の赤○)と実験結果が近似している。一方、補強後の値については、水平補剛材がないものとして計算した結果(図中の

青□, △) のほうが近似した結果となった. この理由として, CFRPシートで補強した後の試験体では, 補強された腹板に対して水平補剛材の剛度が相対的に小さくなり, 必要剛度が不足していることが原因で, 水平補剛材なしの計算結果に近くなったものと考えられる.

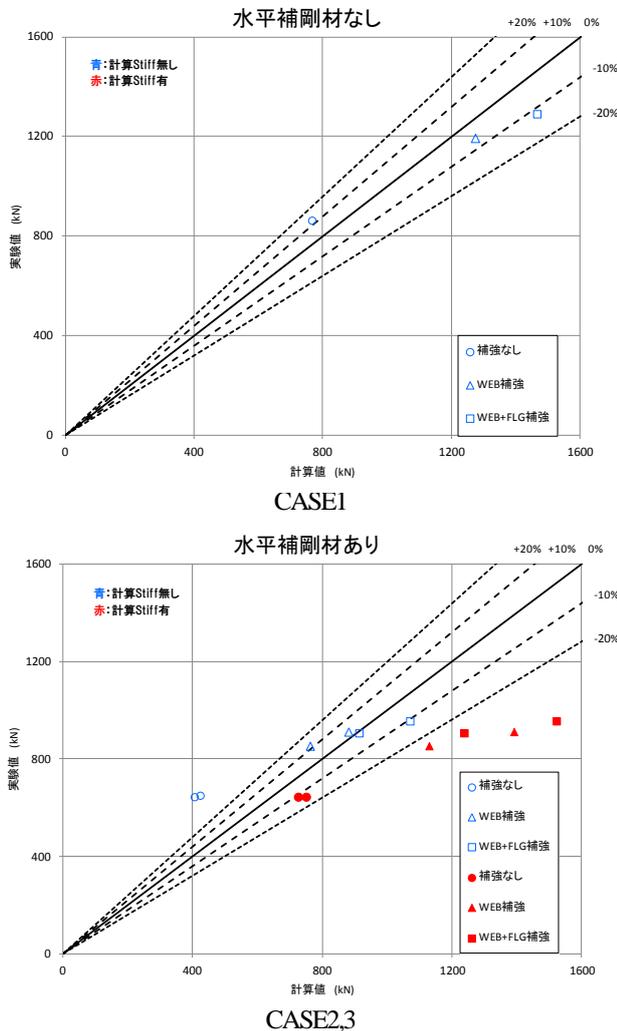


図-14 実験値と計算値の比較

表-7 水平補剛材の有無と計算値の関係

試験体と計算モデル			D	F
試験体	計算モデル	耐力	補強後の中立軸XY8層	補強後の中立軸XY8層+フランジX8層
CASE2	水平補剛材あり	計算値 Mu1 kN	1390	1521
		実験値 Mu2 kN	912	956
		(Mu1/Mu2)-1 %	-34.4%	-37.1%
	水平補剛材なし	計算値 Mu1 kN	879	1069
		実験値 Mu2 kN	912	956
		(Mu1/Mu2)-1 %	3.7%	-10.4%
CASE3	水平補剛材あり	計算値 Mu1 kN	1128	1236
		実験値 Mu2 kN	854	907
		(Mu1/Mu2)-1 %	-24.3%	-26.6%
	水平補剛材なし	計算値 Mu1 kN	761	912
		実験値 Mu2 kN	854	907
		(Mu1/Mu2)-1 %	12.2%	-0.5%

3. まとめ

本検討では, CFRPシートによる鋼部材の補修・補強方法の適用範囲拡大を目指し, 1軸対称プレートガーダーのCFRPシートによる曲げ耐力補強の検討において, その補強効果や腹板の貼り付け範囲や主応力方向となるX方向以外にY方向の補強の必要性などについて確認実験を行った. 本試験では, 実橋を模した桁試験体にCFRPシートを接着し, 4点曲げ試験を実施した. このような局部座屈する鋼桁に対して, 曲げ補強を行った実験例は少なく, 実橋の床版取替え工事の設計施工における有用性が見受けられる. 本研究で得られた知見を以下に示す.

- 1軸対称プレートガーダーの水平補剛材有り・無しそれぞれの試験体に対して, CFRPシートを腹板又は腹板とフランジの両方に貼り付けることにより, 曲げ耐力が向上した.
- 曲げ圧縮側のねじれ座屈に対して, X方向とY方向にCFRPシートを補強することが有効な補強方法である.
- 水平補剛材より上部のみの補強では, 十分な補強とはいえず, 補強後の中立軸まで補強することが望ましい.
- 水平補剛材を有する試験体では, CFRPシート補強後は水平補剛材の剛度が相対的に小さくなるため, 補強後の耐力は水平補剛材が無いものとして, 補強断面を計算した値に近くなる.

今後の課題として, せん断力が大きい箇所での曲げ補強効果の検討及び曲げ補強の設計手法について検証が必要である. これらの課題に対して, 追加の実験および解析等を実施していく予定である.

謝辞: 本研究を行うにあたり, ものづくり大学の菊地新平氏, 小出健氏はじめ橋梁・構造研究室の方々に協力を頂きました. ここに感謝いたします.

参考文献

- 1) 松坂敏博, 森山陽一, 小笹浩司, 太田秀樹, 藤野陽三, 宮川豊章, 西村和夫: 高速道路の構造物における大規模更新および大規模修繕の導入と課題, 土木学会論文集 F4, Vol.73, No.1, pp.1-18, 2017.
- 2) 土木学会: 鋼構造シリーズ 26, 鋼橋の大規模修繕・大規模更新—解説と事例—, 2016.
- 3) 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はく離せん断応力, 土木学会論文集, No.689/I-57, pp.239-249, 2001.
- 4) 石川敏之, 大倉一郎, 喜多伸明: 繊維シートが挿入された炭素繊維プレート接着鋼板のはく離せん断応力, 構造工学論文集, Vol.52A, pp.1317-1326, 2006.
- 5) 石川敏之, 大倉一郎, 西田貴裕, 横田季彦, 斉藤誠: CFRP 板付着端近傍への低弾性接着剤の使用によるはく離せん断応力の低減, 構造工学論文集, Vol.54A, pp.842-849, 2008.

- 6) 杉浦江, 小林朗, 稲葉尚文, 本間淳史, 大垣賀津雄, 長井正嗣: 鋼部材腐食損傷部の炭素繊維シートによる補修技術に関する設計・施工法の提案, 土木学会論文集 F, Vol.65, No.1, pp.106-118, 2009.
- 7) 石川敏之, 大倉一郎, 小村啓太: CFRP 板の端部に段差を設けることによる離荷重上昇の理論解析, 土木学会論文集 A, Vol.65, No.2, pp.362-367, 2009.
- 8) 石川敏之, 北根安雄: 断面欠損を有する鋼板の接着補修に必要な CFRP 板の長さおよび板厚の決定方法, 応用力学論文集, Vol.13, pp.911-920, 2010.
- 9) 奥山雄介, 宮下剛, 緒方辰男, 藤野和雄, 大垣賀津雄, 秀熊佑哉, 堀本歴, 長井正嗣: 鋼桁腹板の合理的な補修・補強方法の確立に向けた FRP 接着鋼板の一軸圧縮試験, 構造工学論文集, Vol.57A, pp.735-746, 2011.
- 10) 奥山雄介, 宮下剛, 若林大, 小出宣央, 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, Vol.68, No.3, pp.635-654, 2012.
- 11) 奥山雄介, 宮下剛, 若林大, 小出宣央, 秀熊佑哉, 堀本歴, 長井正嗣: 鋼橋桁端部腹板の腐食に対する CFRP を用いた補修工法の実験的研究, 構造工学論文集, Vol.58A, pp.735-746, 2012.
- 12) 奥山雄介, 宮下剛, 若林大, 秀熊佑哉, 小林朗, 小出宣央, 堀本歴, 長井正嗣: 鋼橋桁端部腹板の腐食に対する炭素繊維シートを用いた補修・補強法の最適設計方法に関する一考察, 構造工学論文集, Vol.60A, pp.541-553, 2014.
- 13) 株式会社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.
- 14) 服部雅史, 広瀬剛, 大垣賀津雄, 宮下剛, 奥山雄介, 小林朗, 秀熊佑哉: 2 軸対称鋼桁の CFRP による曲げ耐荷力補強に関する実験的研究, 日本鋼構造協会構造論文集 (投稿中)
- 15) 西村宣男, 玉田和也, 小野潔: 鋼桁橋を対象とした強度設計の性能規定化, 構造工学論文集, Vol.53A, pp.87-96, 2007.3.

EXPERIMENTAL STUDY ON REINFORCEMENT METHOD USING CFRP FOR BENDING LOAD BEARING CAPACITY OF ONE AXIAL SYMMETRY STEEL PLATE GIRDER

Takuya HARADA, Takeshi HIROSE, Kazuo OHGAKI, Takeshi MIYASHITA,
Yusuke OKUYAMA, Akira KOBAYASHI and Yuya HIDEKUMA

The reinforcement of the bending load bearing capacity of one axial symmetry steel girder with the carbon fiber sheet is considered. We carried out four points of bending tests for the specimens which assumed parameters such as with or without horizontal stiffeners, and with or without reinforcement by CFRP sheets.

As a result of examination, We can confirm improvement with a bending load bearing capacity of the steel girder by two bond direction reinforcement method, and it did not occur the peeling off the carbon fiber sheet until the maximum load of its test.