

# CFRP を接着貼付した矩形断面短柱の圧縮試験

長岡技術科学大学  
長岡技術科学大学  
ものづくり大学  
日鉄ケミカル&マテリアル

学生会員 ○池田 一喜  
正会員 宮下 剛  
正会員 大垣賀津雄  
正会員 秀熊祐哉

## 1. 背景

上路トラス橋の通常時に引張を受ける部材は断面が許容される最小断面での設計が多く、地震の圧縮力等による局部座屈の発生が懸念されている。そこで、死荷重の増加が少なく、塩害等に対して強い耐性を有する炭素繊維シート（以下、CFRP シート）による耐震補強への活用が期待されている。

## 2. 目的

本研究は鋼トラス橋下弦部材の耐震補強を想定し、矩形断面短柱を対象に、CFRP 接着工法を用いた基礎的な検討を行なった。詳細には、局部座屈が起きる部材に対して CFRP シートがもたらす補強効果、CFRP シートの繊維方向が異なる接着をした場合に補強効果に与える影響等について検討した。

## 3. 実験概要

### 1) 補強枚数の決定

図 1 に CFRP シート貼付方向を示す。繊維方向が載荷軸方向のものを鉛直シート、繊維方向が載荷軸に垂直方向のものを水平シートとする。CFRP シートの積層数は、道路橋示方書<sup>1)</sup>の両端支持板の耐力曲線を用いて、CFRP シートの断面を鋼換算し、幅圧比パラメーター $R$ が 0.7 以下となるような鉛直方向の積層数を決定した。次いで、水平方向については、鉛直方向の同数と半数とした。

### 2) 供試体概要

供試体は SS400 材を用いた矩形断面であり、図 2 に供試体の概形を示す。本実験では、主たるパラメーターとして、フランジとウェブにおける局部座屈の発生としており、これらの CFRP シートによる補強を行なう。供試体の補強ケースは鉛直シートのみ、鉛直シートと水平シートの組み合わせとした。無補強と合わせて今回の実験ケースは合計 13 ケースとした。表 1 に実験ケースを示す。

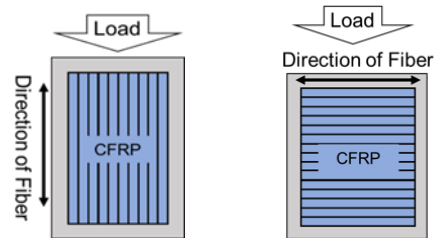


図 1 CFRP 鉛直シートと CFRP 水平シート

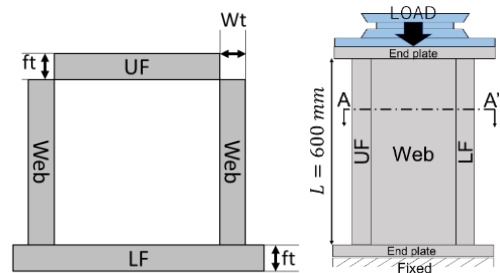


図 2 -供試体概形

表 1 実験ケース

供試体	板厚 (mm)		終局状態	補強 鉛直/水平(枚)	
	Wt	ft		web	flange
N	6.0	6.0	全面降伏	-	-
A	4.5	4.5	フランジ	-	-
A-1			ウェブ	6/0	6/0
A-2			座屈	6/6	6/6
A-3				6/3	6/3
B	6.0	4.5	フランジ	-	-
B-1			座屈	-	6/0
B-2				-	6/6
B-3				-	6/3
C	4.5	6.0	ウェブ	-	-
C-1			座屈	6/0	-
C-2				6/6	-
C-3				6/3	-

### 3) 実験方法

載荷容量 2000kN の油圧式アクチュエーターを用いて単調載荷による圧縮試験を実施した。供試体上部はアクチュエーターの一方向回転を自由とした。

### 4. 実験結果

#### 1) 荷重-ひずみ関係

図3に荷重-ひずみ関係について、例として、Bケースの実験値と理論値を示す。無補強のケースと補強したケースのそれぞれで、弾性範囲では概ね理論値と同様の荷重の増加傾向を示す。一方、補強時のケースについて、水平シートを用いたケースとそうでないケースでも同様の傾向となっており、水平シートには、応力低減に対する効果は無いと言える。

#### 2) 耐力力

図4に、例として、Cシリーズの最大荷重を各種耐力力曲線で整理した結果を示す。横軸は鋼部材とCFRPシートを鋼換算した断面の幅厚比パラメータであり、縦軸は最大荷重を鋼部材とCFRPシートを鋼換算した断面から算出した降伏荷重で正規化した荷重である。鉛直方向と水平方向のシートの積層数を同数としたC-2は、耐力力曲線を上回る結果となった。これは、他のシリーズでも同様の傾向であり、鉛直方向と水平方向で同数のCFRPシートを積層することで、材料特性が等方性となることが関係していると考えられる。

#### 3) 荷重-鉛直変位関係

図5に本実験より得られた荷重-鉛直変位関係を示す。補強時のケースでは、最大荷重が無補強時の降伏荷重以上の値を示している。また、最大荷重が最も大きいものは全てのケースで、鉛直シートと水平シートを同数としたケースであり、鉛直シートのみの場合と比較しても最大荷重の増加が見られ、水平シートに補強効果が確認される。

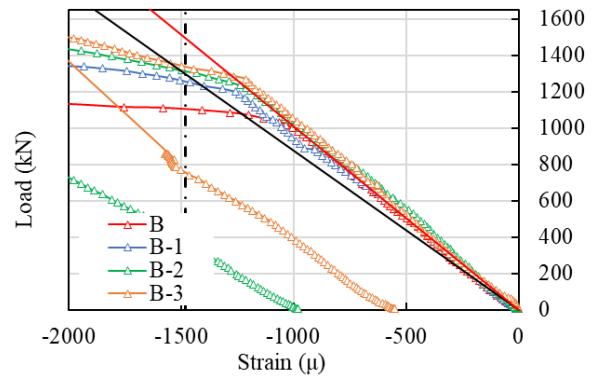


図3 荷重-ひずみ関係 (Bシリーズ)

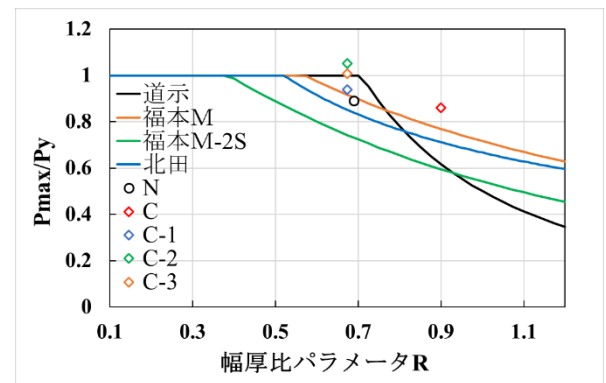


図4 耐力力曲線 (Cシリーズ)

### 5. まとめ

本研究では、鋼トラス橋下弦部材の耐震補強を想定し、矩形断面短柱を対象に、CFRP接着工法を用いた基礎的な検討を行なった。その結果、鉛直方向シートのみならず水平方向シートも接着貼付することで、座屈耐力が向上することが確認された。

### 参考文献

- 1) 日本道路橋協会：道路橋示方書・同解説II鋼橋・鋼部材編，2017。

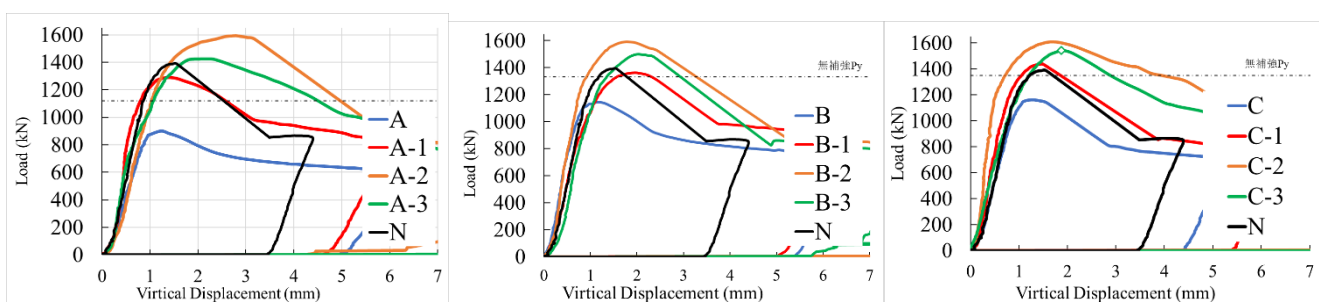


図5 荷重-鉛直変位関係