

# 圧縮を受ける H 形断面部材の CFRP 補強に関する実験的研究

長岡技術科学大学 学生会員 ○眞保憲靖  
 長岡技術科学大学 正会員 宮下 剛  
 ものつくり大学 正会員 大垣賀津雄  
 高速道路総合技術研究所 正会員 服部雅史

## 1. はじめに

上路トラス橋の引張部材である下弦材や斜材は、応力に余裕があり、部材断面積が小さい場合がある。このような部材では、地震時の圧縮力により局部座屈が生じるため、耐震補強が必要となる。鋼部材の耐震補強工法として一般的に用いられる鋼板当て板工法に対して、有利な点が多い工法として炭素繊維シート接着工法（以下、CFRP 接着工法）がある。

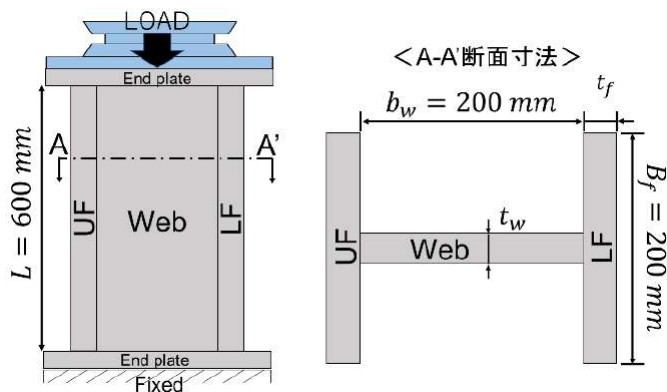


図-1 試験体の概形

## 2. 研究目的

CFRP 接着工法を鋼部材の耐震補強に用いた研究事例は少ない。そこで、本研究では、局部座屈が生じる部材に対する CFRP 接着工法の補強効果の把握に向け、トラス橋の引張部材を模した H 形断面柱の試験体を CFRP シートで補強し、圧縮試験を行った。

表-1 試験ケース一覧

## 3. 実験概要

### 3.1 試験体概要

図-1 に試験体の概形、表-1 に試験ケースを示す。試験体 a は、上路トラス橋の引張部材で一般的に使用される最小板厚断面を縮小したものであり、鋼種は SS400 である。これを基準断面とし、板厚、補強の有無、補強方法をパラメータとし、合計 13 の試験ケースを設定した。試験体の設計における各試験体の終局状態の判定には、各部材ごとに道路橋示方書（以下、道示）の耐荷力曲線を用いた。補強方向は、載荷軸とシート繊維方向が平行となる鉛直方向と載荷軸とシート繊維方向が直角となる水平方向の 2 ケースとした。

試験体	板厚 (mm)		終局状態	補強 鉛直/水平 (枚)	
	ウェブ $t_w$	フランジ $t_f$		ウェブ	フランジ
a	6	6	フランジ 局部座屈	—	—
a-1				—	12/0
a-2				—	12/12
a-3				—	12/6
b	6	9	全断面 降伏	—	—
c	4.5	6	ウェブ/ フランジ 局部座屈	—	—
c-1				3/0	12/0
c-2				3/3	12/12
c-3	3/2	12/6			
d	4.5	9	ウェブ 局部座屈	—	—
d-1				3/0	—
d-2				3/3	—
d-3	3/2	—			

### 3.2 載荷方法

載荷容量 2000(kN) のアクチュエータを用い、単調増加の圧縮試験を行った。試験体上端は一方のみ回転が自由であることから、回転軸と H 形断面の弱軸が一致するように試験体を設置した。

### 3.3 補強量の算出

道示の耐荷力曲線において終局状態が局部座屈と判定される部材に対し、幅厚比パラメータ  $R$  が  $R < 0.7$  より小さくなるように、鉛直シートの枚数を決定した。また、水平シートは鉛直シートと同数または半数とした。

表-2 試験結果一覧

試験体	最大荷重	座屈荷重
	P <sub>max</sub> (kN)	P <sub>cr</sub> (kN)
a	1171	1029
a-1	1295	1006
a-2	1395	1295
a-3	1490	1227
b	1577	1497

試験体	最大荷重	座屈荷重
	P <sub>max</sub> (kN)	P <sub>cr</sub> (kN)
c	1032	885
c-1	1224	916
c-2	1472	1201
c-3	1443	1202

試験体	最大荷重	座屈荷重
	P <sub>max</sub> (kN)	P <sub>cr</sub> (kN)
d	1413	1188
d-1	1546	1293
d-2	1581	1418
d-3	1615	1331

4. 実験結果

4.1 無補強試験体の破壊挙動

図-2 に無補強試験体の荷重-鉛直変位関係を示す。これより、局部座屈荷重(P<sub>cr</sub>)付近で剛性が減少する傾向が見られる。フランジの終局状態が座屈である試験体 a, c では、最大荷重後の耐荷力減少が明確であり、耐震補強では、耐荷力や座屈荷重に加え、部材の変形能にも留意が必要である<sup>1)</sup>。

4.2 最大荷重・局部座屈荷重の補強効果

表-2 に試験結果一覧を示す。シート補強により最大荷重と局部座屈荷重が増加する。図-3 に c シリーズの最大荷重と座屈荷重を示す。図中の黒点線は終局状態が全断面降伏である試験体 b, 赤点線は無補強の値をそれぞれ示す。これより、水平シートを用いることで、さらに補強効果が大きくなることがわかる。また、水平シートが半数の場合でも、補強効果は大幅に低減していない。

4.3 補強による破壊強度の変化

図-4 に c シリーズの荷重-鉛直変位関係を示す。これより、補強により局部座屈発生後の剛性低下が抑制され、変形能が向上していることがわかる。つまり、水平シートは局部座屈発生後の剛性低下を低減させる役割がある。

5. まとめ

CFRP 接着工法による耐震補強の基礎検討として、終局状態が局部座屈となる H 形断面柱を対象に圧縮試験を行い、CFRP シートによって耐荷力、局部座屈荷重、変形能が改善されることがわかった。また、水平方向にも CFRP シートを接着貼付することで、さらに補強効果が大きくなることがわかった。

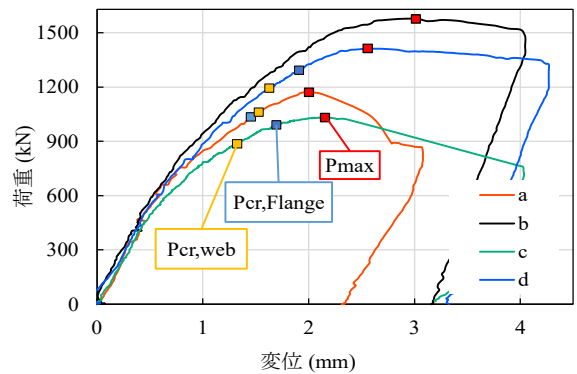


図-2 無補強試験体の荷重-鉛直変位関係

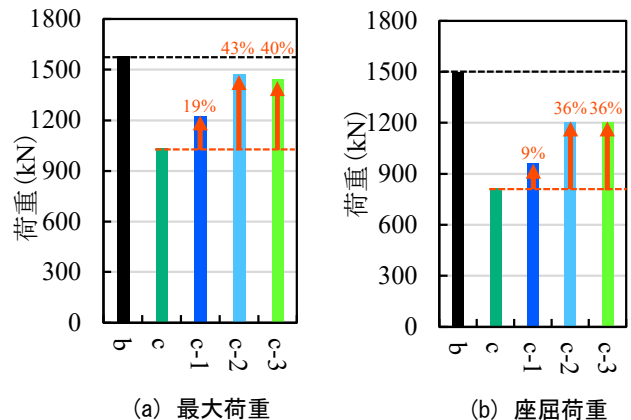


図-3 c シリーズの最大荷重・座屈荷重

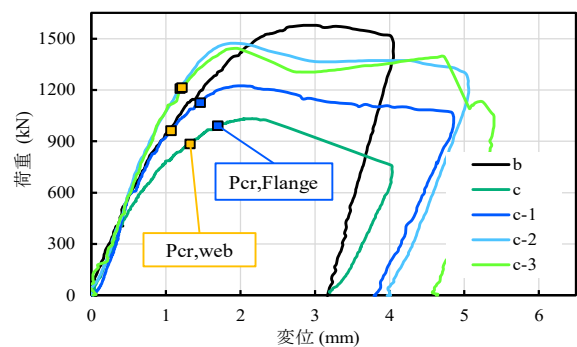


図-4 c シリーズの荷重-鉛直変位関係

参考文献

1) 土木学会鋼構造委員会：座屈設計ガイドライン改訂版第 2 版，2005