

CFRP 接着工法による補強を施した矩形断面短柱の圧縮荷重試験

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
 高速道路総合技術研究所

学生会員
 正会員
 正会員
 正会員
 正会員
 ○池田 一喜
 宮下 剛
 大垣賀津雄, Pham Ngoc Vinh
 秀熊祐哉, 櫻井俊太
 服部雅史, 後藤源太

1. 背景

鋼トラス橋の弦材では、断面が最小断面として設計される場合が多く、地震等の圧縮力による局部座屈の発生が懸念され、補強が必要となる。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。具体的には、矩形断面短柱に一軸圧縮荷重試験を行い、CFRP シートがもたらす補強効果、耐力評価について検討した。

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¹⁾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 $R=0.7$ に相当する鉛直方向の積層数を求め、その積層数より補強量が少ないケースと多いケースを補強量として決定した。また、水平方向については、鉛直方向の同数とした。

2) 供試体概要

供試体は SS400 材を用いた矩形断面短柱であり、図 2 に供試体の概形を示す。本実験では、終局状態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、これらに 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 ケースとなる。表 1 に実験ケースを示す。

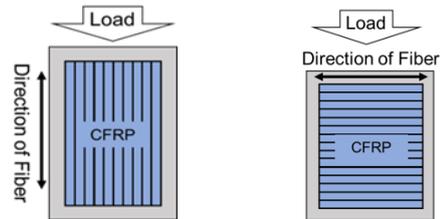


図 1 CFRP 鉛直シートと CFRP 水平シート

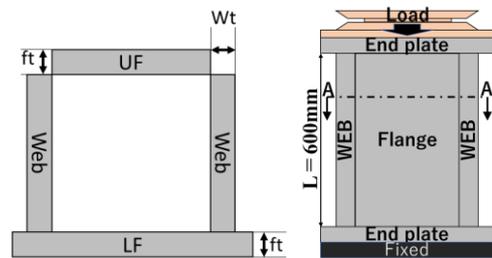


図 2 -供試体概形

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 ウェブ 座屈	-	-
A-1				2/2	2/2
A-2				4/4	4/4
A-3				8/8	8/8
B	6.0	4.5	フランジ 座屈	-	-
B-1				-	2/2
B-2				-	4/4
B-3				-	8/8
C	4.5	6.0	ウェブ 座屈	-	-
C-1				2/2	-
C-2				4/4	-
C-3				8/8	-

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-鉛直変位関係.

図 3 に本実験より得られた荷重-鉛直変位関係について、例として A シリーズを示す。全ての補強ケースにおいて最大荷重が無補強時の降伏荷重の計算値を上回る結果となり、全断面降伏となる供試体 N の最大荷重に対しても、補強したケースである A-2, A-3 が上回るか同程度の結果となった。

2) 最大荷重

図 4 に本実験より得られた A シリーズの各補強量の最大荷重及び、その決定係数を示す。また、図 5 には C シリーズの結果を示す。決定係数は、両シリーズともに $R^2=0.99$ となり、1.0 に近い値を示す。ここから、CFRP の補強量と最大荷重の増加量について高い相関関係が確認される。

3) 耐荷力

図 6 に、例として全シリーズの最大荷重を耐荷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に鋼換算 CFRP シートを加えた断面から算出した降伏荷重で正規化した荷重である。また、耐荷力曲線は H29 年度道示に定められているものを用いた。全ての補強ケースにおいて、耐荷力曲線を上回る結果となり、既往の耐荷力曲線を用いた評価の可能性が示唆される。

5. まとめ

本研究では、鋼トラス橋部材について、CFRP 接着工法を用いた耐震補強を想定し、矩形断面短柱を対象に、ウェブとフランジの幅厚比をパラメータとした一軸圧縮載荷試験を行った。その結果、全ての補強ケースにおいて、道示の耐荷力曲線を上回る結果となり、最大荷重と補強量について高い正の相関関係も確認された。

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

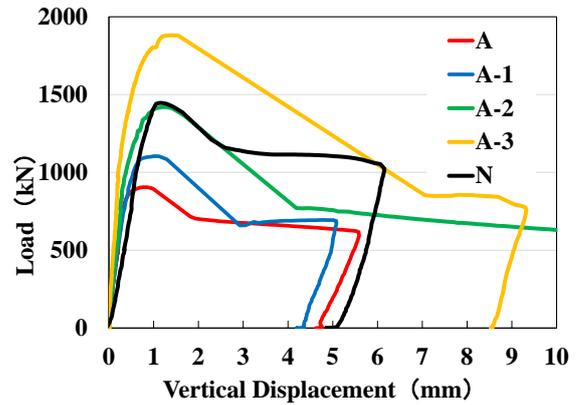


図 3 荷重-鉛直変位関係 (A シリーズ)

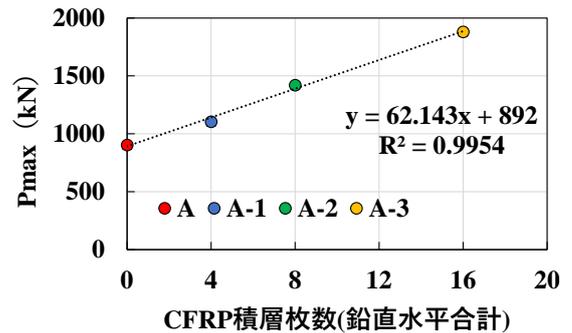


図 4 最大荷重-補強量関係 (A シリーズ)

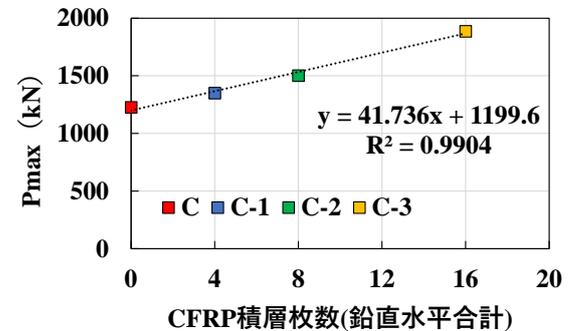


図 5 最大荷重-補強量関係 (C シリーズ)

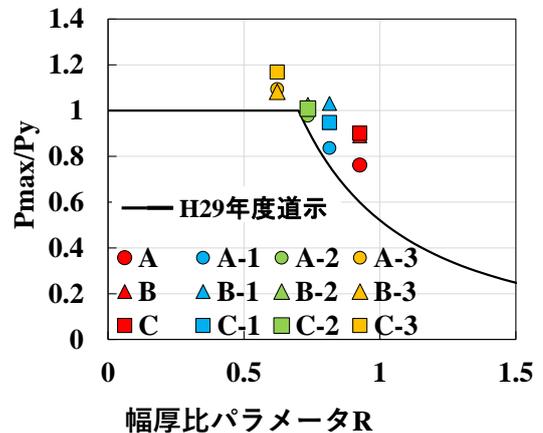


図 6 耐荷力曲線 (B シリーズ)