

CFRP 接着工法による補強を施した矩形断面短柱の圧縮試験

長岡技術科学大学	学生会員	池田 一喜
長岡技術科学大学	正会員	宮下 剛
ものづくり大学	正会員	大垣賀津雄, Pham Ngoc Vinh
日鉄ケミカル&マテリアル	正会員	秀熊祐哉, 櫻井俊太
高速道路総合技術研究所	正会員	服部雅史, 高原良太

1. 背景

上路鋼トラス橋では、通常時は引張力を受ける部材でも、地震時には圧縮力による局部座屈の発生が懸念されており、耐震補強を必要とする。従来の耐震補強の主流は、鋼板添接であり、死荷重の増加や再劣化などの問題がある。一方、炭素繊維シート（以下、CFRP）は、軽量であり死荷重増加が少なく、耐久性に優れていることから、耐震補強への適用が期待されている。

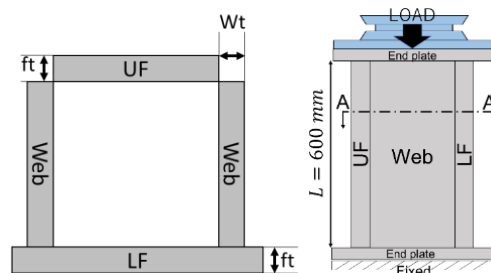


図1 -供試体概形

2. 目的

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う。具体的には、矩形断面短柱の圧縮試験を通じ、局部座屈に対する CFRP 補強効果や、CFRP シートの繊維方向が耐荷力に与える影響等について検討を行う。

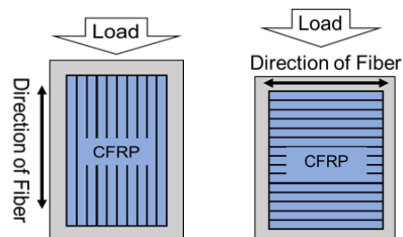


図2 CFRP 鉛直シートと CFRP 水平シート

3. 実験概要

1) 供試体

供試体は SS400 材を用いた矩形断面であり、図 1 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。

図 2 に CFRP シートに貼付示方向を示す。繊維方向が载荷軸方向のものを鉛直シート、繊維方向が载荷軸に垂直方向のものを水平シートとする。CFRP シートについては無補強、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実験ケースを合計 13 ケースとした（表 1）。CFRP シートの積層数は、道路橋示方書¹⁾の両端支持板の耐荷力曲線を用いて、CFRP シートを項換算した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、あるいは半数とした。

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	全面座屈	-	-
A-1				6/0	6/0
A-2				6/6	6/6
A-3				6/3	6/3
B	6.0	4.5	フランジ座屈	-	-
B-1				-	6/0
B-2				-	6/6
B-3				-	6/3
C	4.5	6.0	ウェブ座屈	-	-
C-1				6/0	-
C-2				6/6	-
C-3				6/3	-

キーワード 鋼トラス橋, 補強, 局部座屈, 炭素繊維シート

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 TEL: 0258-47-9641

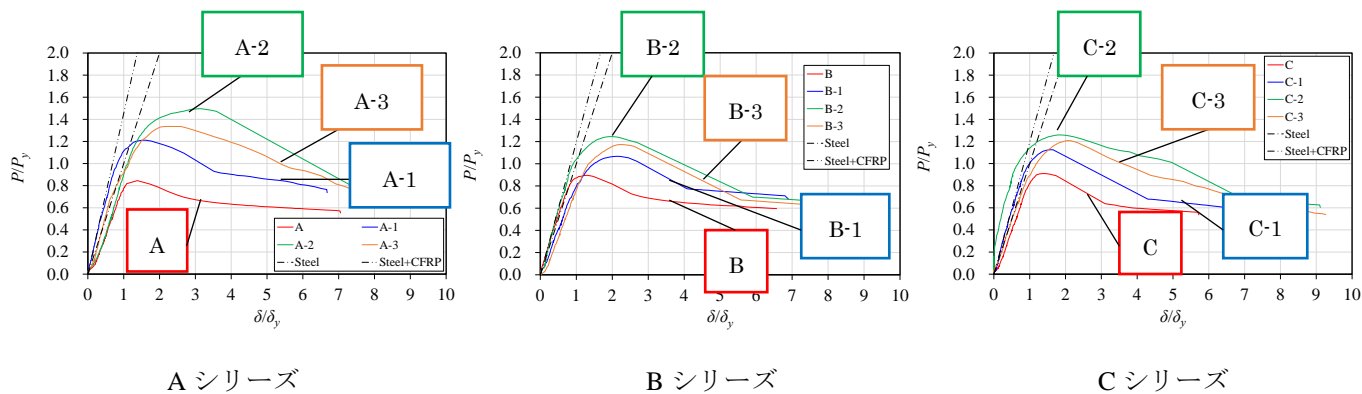


図3 荷重-鉛直変位関係

2) 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回転を自由としている。

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。

2) 荷重-ひずみ関係

図4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について、弾性範囲では概ね理論値と同様の傾向を示す。一方、補強時のケースについて、水平シートを用いた場合とそうでないケースでも同様の傾向となっており、よって水平シートには、応力低減に対する効果は無いと言える。

3) 耐力

図5に、例として、Cシリーズの最大荷重を各種耐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。

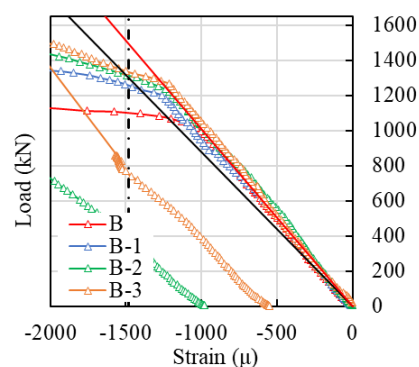


図4 荷重-ひずみ関係 (Bシリーズ)

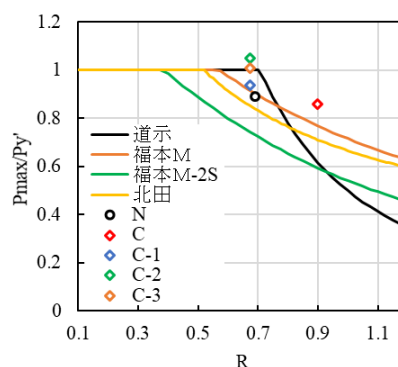


図5 耐力力曲線 (Cシリーズ)

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