

縦補剛材の剛性がハイブリッド鋼製短柱の耐力および変形能に与える影響に関する実験的研究

早稲田大学大学院
熊本大学大学院
(株)IHI インフラシステム
早稲田大学

学生会員○田口 凜太郎
正会員 松村 政秀
正会員 竹嶋 夏海
正会員 小野 潔

早稲田大学大学院
東北大学大学院
(株)IHI インフラシステム

学生会員 岡島 研
正会員 内藤 英樹
正会員 岡田 誠司

1. はじめに

鋼製橋脚において、塑性域における耐力と変形能の自由度を高めることを目的に、従来鋼を用いた中空矩形断面の柱に高強度の縦補剛材を溶接するハイブリッド構造が検討されている¹⁾。既往の研究²⁾では、縦補剛材へ直接載荷しない SBHS700 を用いたハイブリッド鋼製短柱において、縦補剛材の剛性の差異が耐力に及ぼす影響は小さいということが示されている。しかし縦補剛材へ直接載荷するハイブリッド鋼製短柱における剛性の影響に関する研究は不足している。そこで本研究では縦補剛材へ直接載荷する SBHS700 を用いたハイブリッド鋼製短柱において、縦補剛材の剛性が異なる 2 種類の供試体を対象に軸圧縮試験を行った。

2. 軸圧縮試験

本実験では、ウェブ・フランジに SM400、縦補剛材に SBHS700 を使用したハイブリッド鋼製短柱について、縦補剛材の剛性が異なる 2 種類の供試体を対象に軸圧縮試験を行った。供試体の名称については、補剛材の剛性が小さい供試体を”rib_small”，大きい供試体を”rib_large”とする。供試体概要図を図-1 に、構造諸元を表-1 に示す。両供試体とも縦補剛材は各面に 2 本ずつ溶接されており、変形を抑制しないよう隣り合う面同士で配置方向が異なっている。また、ウェブ・フランジおよび縦補剛材どちらにも直接載荷される構造となってい

る。2 つの供試体の差異は、縦補剛材の寸法のみである。本実験で使用した鋼材について、引張試験より得られた機械的性質を表-2 に示す。降伏応力については下降伏応力の値を使用している。

また、本実験は東北大学所有の 10MN 大型試験機を用いて、変位制御(0.005mm/s)で実施した。弾性域内での予備載荷により軸力が均等にかかっていることを確認したのち、本載荷を行った。

3. 実験結果

軸力-軸方向変位関係を図-2 に、各供試体の降伏荷重 P_y (理論値)、最大荷重 P_{max} (実験値)を表-3 に示す。図-2 から、rib_large は rib_small と比較して、最大荷重および最大荷重時変位どちらも 1.3 倍程度大きい値をとっていることが分かる。また、表-3 から降伏荷重と最大荷重の比は概ね対応していることが分かる。ところで、縦補剛材へ直接載荷しない既往の研究¹⁾では、縦補剛材の剛性の差異が耐力に及ぼす影響は小さいと示されている。従って本実験では縦補剛材へ直接載荷したことにより、縦補剛材がより軸力を分担することができ

表-1 供試体構造諸元

		rib_small	rib_large
ウェブ フランジ	材質	SM400	
	板厚 t (mm)	6.5	
	全幅 B (mm)	450	
縦補剛材	材質	SBHS700	
	板厚 t_s (mm)	6.3	8.3
	幅 h_s (mm)	76	94
テストパネル区間長 L (mm)		900	
γ/γ^*		1.30	2.62
幅厚比パラメータ R_R		0.47	
幅厚比パラメータ R_F		0.42	0.30
幅厚比パラメータ R_S		1.17	1.10

表-2 使用鋼材の機械的性質

	降伏応力 σ_y (N/mm ²)	引張強さ σ_u (N/mm ²)	降伏比
SM400	306	461	0.66
SBHS700	734	814	0.90

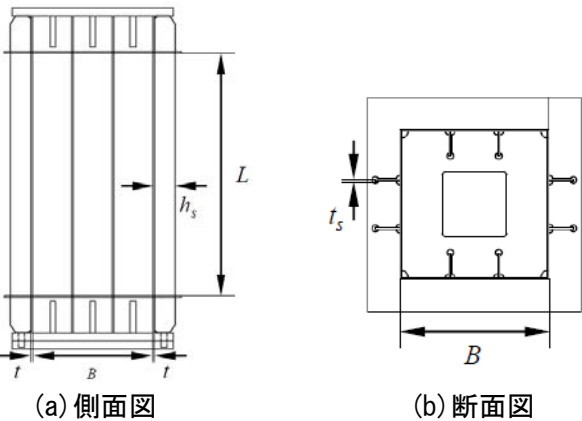


図-1 供試体概要図

キーワード ハイブリッド鋼製短柱, SBHS, 縦補剛材, 耐力, 変形能, 剛性
連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学 TEL 03-5286-3387

たために耐力が上昇したと考えられる。供試体の残留たわみ図(倍率:2倍)を図-3に、供試体中央および下端部における載荷後の面外変位を図-4に示す。図-3、図-4から、rib_smallはrib_largeと比較して補剛板の全体座屈が卓越していることが分かる。また両供試体において、板パネル下部および縦補剛材下端部での局部座屈が同程度生じていることが分かる。面外変位遷移図を図-5に示す。図-5から両供試体において縦補剛材の先端が引張となる方向に変形が進行したことが分かる。加えて、 $0.8P_{max} \sim 0.95P_{max}$ において供試体上部に比べて下部での変位の進展が顕著に見られる。変形量については、rib_largeの方がrib_smallと比較して小さい値をとっている。また、rib_smallでは P_{max} 以後に変位の進展が大きくなっていることが分かる。rib_largeについては P_{max} 前後で変位の進展が大きくなったものの、その他の過程での変位の進展は小さいことが分かる。

4. まとめ

本研究では、軸圧縮試験により、縦補剛材へ直接载荷する SBHS700 を用いたハイブリッド鋼製短柱において、縦補剛材の剛性が耐荷力に及ぼす影響についてデータ収集を行った。縦補剛材の剛性が大きくなることで、耐力および変形能が向上し、補剛板の全体座屈が抑制

されることを示した。

5. 謝辞

本研究は、(一社)日本鉄鋼連盟の鋼構造研究・教育助成事業によって実施したものです。ここに記して謝意を表します。

参考文献

1) 浜村圭太・小野潔・松村政秀・垂井敬寛・幸田真也：SBHS700 を縦リブに使用したハイブリッド鋼製短柱の耐力および変形能に関する実験的研究，第 16 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム論文集，pp.391-394，2013.7。
2) 安宅俊樹・小野潔・松村政秀・岡田誠司・加藤健太郎：縦リブの剛性がハイブリッド鋼製短柱の耐力に及ぼす影響に関する実験的研究，第 19 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム論文集，pp.135-140，2016.7。

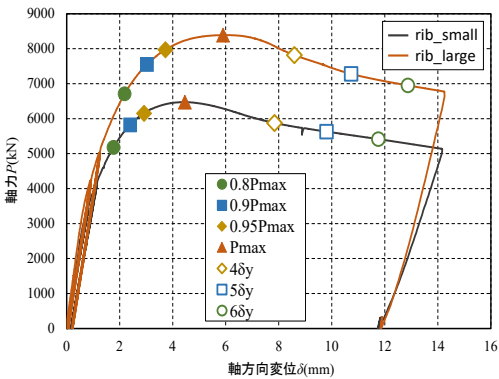


図-2 軸力-軸方向変位関係

表-3 各供試体の P_y および P_{max}

	rib small	rib large	rib large/rib small
(理論値) 降伏荷重 P_y (kN)	6443	8213	1.27
(実験値) 最大荷重 P_{max} (kN)	6475	8390	1.30

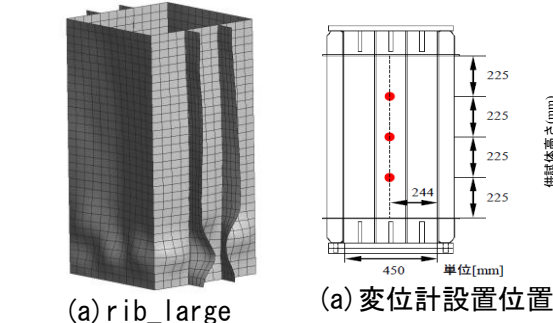
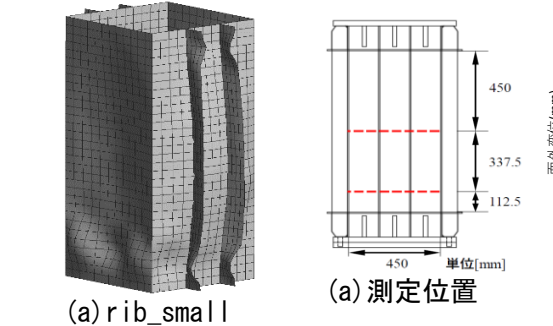


図-3 残留たわみ図

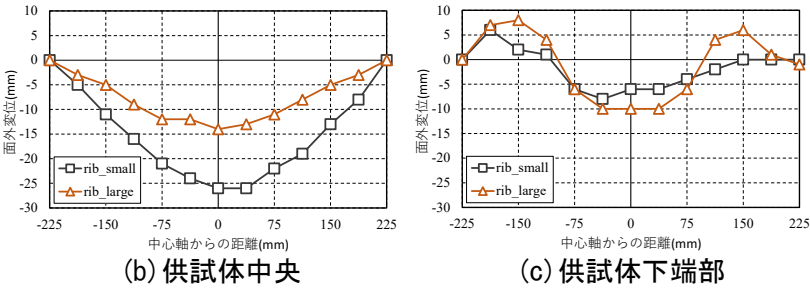


図-4 載荷後の面外変位

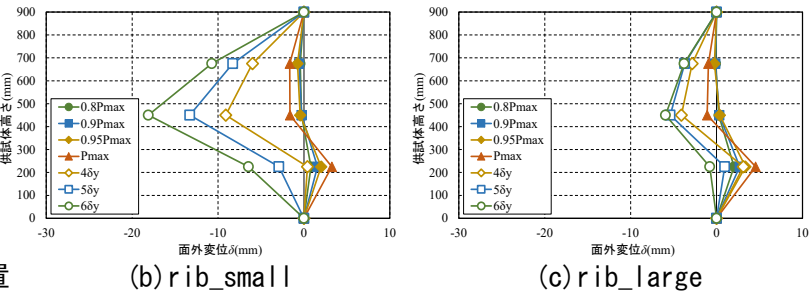


図-5 面外変位遷移図