

## SBHS700 を用いたハイブリッド鋼製短柱の耐荷力に関する実験的研究

早稲田大学大学院 学生会員 ○岡島 研 熊本大学大学院 正会員 松村 政秀  
 東北大学大学院 正会員 内藤 英樹 (株)IHI インフラシステム 正会員 竹嶋 夏海  
 (株)IHI インフラシステム 正会員 岡田 誠司 早稲田大学 正会員 小野 潔

## 1. はじめに

我が国におけるインフラ構造物のうち、鋼製橋脚について塑性域における耐荷力と変形能の組合せを自由化することを目的に、矩形断面において従来鋼製のウェブフランジ面に高強度鋼製の縦リブを設置するハイブリッド構造が検討されている<sup>1)</sup>。しかし SBHS 製の縦リブを複数本ずつ設置したハイブリッド鋼部材の研究は不足している。そこで本研究では SBHS700 製の縦リブを各ウェブフランジ面に 2 本ずつ設置したハイブリッド鋼製短柱の圧縮試験を行うことで、SBHS を用いたハイブリッド鋼部材の耐荷力に関するデータを収集した。

## 2. 実験供試体

本実験はウェブフランジ、縦リブともに SM400 を使用したホモジニアス鋼製短柱（以下、「ホモジニアス」）と、ウェブフランジに SM400、縦リブに SBHS700 を用いたハイブリッド鋼製短柱（以下、「ハイブリッド」）の二体を用いて実施した。

図-1 に供試体概要図を、表-1 に両供試体の構造諸元を示す。両供試体は上下端の補剛区間を含めてすべて同じ寸法であり、各ウェブフランジ面に 2 本ずつ溶接する縦リブの鋼種が違ふのみである。使用鋼材の引張試験結果で得られた機械的性質を表-2 に示す。表中の降伏応力は降伏点の値とした。供試体の各幅厚比パラメータ  $R_R$ （板パネル）、 $R_S$ （縦リブ）、 $R_F$ （補剛板全体）の値は H29 年版道示に記載されている式(1)より算出している<sup>2)</sup>。

$$R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1-\mu^2)}{\pi^2 k}} \quad \dots (1)$$

$$\text{ここに、} k: \text{座屈係数} \left( = \begin{cases} k_R = 36.0 & (R_R \text{算出時}) \\ k_S = 0.43 & (R_S \text{算出時}) \\ k_F = 46.3 & (R_F \text{算出時}) \end{cases} \right)$$

$\mu$ : ポアソン比 (=0.3)

また  $\gamma/\gamma^*$  は最適剛比に対する縦リブの剛比の比を表す。なお柱の全体座屈を防ぐために細長比パラメータ  $\bar{\lambda}$  は 0.06 と小さく設計している。両供試体の圧縮荷重は東北大学所有の 10MN 大型試験機を用いて、荷重速度 0.005mm/sec で変位制御にて実施した。なお縦リブとウェブフランジの全長は等しく、補剛区間を介して縦リブとウェブフランジの両方が直接荷重される構造となっている。

## 3. 圧縮試験結果

圧縮試験から得られた軸力-軸方向変位関係を図-2 に示す。ハイブリッドはホモジニアスと比較して最大荷重が 1.4 倍ほど増加し、かつ最大荷重後に荷重がより急に低下

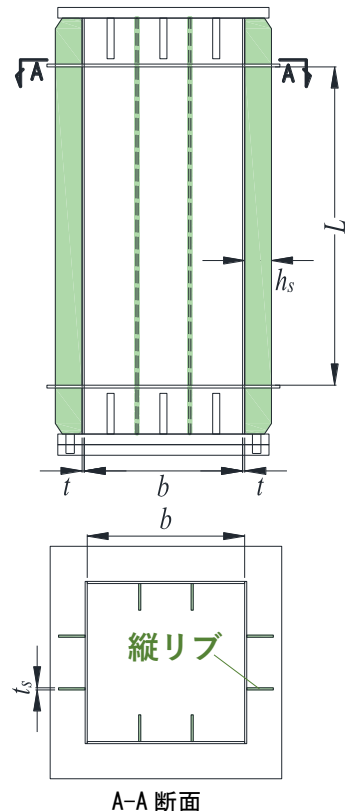


図-1 供試体概要図

表-1 供試体構造諸元

		ホモジニアス	ハイブリッド
ウェブ フランジ	材質	SM400	
	板厚 $t$ (mm)	6.5	
	全幅 $b$ (mm)	450	
縦リブ	材質	SM400	SBHS700
	板厚 $t_s$ (mm)	6.5	
	幅 $h_s$ (mm)	76	
テストパネル区間 $L$ (mm)		900	
$\gamma/\gamma^*$		1.32	
$R_R$ (板パネル)		0.47	
$R_S$ (縦リブ)		0.73	1.20
$R_F$ (補剛板全体)		0.42	
$\bar{\lambda}$		0.06	

表-2 使用鋼材の機械的性質

	降伏応力 $\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ $\sigma_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	降伏比
SM400	302	465	0.65
SBHS700	813	848	0.96

キーワード ハイブリッド鋼製橋脚, SBHS, 縦リブ, 耐荷力, 変形能, 局部座屈  
 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

していることが分かる。一方、縦リブが直接荷重されないハイブリッド供試体を用いた既往の研究<sup>7)</sup>では、ホモジニアス供試体に対して耐荷力の上昇を抑えつつ変形能のみを向上させる結果が得られている。このことから本実験では縦リブが直接荷重されるため縦リブに圧縮力が分担されやすくなっており、さらにハイブリッドでは縦リブが高強度鋼である分、荷重が増加したと考えられる。図-3には面外変位遷移図を示す。水平変位計は図中右上のように設置した。いずれの供試体も縦リブ先端が引張となる方向へ変位しており、 $0.95P_{max}$  ( $P_{max}$  前) までは同じ傾向である。一方、 $P_{max}$  以後、ハイブリッドではホモジニアスの場合ほど面外変位が進行していない。実験後の供試体の残留たわみ図(倍率3倍)を図-4に示す。ホモジニアスでは板パネル中央部と縦リブの上下端部で局部座屈が生じるモード、ハイブリッドでは板パネル下端部と縦リブの上下端部に局部座屈が生じるモードとなった。またハイブリッドでは特に下端部での局部座屈が進展しており、このことは図-3(a)で示した中央部分での面外変位が小さくなったことの一因になっていると考えられる。

#### 4. まとめ

本研究ではSBHSを用いたハイブリッド鋼部材の耐荷力に関するデータを収集すべく、縦リブにSBHS700を用いたハイブリッド鋼製短柱の圧縮試験を行った。ハイブリッド構造をとることで部材の軸力-軸方向変位関係において耐荷力の上昇がみられたものの、中央部分での面外変位が抑えられており、縦リブにSBHSを用いる効果を確認した。引き続き耐荷力に関するデータを収集し、ハイブリッド鋼部材の合理的な設計法および耐荷力評価法の提案を目指す。

#### 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。また本実験には熊本大学大学院鶴田峻真氏、安宅直希氏、早稲田大学大学院山崎諒介氏、スタピットシラネー氏、地疋進之介氏のご協力をいただきました。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荷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講演論文集, pp.391~394, 2013.7.
- 2) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋・鋼部材編, 2017.

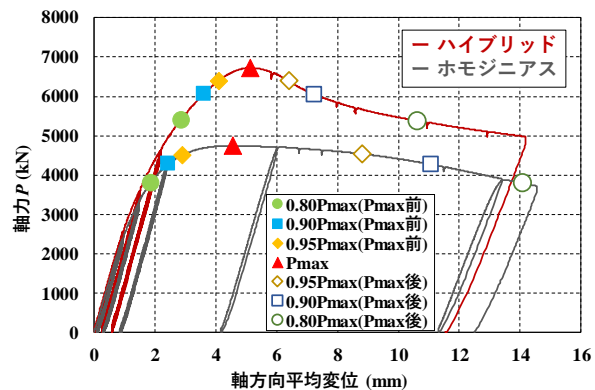
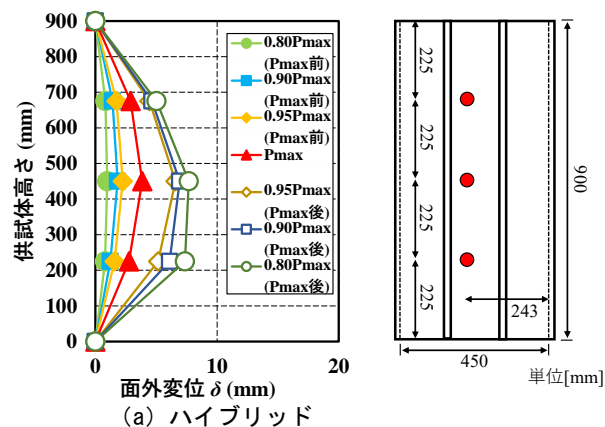
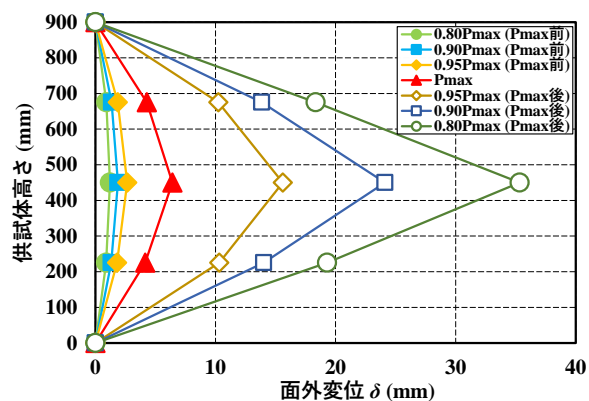


図-2 軸力-軸方向変位関係

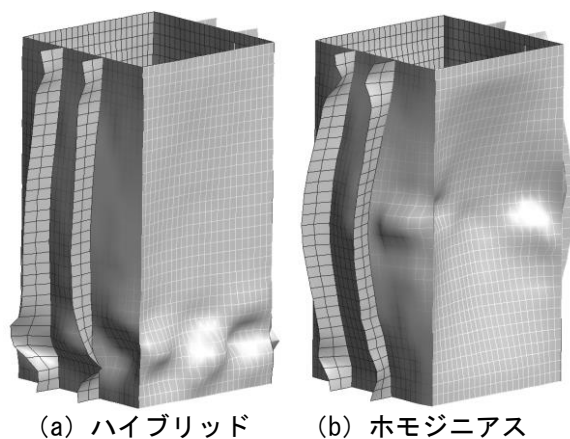


(a) ハイブリッド



(b) ホモジニアス

図-3 面外変位遷移図



(a) ハイブリッド (b) ホモジニアス

図-4 残留たわみ図