

## SBHS500 を用いた H 型断面柱の偏心圧縮時における耐荷力に関する実験的研究

愛知工業大学大学院 学生会員 ○川口 華穂  
 愛知工業大学 正会員 鈴木 森晶  
 愛知工業大学 正会員 宗本 理

## 1. はじめに

橋梁用の高性能鋼材として開発された SBHS 材は高い強度を有するため、板厚の低減による構造物の軽量化や施工時の作業効率の上昇などが期待されている<sup>1)</sup>。現行の道路橋示方書では、限界状態 1 に対する設計においては SBHS 材が新たに追加されたが、使用実績が少なく、最大荷重後の塑性域の挙動が不明確であることから、限界状態 3 における耐震設計において圧縮力が大きく作用する主桁や橋脚への使用は未だ制限されている<sup>2)</sup>。さらに、SBHS 材の既往の研究では、部材や梁を対象とした一軸載荷の研究は数多く行われているが、橋脚のような軸力部材を対象とした二軸載荷に加え、限界状態 3 の領域を考慮した研究は極めて少ない。本研究では、SBHS500 の活用領域を広げることを目的として、SBHS500 を使用した溶接 H 型断面長柱の偏心圧縮実験を実施する。柱部材に軸力と曲げモーメントが作用した場合の最大荷重後の挙動に着目し、限界状態 3 を考慮した橋梁設計に必要とされる基礎データを取得する。

## 2. 実験概要

偏心圧縮実験に用いる SBHS500 の供試体は、高さ×幅=200×200mm、上下フランジ 9mm、ウェブ 6mm の溶接 H 型断面で、両端に載荷用の板を溶接している。実験条件を表-1、供試体の断面図を図-1、供試体概略図を図-2、供試体設置状況を写真-1 に示す。表中の  $e$  は偏心量、 $L$  は供試体の長さ、 $L'$  は座屈長であり、 $L'$  は両端のヒンジ支承の距離を加えている。断面図(図-1)の中央の 4 つの×印は載荷点を示す。 $L$  が 2m、3m、4m の 3 種類、 $e$  が 0r,  $r/2$ ,  $r$ ,  $2r$  の 4 種類、合計 12 体の供試体を使用した。偏心圧縮実験には、愛知工業大学が所有する 3000kN 長柱試験機を使用し、両端に一軸ヒンジを設け、静的載荷で座屈後、終局に至るまで載荷を行った。今回の実験では弱軸方向への座屈が支配的になることが明らかであるため、弱軸方向のみを考慮する。本実験ではロードセルから軸方向のみ荷重を載荷しているが、載荷点をずらして偏心させることで軸力と曲げモーメントを作用させている。

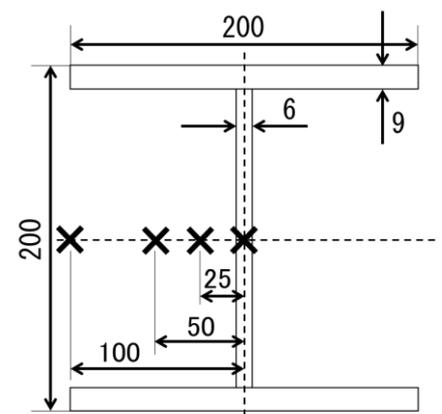


図-1 供試体断面図(単位:mm)

表-1 実験条件

供試体名	材質	L(m)	e(m)*1	L'(m)	$\lambda'$
SB_2_0r	SBHS500	2.0	0	2.27	0.71
SB_2_r/2	SBHS500	2.0	r/2	2.47	0.77
SB_2_r	SBHS500	2.0	r	2.47	0.77
SB_2_2r	SBHS500	2.0	2r	2.47	0.77
SB_3_0r	SBHS500	3.0	0	3.27	1.02
SB_3_r/2	SBHS500	3.0	r/2	3.47	1.07
SB_3_r	SBHS500	3.0	r	3.47	1.07
SB_3_2r	SBHS500	3.0	2r	3.27	1.02
SB_4_0r	SBHS500	4.0	0	4.27	1.34
SB_4_r/2	SBHS500	4.0	r/2	4.47	1.38
SB_4_r	SBHS500	4.0	r	4.47	1.38
SB_4_2r	SBHS500	4.0	2r	4.27	1.34

※1 断面二次半径  $r=0.0506(\text{m})$  を使用

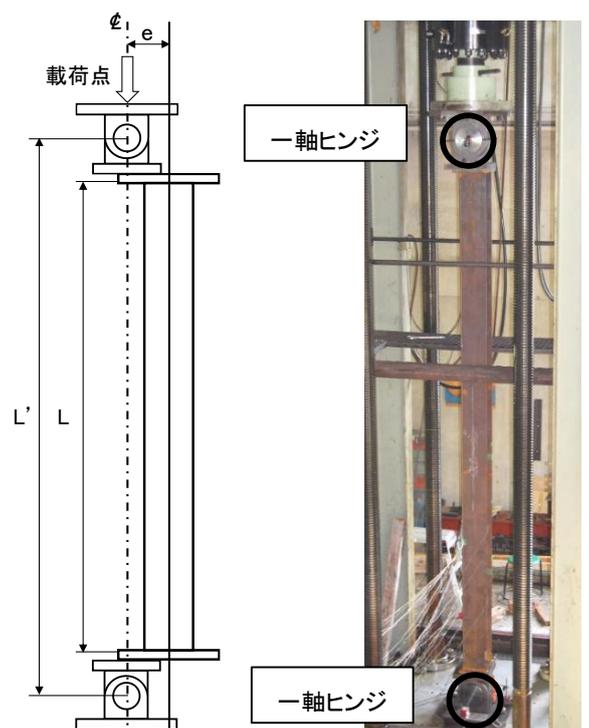


図-2 供試体概略図 写真-1 供試体設置概要

### 3. 実験結果

実験結果を整理したものを表-2 に示す. 表中の  $P_{max}$  は最大荷重,  $N$  は軸力,  $N_y$  は降伏軸力,  $M_y$  は全塑性モーメントである. ここでは最大荷重  $P_{max}$  を軸力  $N$  として扱う.

縦軸に軸力  $N$  を降伏軸力  $N_y$  で無次元化した値, 横軸に曲げモーメントを全塑性モーメント  $M_{pz}$  で無次元化した値をとった  $N$ - $M$  相関関係を図-3 に示す. 実験結果を黒点, 弱軸まわりの曲げを受ける  $H$  型断面の相関関係式から計算した理論値を黒実線で示す<sup>3)</sup>. 曲げモーメント  $M$  は, 最大軸力と載荷時に与えた偏心量( $e$ )から算出した曲げモーメントと, 最大軸力時の供試体中央の水平変位から得た曲げモーメントを加算して算出した.  $N_y$ ,  $M_{pz}$  の値は, SBHS500 の降伏応力( $\sigma_y=522\text{MPa}$ )を用いて算出し, それぞれ  $N_y=2280(\text{kN})$ ,  $M_{pz}=88276(\text{kN}\cdot\text{mm})$  である. 図より, 偏心量が大きくなるほど耐力は低くなるが, ばらつきが抑えられる傾向にあることがわかる.

さらに, 縦軸に最大応力を降伏応力で無次元化した値, 横軸に細長比パラメータをとった応力比-細長比関係を図-4 に示す. 実験結果を黒点, 道路橋示方書に規定されている基準耐荷力曲線を黒実線で示す. 中心軸圧縮となる  $e=0r$  の場合, 供試体長 ( $L$ ) に関わらず, 現行の基準耐荷力曲線を上回る結果となった. また, 今回の評価に用いた耐荷力曲線は, 中心軸に圧縮力が作用する際に用いる曲線であるため, 偏心を与えた場合では耐荷力曲線を下回る結果となった. そのため, 偏心している部材に対しても評価できる基準を定める必要がある.

### 4. おわりに

本研究で得た知見を以下に示す.

- 1) 柱に二軸の力が作用した時の挙動を確認し, 耐力や  $N$ - $M$  相関関係等の基礎的なデータを得た.
- 2) 中心軸圧縮( $e=0r$ )の場合, 軸方向圧縮力を受ける部材に対する現行の基準耐荷力曲線を上回り, 安全側を示した.

### 謝辞

本研究の一部は, (一社) 日本鉄鋼連盟の鋼構造研究・教育助成事業により実施したものです. ここに記して謝意を表します.

表-2 実験結果

供試体名	$L'$ (m)	$\lambda'$	$P_{max}$ (kN)	$N/N_y$	$M/M_y$
SB_2_0r	2.27	0.71	1997	0.815	0.320
SB_2_r/2	2.47	0.77	1345	0.549	0.576
SB_2_r	2.47	0.77	1074	0.439	0.962
SB_2_2r	2.47	0.77	631	0.258	0.986
SB_3_0r	3.27	1.02	1860	0.759	0.098
SB_3_r/2	3.47	1.07	1122	0.458	0.638
SB_3_r	3.47	1.07	862	0.352	0.816
SB_3_2r	3.27	1.02	506	0.207	0.953
SB_4_0r	4.27	1.34	1546	0.631	0.205
SB_4_r/2	4.47	1.38	980	0.400	0.486
SB_4_r	4.47	1.38	640	0.261	0.621
SB_4_2r	4.27	1.34	438	0.179	0.902

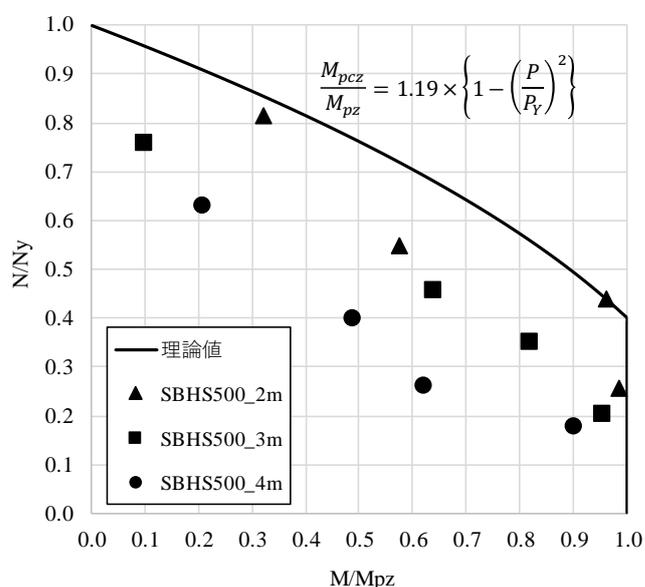


図-3  $N$ - $M$  相関関係

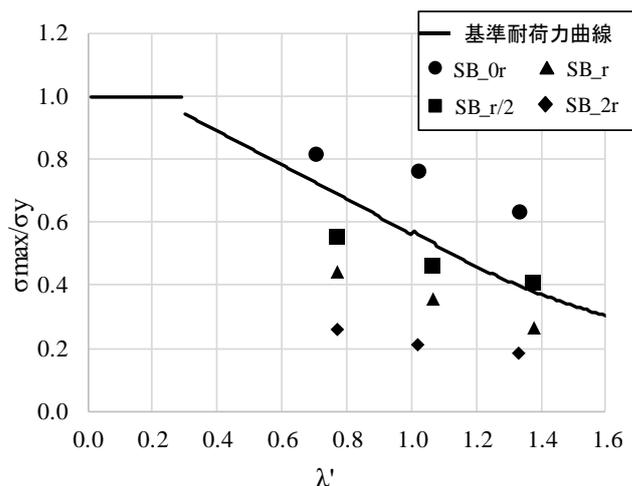


図-4 応力比-細長比関係

### 参考文献

- 1) 日本鉄鋼連盟, 橋梁用鋼材研究会: 高性能鋼の概要 (橋梁向け), 2019.
- 2) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 (耐震設計編), p223-p229, 2017
- 3) 土木学会, 座屈設計ガイドライン改訂第 2 版 [2005年版], 丸善, p125-p148, 2005