

## SBHS400 を用いた溶接箱型断面鋼長柱の耐荷力特性に関する実験的研究

早稲田大学大学院

学生員 ○竹沢 洋輝

早稲田大学

非会員 隅谷 康平

早稲田大学

正会員 小野 潔

日本大学

正会員 笠野 英行

(株)IHI インフラシステム

正会員 岡田 誠司

## 1. はじめに

橋梁用高降伏点鋼板 SBHS は、2008 年に JIS 化された<sup>1)</sup>。SBHS は、従来鋼よりも高い降伏点、優れた溶接性などがあり、鋼橋へ適用することで建設コストの縮減に大きく貢献できると期待されている。その中でも、SBHS400 は 2011 年に JIS 規格に追加され、2017 年には道路橋示方書<sup>2)</sup>に記載された。しかし、SBHS400 の耐荷力特性に関する情報は、従来鋼に比べていまだ十分とはいえず、今後幅広く SBHS を使用するためには、具体的かつ汎用的な設計手法の開発が必要である。特に、把握すべき耐荷力特性のうち長柱に関しては、SBHS500 についての研究<sup>3)</sup>が進む一方で、SBHS400 についての研究は少ないのが現状である。そこで本稿では、溶接箱型断面鋼製長柱の軸圧縮実験を実施し、SBHS400 を用いた鋼長柱部材の耐荷力の評価を行った。

## 2. 実験供試体

本稿の実験では、供試体の細長比パラメータを $\bar{\lambda}=0.62, 1.15$ とした。細長比パラメータが異なる 2 体の供試体(B05, B10)は、板厚 9mm の 4 枚の両縁支持板からなる無補剛箱型断面の鋼長柱であり、供試体諸元を表-1 に、断面図を図-1 に示す。フランジおよびウェブの板厚と板幅は、局部座屈による耐力低下を防ぎ、全体座屈強度に着目するため幅厚比パラメータを $R_R \leq 0.4$ とし、断面二次モーメントは、弱軸回りおよび強軸回りの比を 8:10 とした。2 体の供試体を、両端が球座の 10MN 大型構造物圧縮試験機を用いて変位制御(載荷速度 0.01mm/sec)の条件の下、単調圧縮載荷実験を行った。図-2 に供試体設置状況を示す。また、SBHS400 について材料特性を把握するために引張試験を行った。得られた公称ひずみー公称応力関係の一例を図-3 に示す。

表-1 供試体諸元

|                                                      | B05  | B10  |
|------------------------------------------------------|------|------|
| フランジ幅 $b_f$ (mm)                                     | 132  | 132  |
| フランジ厚 $t_f$ (mm)                                     | 9    | 9    |
| ウェブ幅 $b_w$ (mm)                                      | 112  | 112  |
| ウェブ厚 $t_w$ (mm)                                      | 9    | 9    |
| 弱軸回りの<br>断面二次モーメント<br>$I (\times 10^4 \text{ mm}^4)$ | 1201 | 1201 |
| 供試体長さ $l$ (mm)                                       | 1700 | 3400 |
| ピン間距離 $l'$ (mm)                                      | 2000 | 3700 |
| 降伏応力<br>$\sigma_{yM} (\text{N/mm}^2)$                | 501  | 501  |
| 幅厚比パラメータ<br>$R_{RM}$ (フランジ)                          | 0.38 | 0.38 |
| 幅厚比パラメータ<br>$R_{RW}$ (ウェブ)                           | 0.32 | 0.32 |
| 細長比パラメータ $\bar{\lambda}$                             | 0.62 | 1.15 |

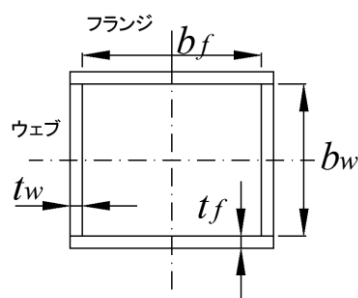


図-1 供試体断面図

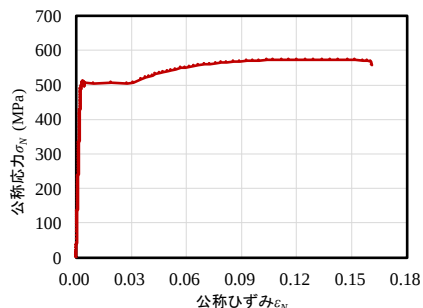


図-3 公称ひずみー公称応力関係

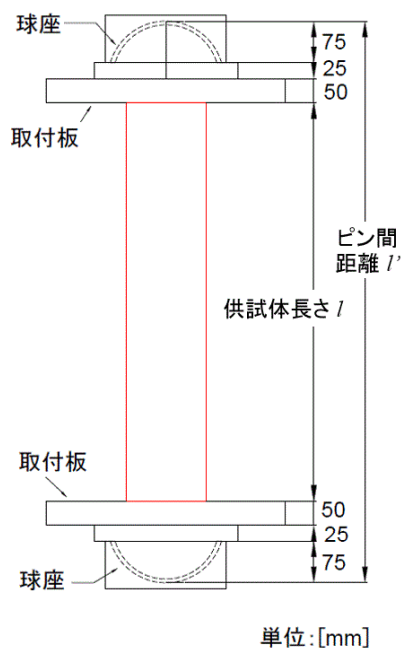


図-2 実験供試体設置状況

単位:[mm]

キーワード 橋梁用高降伏点鋼板 SBHS400, 鋼長柱, 細長比パラメータ, 耐荷力

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学大学院創造理工学研究科 TEL 03-5286-3387

### 3. 実験結果

図-4 に、2 体の供試体(B05, B10)の軸圧縮試験から得られた軸力(N)一軸方向変位( $\delta$ )関係を示す。この図から B05 は降伏荷重付近で最大荷重を迎え、B10 は降伏荷重に達する前に最大荷重を迎えていることがわかる。また、図-5 に B05 の残留面外変位を示す。この図から、供試体中央で最大変形とならない座屈モードが確認された。座屈モードと耐荷力の関係については、今後検討を進めていく。

### 4. 道路橋示方書の耐荷力曲線との比較

道路橋示方書<sup>4)</sup>では、圧縮部材において一般的に使用されている溶接箱型断面を対象とした基準耐荷力曲線が式(1)で示されている。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{cr}/\sigma_y &= 1.0 & (\bar{\lambda} \leq 0.2) \\ \sigma_{cr}/\sigma_y &= 1.059 - 0.258\bar{\lambda} - 0.190\bar{\lambda}^2 & (0.2 < \bar{\lambda} \leq 1.0) \\ \sigma_{cr}/\sigma_y &= 1.427 - 1.039\bar{\lambda} + 0.223\bar{\lambda}^2 & (1.0 < \bar{\lambda}) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

実験結果を式(1)で示される基準耐荷力曲線と比較するため、供試体 B05 および B10 それぞれにおいて、最大荷重  $P_{max}$  を断面積  $A$  で除した、座屈応力  $\sigma_{cr} = P_{max}/A$  を算出した。縦軸を  $\sigma_{cr}/\sigma_y$ 、横軸を細長比パラメータ  $\bar{\lambda}$  としたグラフを図-6 に示す。この図から、供試体 B05 および B10 いずれも、耐荷力曲線の上側にプロットされており、SBHS400 を用いた鋼長柱部材の耐荷力は、道路橋示方書の式において安全側で評価されることが明らかになった。一方で、実験結果にバラつきがあることを考慮すると、今回のデータだけでは、「道路橋示方書の耐荷力曲線は、SBHS400 を用いた鋼長柱部材の耐荷力を適切に評価できる」と断言することは難しい。今後、SBHS400 に関する圧縮実験や解析的研究を行い、データの収集と更なる検討を進めていく必要がある。

### 5. まとめ

本稿では SBHS400 を用いた鋼長柱部材の耐荷力の評価を行うため、溶接箱型断面鋼製長柱の軸圧縮実験を実施した。実験結果と道路橋示方書の耐荷力曲線の両者を比較すると、SBHS400 を用いた鋼長柱部材の耐荷力は、道路橋示方書の式において安全側で評価されることが明らかになった。一方で、SBHS400 を用いた鋼部材の耐荷力特性について得られているデータはいまだ不十分であるため、実験的および解析的研究により更なる検討を進める必要がある。

謝辞：本研究の一部は、(一社)日本鉄鋼連盟の鋼構造研究・教育助成事業によって実施したものであります。ここに記して感謝の意を表します。

### 【参考文献】

- 1) JIS G 3140：橋梁用高降伏点鋼板，2011 年。
- 2) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋・鋼部材編，2017 年 11 月。
- 3) K.Ono, T.ISHIKAWA, S.HASHIMOTO, and S.Okada：A Study on Residual Stress and Ultimate Strength of Steel Columns made of SBHS500, 8<sup>th</sup> International Symposium on Steel Structures 2015, 2015.9.
- 4) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編，2012 年 3 月。

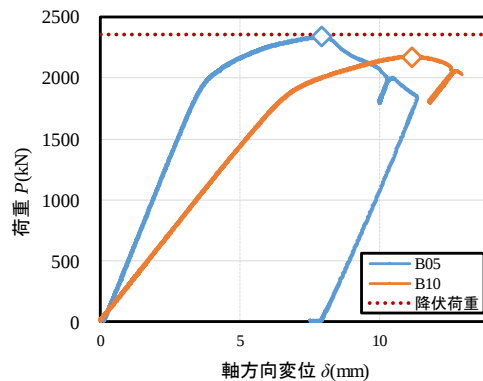


図-4 B05 と B10 の  $N-\delta$  関係

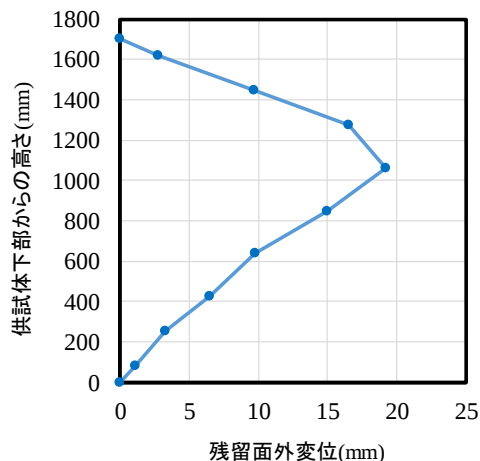


図-5 B05 の残留面外変位

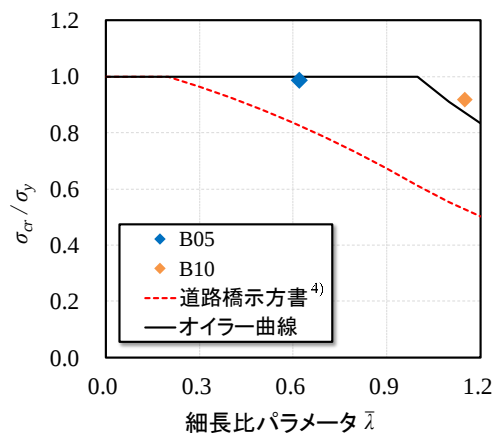


図-6 実験結果と耐荷力曲線<sup>4)</sup>の比較