

SBHS400 を用いた溶接箱形断面鋼長柱の耐荷力に関する解析的研究

早稲田大学 学生員 ○松 大輔 早稲田大学 正会員 竹沢 洋輝
 早稲田大学 正会員 小野 潔 日本大学 正会員 笠野 英行
 日本鉄鋼連盟 正会員 高木 優任 日本鉄鋼連盟 正会員 加藤 真志

1. はじめに

SBHS400 を用いた鋼部材の耐荷力曲線は、2017年に改定された道路橋示方書¹⁾に記されている。しかし、SBHS400 を用いた鋼部材の耐荷力に関するデータは従来鋼と比較して少ない。そのため、道路橋示方書に記されている SBHS400 を用いた鋼部材の耐荷力曲線よりも合理的な耐荷力曲線を提案するには、耐荷力に関するデータを収集する必要がある。そこで、本稿では SBHS400 を用いた溶接箱形断面鋼長柱を対象とし、SBHS400 を用いた溶接箱形断面鋼長柱の耐荷力に関する情報を得ることを目的として、妥当性の確認された解析手法を用いて、細長比パラメータを変化させたパラメトリック解析を実施した。

2. 弾塑性有限変位解析の妥当性の検証

弾塑性有限変位解析を実施する際、実験結果との比較によりその解析的手法の妥当性を確認する必要がある。そこで、SBHS400 を用いた溶接箱形断面鋼長柱の単調圧縮載荷実験に対して弾塑性有限変位解析プログラム CYNAS^{2),3)}による数値解析を行い、実験結果との比較により解析手法の妥当性を検証した。表-1 に実験で用いた各供試体の主要な構造諸元及び座屈パラメータを示す。図-1 と図-2 に供試体概要図を示す。材料定数のうち単調載荷曲線を表現する構成式に含まれる定数は、引張試験から得られた試験結果を基に決定した。解析に導入した残留応力分布を図-3 に示す。また、実験での座屈形状と一致するように、局所たわみ ($b_f / 150$)、全体たわみ ($L' / 1000$) をそれぞれ導入した。導入した初期たわみの概観図を図-4 に示す。実験の再現解析では図-5 に示すように、解析モデルの上下端の四隅の各節点に強制変位を与えて解析を行った。強制変位は実験から得られる変

位を基にして決定した。解析モデルは、8 節点シェル要素でモデル化した。解析結果と実験結果を比較したグラフを図-6 に示す。 $\bar{\lambda} = 0.5$ 、 $\bar{\lambda} = 1.0$ のどちらにおいても、実験結果を適切に評価できていることが確認できる。

表-1 構造諸元及び座屈パラメータ

供試体名	フランジ幅 b_f (mm)	ウェブ幅 b_w (mm)	板厚 t (mm)	有効座屈長 L' (mm)	細長比パラ メータ $\bar{\lambda}$
B05	132	112	9	1750	0.54
B10	132	112	9	3450	1.07

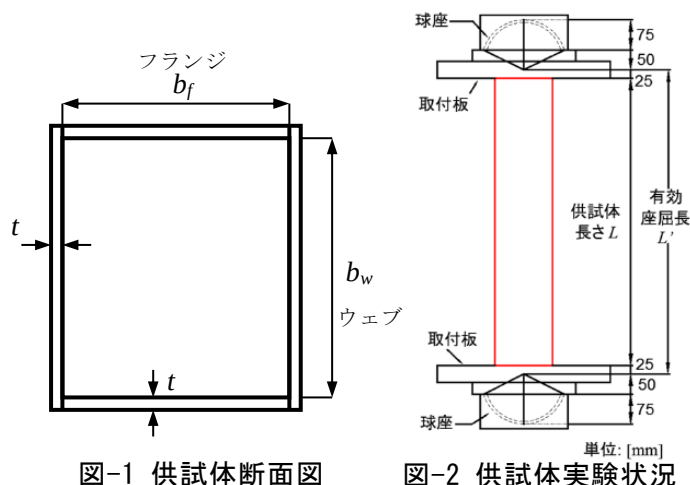


図-1 供試体断面図

図-2 供試体実験状況

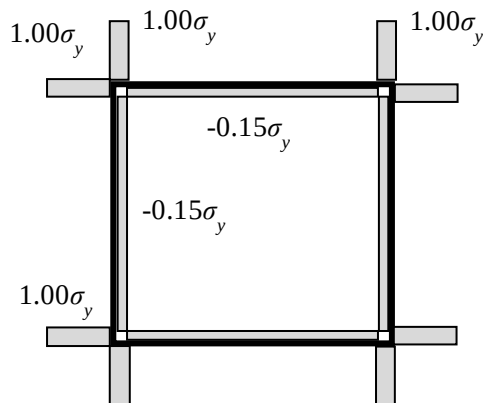


図-3 解析で用いた残留応力分布

キーワード SBHS400, 溶接箱形断面鋼長柱, 耐荷力特性, 弾塑性有限変位解析
 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

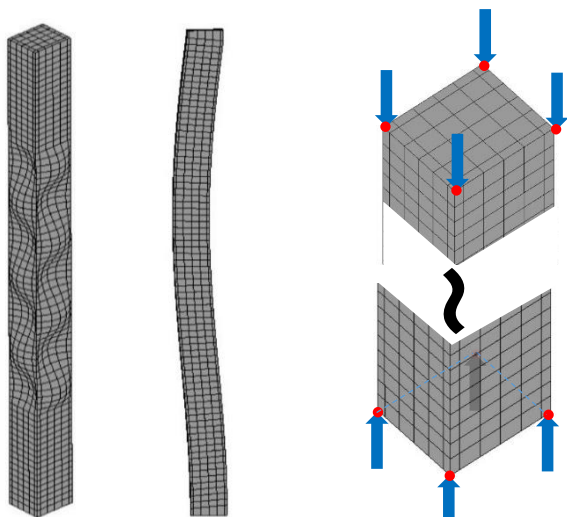


図-4 初期たわみ導入図

図-5 強制変位载荷位置

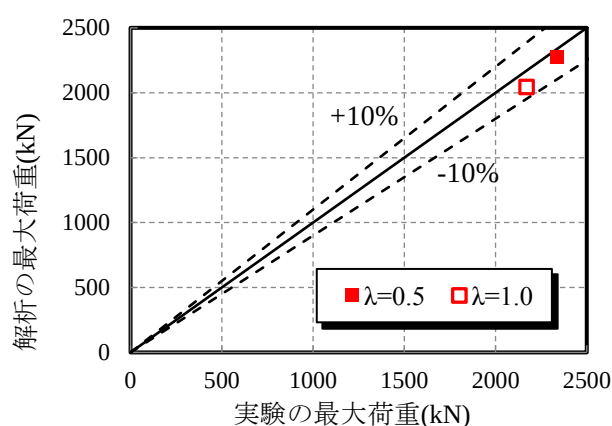


図-6 解析結果と実験結果の比較(最大荷重)

3. パラメトリック解析結果

圧縮力が作用する SBHS400 を用いた溶接箱形断面鋼長柱の耐力に、細長比パラメータが与える影響を詳細に検討するためパラメトリック解析を実施した。本研究では、細長比パラメータが与える影響を検討するため、 $\bar{\lambda} = 0.2$ から 1.2 の 0.1 刻みずつ、合計で 11 モデルになるように解析モデルの長さを変化させた。全 11 モデルのフランジ外形寸法は 300mm とし、幅厚比パラメータ R_R は局部座屈の発生を防ぐため、 $R_R=0.4$ に設定した。残留応力については、前頁と同じ残留応力分布を設定した。解析では式(1)で表される全体系初期たわみ w_G 、局所系初期たわみ w_L の両方を考慮した初期たわみを設定した。

$$\left. \begin{aligned} w_G(x) &= \frac{L'}{1000} \sin\left(\frac{\pi x}{L'}\right) \\ w_L(x,y) &= \frac{b_f}{150} \sin\left(\frac{L' \pi x}{b_f L'}\right) \sin\left(\frac{\pi y}{b_f}\right) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

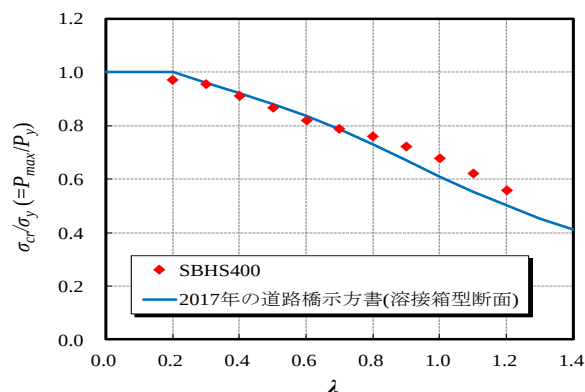


図-7 道路橋示方書の耐力力曲線と解析結果との比較

2017 年に改定された道路橋示方書に記されている溶接箱形断面鋼長柱の耐力力曲線と、パラメトリック解析結果の比較を図-7 に示す。図-7 より、道路橋示方書に記されている耐力力曲線によって、SBHS400 を用いた溶接箱形断面鋼長柱の耐力力は、適切に評価できていることが確認できる。

4. まとめ

本稿では SBHS400 製の溶接箱形断面鋼長柱部材について単調圧縮条件下のパラメトリック解析を行い、細長比パラメータの影響について検討した。解析結果より、2017 年道路橋示方書における溶接箱形断面鋼長柱を対象とした耐力力曲線により、SBHS400 を用いた鋼長柱部材の耐力力を適切に評価できることが明らかとなった。しかし、本稿では残留応力を仮定して解析を実施した。よって、今後残留応力に関するデータを収集する等、さらなる研究を実施する必要がある。

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)(公社) 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。2)西村宜男，小野潔，池内智行：単調载荷曲線を基にした繰返し塑性履歴を受ける鋼材の構成式，土木学会論文集，No.513/I-31，pp.27-38，1995 年 4 月。3) 川井健吾，小野潔，市川尚樹，山田信司，宮下剛：SBHS400 の構成則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講演論文集，pp.67-72，2016 年 7 月。