

SUS316 を用いた自由突出板の耐荷力特性に関する実験的研究

早稲田大学	学生会員	○五十嵐 友旗	早稲田大学大学院	学生会員	川本 佑太
IHI インフラシステム	正会員	藤田 匠	IHI インフラシステム	正会員	岡田 誠司
長岡技術科学大学	正会員	宮下 剛	長岡工業高等専門学校	正会員	宮寄 靖大
瀧上工業	正会員	松村 寿男	瀧上工業	正会員	飯田 哲也
早稲田大学	正会員	小野 潔			

1. はじめに

道路橋示方書¹⁾に示される SM490 等の普通鋼の自由突出板の耐荷力曲線の式は座屈応力と降伏応力の比である σ_{cr}/σ_y と幅厚比パラメータ R_R によって規定されている。ステンレス鋼は普通鋼とは異なる材料特性を持ち、明確な降伏棚を持たない。そのため既往の耐荷力曲線でステンレス鋼の自由突出板を評価できるか検討する必要がある。さらにステンレス鋼を鋼材に用いた自由突出板の弾塑性挙動のデータが少ないためデータを収集する必要がある。そこで本研究では幅厚比パラメータ R_R が異なる 3 種類の SUS316 を用いた十字断面鋼短柱の軸圧縮試験により耐荷力データの収集をするとともに耐荷力評価式について検討を行った。

2. 実験供試体

軸圧縮試験は、SUS316 を使用した供試体 3 体(R04, R07, R10)を用いて実施した。本軸圧縮試験で対象とした十字断面鋼短柱の供試体概要図を図-1、各供試体の構造諸元、幅厚比パラメータ R_R を表-1 に示す。板厚 t を固定し、幅厚比パラメータ R_R がそれぞれ約 1.19, 0.83, 0.47 となるように設計されている。また供試体高さは全体座屈が発生しないように設計されている。ひずみゲージは全ての面に設置し、水平変位計は E 面、S 面のそれぞれ 3 箇所(後述の図-4~図-7)に設置した。また図-2 に供試体に用いた SUS316 の引張試験から得られる応力-ひずみ関係を示す。

3. 実験結果

軸圧縮試験は、大型 2 軸構造物評価装置を用いて、載荷速度は 0.005 mm/sec で行った。図-3 に各供試体の軸圧縮試験結果から得られた軸力(P)—鉛直変位(δ)関係を降伏軸力 P_y および降伏変位 δ_y により無次元化した $P/P_y-\delta/\delta_y$ 関係を示す。降伏軸力 P_y はミルシートに示された降伏応力 $\sigma_y=293(\text{MPa})$ を用いて求めた。この結果より幅厚比パラメータ R_R が大きくなるほど無次元化した時に最大荷重が小さくなる傾向があることがわかる。また供試体 R04 および R10 と、供試体 R07 では $P/P_y-\delta/\delta_y$ 関係に差異が見られた。供試体 R04, R10 は最大荷重に達した後、緩やかに荷重が下がっていった。それに対して、R07 は最大荷重に達した後、急激に荷重が下がるという結果が得られた。SM490 等の普通鋼の場合、R10 の場合でも一般的に R07 のようなピーク後に荷重が低下する挙動が見られるが、ステンレス鋼の場合は異なる結果となった。

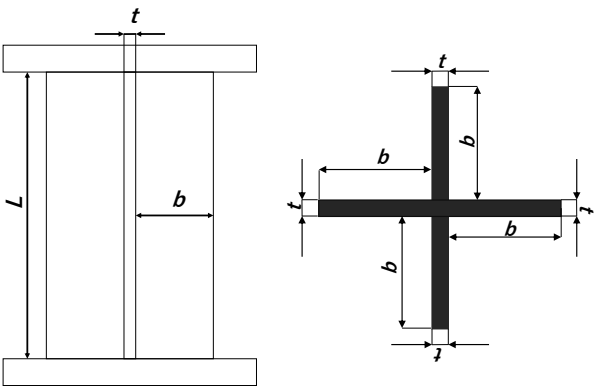


図-1 供試体概要図

表-1 構造諸元、幅厚比パラメータ

供試体	R10	R07	R04
板厚 $t(\text{mm})$	6		
板幅 $b(\text{mm})$	116	81	46
長さ $L(\text{mm})$	714	504	294
幅厚比パラメータ R_R	1.19	0.83	0.47

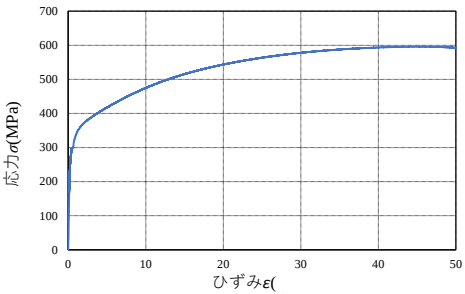


図-2 引張試験結果

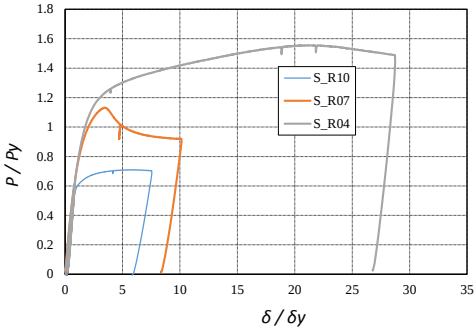


図-3 $P/P_y-\delta/\delta_y$ 関係

キーワード SUS316, 自由突出板, 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 TEL 03-5286-3387

図-4~図-6に供試体 R04, R07, R10の面外変位推移図を示す。R04とR10では $P/P_y-\delta/\delta_y$ 関係の $0.8P_{\max}$ 付近の非線形化開始付近から面外変位が進展している様子が見られる。それに対してR07では $0.8P_{\max}$ 付近の非線形部分でも小さな面外変位は見られたが、 $P_{\max}$ 以降に面外変位がより大きくなっており、R04とR07とは異なる挙動が見られた。

図-7に载荷試験の3回繰り返し時の面外変位推移図を示す。3回繰り返しは図-7の赤点から0の点の間で载荷を行った。こちらは他の供試体も似たような結果となったためR10の場合のみ示す。3回繰り返しによる面外変位の差はわずかなものとなっていた。

図-8に実験結果と耐荷力曲線の比較を示す。ここで道路橋示方書¹⁾記載の耐荷力曲線は式(1)、福本らが提案した耐荷力曲線²⁾は式(2)のとおりである。図より、供試体 R04, R07, R10 全て耐荷力曲線の安全側にプロットされている。軸力鉛直方向変位関係などは異なったものの、このことより既往の耐荷力曲線で評価できる可能性が示された。

$$\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_y} = \begin{cases} 1.0 & (R_R \leq 0.7) \\ \left(\frac{0.7}{R_R}\right)^{1.19} & (0.7 < R_R) \end{cases} \cdots (1) \quad \frac{\sigma_{cr}}{\sigma_y} = \begin{cases} 1.0 & (R_R \leq 0.7) \\ \left(\frac{0.7}{R_R}\right)^{0.64} & (0.7 < R_R) \end{cases} \cdots (2)$$

4. まとめ

本稿では SUS316 を用いた十字断面鋼短柱の軸圧縮試験によって耐荷力特性に関する情報を収集し、また既往の耐荷力曲線との比較を行った。幅厚比パラメータ R_R が 1.19 の供試体の $P/P_y-\delta/\delta_y$ 関係および面外変位遷移関係が SM490 等の普通鋼のものとなる結果となった。また今回の軸圧縮試験結果より、既往の耐荷力曲線により評価できる可能性が示された。SUS316 製自由突出板の構造特性に関するデータは未だに不足しており、今後さらなる実験的および解析的研究によりデータを蓄積していく必要がある。

5. 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致しました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 公益社団法人日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II 鋼橋・鋼部材編，丸善出版株式会社，2017。
- 2) 福本 秀士(研究代表者)：鋼骨組構造物の極限強度の統一評価に関する総合的研究，平成元年度科学研究費補助金総合研究 A，研究成果報告書，1989。

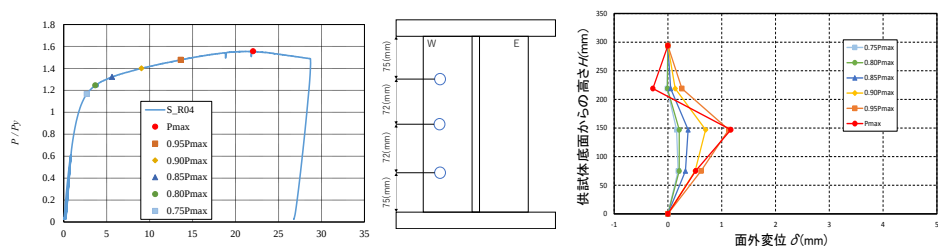


図-4 面外変位関係遷移図 (R04)

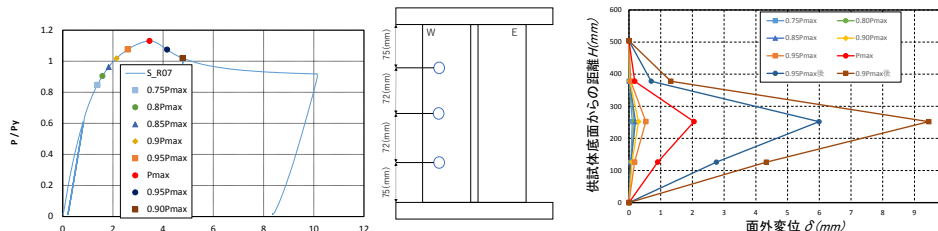


図-5 面外変位関係遷移図 (R07)

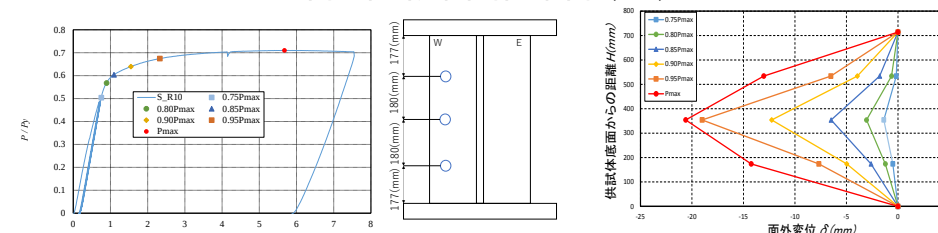


図-6 面外変位関係遷移図 (R10)

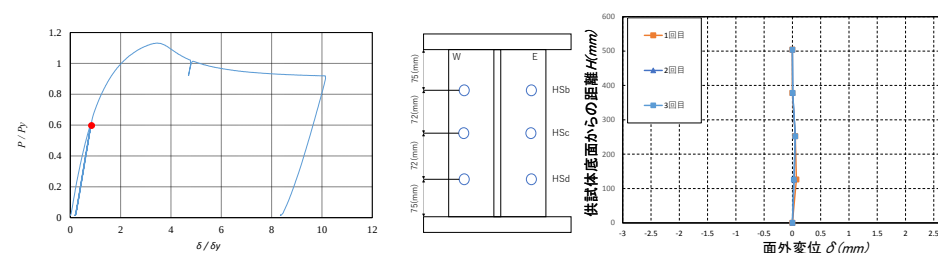


図-7 面外変位関係遷移図 (3回繰り返し, R10)

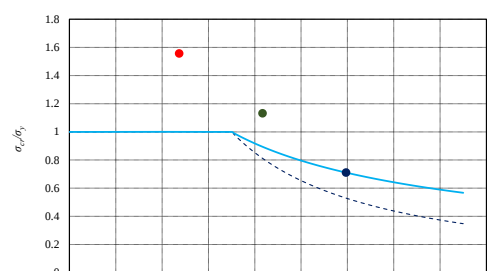


図-8 実験結果と耐荷力曲線の比較