超高強度鋼を用いた自由突出板の耐荷力特性に関する実験的研究

早稲田大学大学院　学生会員　○小野　遼太郎　早稲田大学大学院　学生会員　劉　佳平
(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
長岡技術科学大学　正会員　宮下　剛　早稲田大学　正会員　小野　潔

1. はじめに

超高強度鋼 HT950[1]は従来の橋梁用鋼材に比べて高い降伏点をもつ．高強度な材料を使用することによって，鋼部材の薄肉軽量化が考えられ，使用材料量の減少やコスト縮減が期待される．本研究では HT950 鋼の自由突出板への適用を考え，実験的研究を行った．検討方法は，自由突出板の座屈耐荷力の指標である幅厚比パラメータ R_R を変化させた十字断面鋼の供試体を用いて軸圧縮試験を実施し，耐荷力データを取得する．また，得られた結果と既往の研究，現行の道路橋示方書の自由突出板の基準耐荷力曲線との比較をする．

2. 実験概要

軸圧縮試験は，HT950 を使用した 4 つの供試体('R04'，'R07'，'R10'，'R13')を用いて実施した．本軸圧縮試験で対象とした自由突出板の供試体概要図を**図-1**，各供試体の構造諸元を**表-1** に示す．本試験は大型 2 軸構造物評価装置を用いて，0.005 mm/s の載荷速度で軸圧縮力を与えた．また，**図-2** に供試体に用いた HT950 の引張試験から得られた応力-ひずみ関係を示す．

3. 実験結果

各供試体の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および降伏鉛直変位δ_yで除して無次元化した$P/P_y - \delta/\delta_y$関係を**図-3** に示す．ここで，降伏軸力P_yは引張試験で得られた下降伏点$\sigma_y = 978(MPa)$を用いて求めた．これより，幅厚比パラメータが小さい供試体ほど高い耐荷力を持ち，変形能が大きいことがわかる．また，幅厚比パラメータが大きい R13 では，明確な非線形性を示す前に荷重が低下しているのに対して，幅厚比パラメータが小さい R04 は，非線形化後も耐力を保ったまま変位が増加しているという$P/P_y - \delta/\delta_y$関係の違いもみられた．

HT950 製自由突出板の耐荷力を評価するために，既往の耐荷力曲線図上(**図-4**)に，得られたデータを整理した．既往の耐荷力曲線として，式(1)に道路橋示方書の基準耐荷力曲線[2]を示す．また，式(2)に，福本らによって提案された基準耐荷力曲線[3]を示す．**図-4** に供試体 R04，R07，R10，R13 の，実験結果から求めたσ_{cr}/σ_yの値を示した．これより，実験結果は 2 つの耐荷力曲線の上方に位置することがわかる．したがって，HT950 製自由突出板の圧縮耐荷力をは既往の耐荷力曲線を用いることによって安全側に評価できる可能性が示された．

$$\frac{\sigma_y}{\sigma_{cr}} = \begin{cases} 1.0 & (R_R \le 0.7) \\ \left(\dfrac{0.7}{R_R}\right)^{1.19} & (R_R > 0.7) \end{cases} \quad (1)$$

$$\frac{\sigma_y}{\sigma_{cr}} = \begin{cases} 1.0 & (R_R \le 0.7) \\ \left(\dfrac{0.7}{R_R}\right)^{0.64} & (R_R > 0.7) \end{cases} \quad (2)$$

図-5 に面外変位を測定するために設置した変位計の配置図を示す．**図-6-1，図-6-2** に供試体 R04,

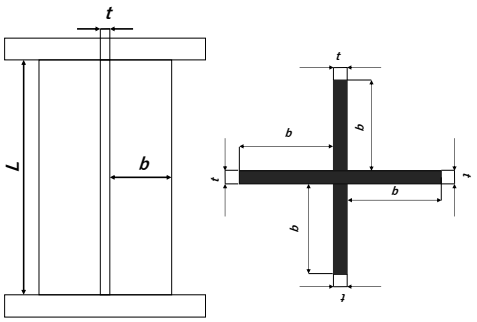

図-1　供試体概要図

表-1　構造諸元

		R04	R07	R10	R13
降伏応力	σ_y (MPa)	978			
突出幅	b (mm)	34	59	84	110
板厚	t (mm)	8.8			
供試体長さ	L (mm)	204	354	320	412
幅厚比パラメータ	R_R	0.43	0.74	1.05	1.38

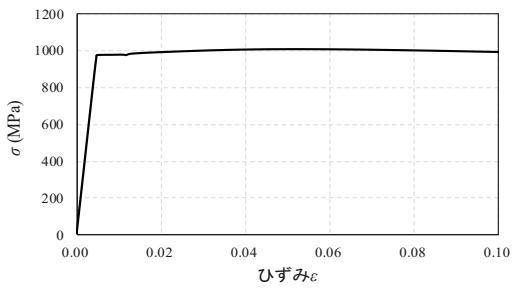

図-2　引張試験結果

キーワード　超高強度鋼, 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

© Japan Society of Civil Engineers

R13 の面外変位遷移関係を示す．これより，R04 の供試体では，非線形化開始付近から面外変位が進展している様子が結果からわかる．一方で， R13 の供試体においては，最大荷重 P_{max} を境に面外変位が進展していることがわかる．なお，R07，R10 の 2 つの供試体においては，R13 の供試体と同様の結果が見られた．

4. まとめ

本稿ではHT950を用いた自由突出板の軸圧縮試験によって耐荷力および座屈挙動に関するデータを収集し，道路橋示方書に記されている耐荷力曲線との比較を行った．その結果，HT950 製自由突出板の圧縮耐荷力は既往の耐荷力曲線を用いることによって安全側に評価できる可能性が示された．しかし，HT950 製自由突出板の特性に関するデータは未だ不足しており，今後さらなる実験的及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．

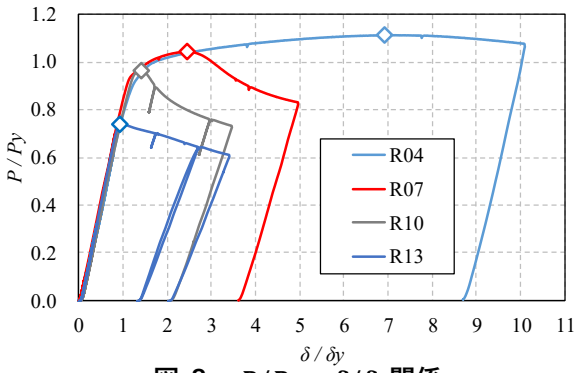

図-3　$P/P_y - \delta/\delta_y$関係

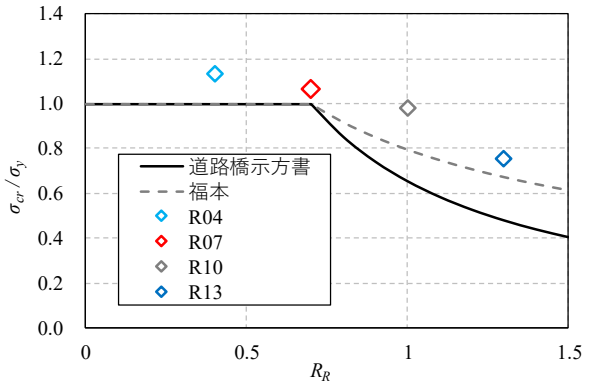

図-4　既往の耐荷力曲線との比較

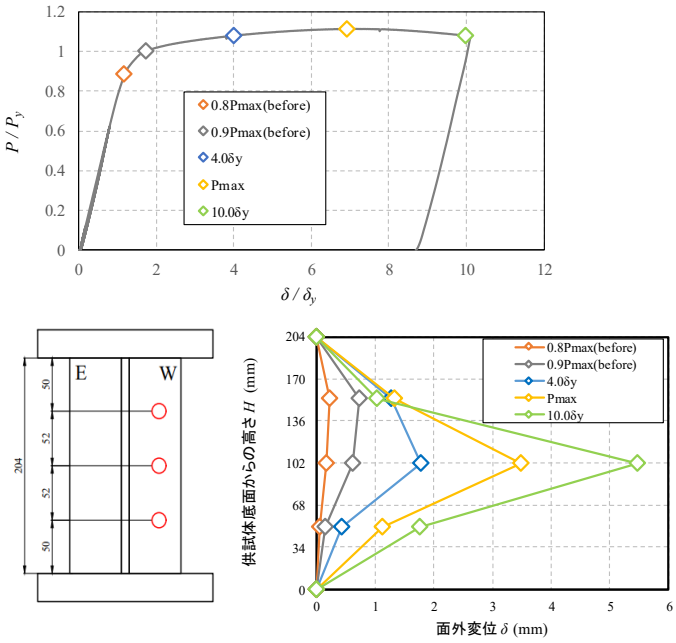

図-6-1　面外変位遷移図(R04)

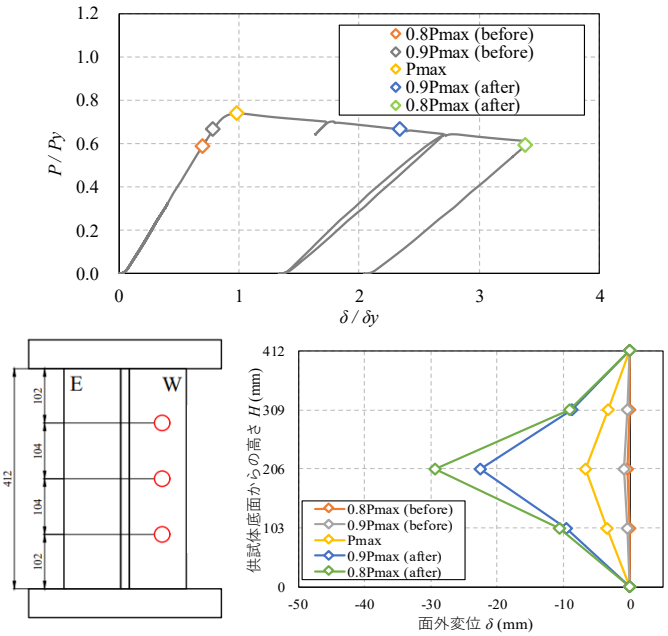

図-6-2　面外変位遷移図(R13)

参考文献

1)(一社)日本溶接協会：日本溶接協会規格，WES3001(溶接用高張力鋼板)，2001.
2) 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.
3) 福本唀士(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.

© Japan Society of Civil Engineers