

SBHS500 を用いた矩形断面鋼製橋脚の弾塑性挙動に関する実験的研究

早稲田大学大学院 学生会員 ○ 辻 敦志
IHI インフラシステム 正 会 員 岡田 誠司
愛知工業大学 正 会 員 嶋口 儀之
早稲田大学大学院 学生会員 山崎 諒介

早稲田大学 学生会員 高山 雄飛
IHI インフラシステム 正 会 員 竹嶋 夏海
愛知工業大学 正 会 員 鈴木 森品
早稲田大学 正 会 員 小野 潔

1. 研究の目的

平成 7 年 1 月 17 日に発生した兵庫県南部地震により道路橋は橋脚の倒壊や落橋などの甚大な被害を受けた。鋼製橋脚に関しては補剛板、鋼管の局部座屈や変形等、大きな被害を受け、そのうち 2 基は倒壊に至っている¹⁾。このことから、道路橋の鋼製橋脚については塑性域における耐荷力性能、および変形性能を考慮して設計されるようになった。「JIS G3140」として規格化された橋梁用高降伏点鋼板 SBHS²⁾は従来鋼に比べて降伏強度が高いことに加え、加工性や溶接性なども従来鋼よりも優れていることから鋼橋の建設の際のコスト削減や合理化を図ることが期待できる。しかし平成 29 年に改定された道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編³⁾において SBHS を使用した鋼製橋脚は SBHS の降伏比が高いことから塑性域における変形能が低いとされていること、最大荷重観測後に急激な荷重低下などの可能性があることなどが指摘されている。そこで本研究では SBHS500 製鋼製供試体を用いた正負交番載荷試験を実施し、耐力および変形能に関する情報を収集し、従来鋼製供試体の実験結果⁴⁾との比較・検討を行った。

2. 実験概要

2. 1 実験供試体

本研究では鋼材に SBHS500 を用いた供試体に関して実験を実施し、実験データを整理した。さらに従来鋼との比較のために、今回の実験供試体と細長比パラメータ、幅厚比パラメータの近い既往の実験データ⁴⁾を用いた。それぞれの供試体の諸元および各寸法を表 1 および表 2 に示す。また、各供試体の試験片で実施した材料引張試験から得られた応力-ひずみ関係の比較を図 1 に示す。図 1 より、SM490 に比べて SBHS500 は降伏比が高いことが確認できる。

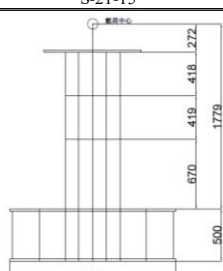
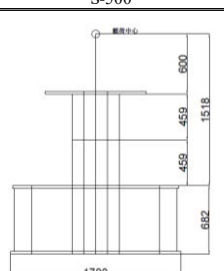
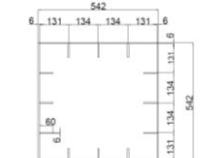
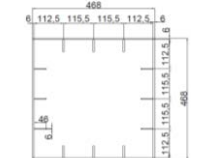
2. 2 実験方法

実験は公称降伏応力度に対して全断面降伏軸力比 N/N_y が 0.15 になるように作用させた軸力下で、ベルヌイ・オイラーの梁理論に基づく降伏水平変位 δ_{yN} の整数倍を片振幅として、水平変位を漸増させながら正負交番載荷を行うものとした。なお、各載荷サイクルは 1 回ずつとした。

表 1 各供試体の構造諸元

	S-21-15 ⁴⁾	S-500
鋼種	SM490Y	SBHS500
作用軸力 N (kN)	808	1080
軸力比 N/N_y	0.12	0.14
降伏強度 σ_y (N/mm ²)	397	527
細長比パラメータ λ	0.24	0.27
剛比(道示 V) γ/γ^*	1.19	0.99
幅厚比パラメータ R_R	0.51	0.48
幅厚比パラメータ R_F	0.47	0.51

表 2 各供試体の外形寸法

	S-21-15 ⁴⁾	S-500
外形寸法 (mm)		
断面寸法 (mm)		

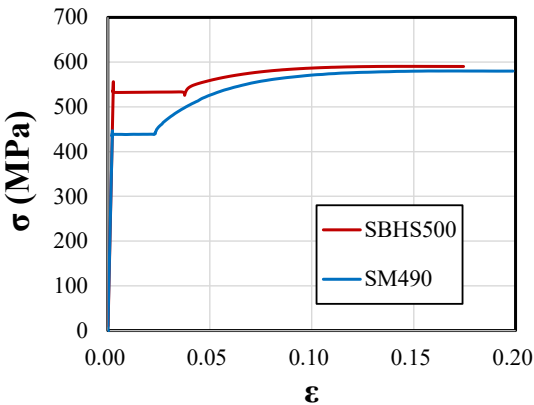


図 1 応力-ひずみ関係の比較

キーワード SBHS, 鋼製橋脚, 耐力, 変形能
連絡先 〒169-0072 東京都新宿区大久保 3 丁目 4-1 早稲田大学理工学術院 03-5286-3387

3. 実験結果

3. 1 荷重-変位関係

今回の実験で得られた SBHS500 製供試体 S-500 の水平荷重-水平変位関係を図 2 に示す. 図 2 から, S-500 は $4\delta_y$ のサイクルで最大荷重を観測していることが確認できる.

3. 2 面外変位の推移

S-500 の正側載荷時に圧縮側となるフランジパネルに関して, 断面中央部の鉛直方向の面外変位の推移を図 3 に示す. ここで, 面外変位量は凹方向を正としている. 図 3 パネル全体が凹になる変形を生じていることがわかる. また, S-500 の正側フランジパネルは P_{max} 観測後, 急激な面外変位の増加がみられることが確認できる.

3. 3 包絡線の比較

今回得られた実験結果をもとに, SBHS500 製供試体 S-500 と従来鋼 SM490 製供試体 S-21-15⁴⁾ の 2 体に関して包絡線の比較を行ったものを図 4 に示す. S-21-15 は細長比パラメータ $\bar{\lambda}$, 幅厚比パラメータ R_R および R_F が S-500 に近いことから鋼種による比較の対象とした.

両供試体の断面寸法, 降伏応力 σ_y などの違いから最大荷重や最大荷重時変位は直接比較できないが, 図 4 から SBHS500 製供試体 S-500 は従来鋼 SM490 製供試体 S-21-15 に比べて最大荷重観測後に急激に水平荷重が低下していることが確認できる.

4. まとめ

本研究では, SBHS500 を用いた鋼製橋脚の耐力および変形能に関する情報を収集することを目的として SBHS500 製供試体による正負交番載荷実験を実施した. 面外変位をまとめたところ, 最大荷重観測後のサイクルでは面外変位が急激に増加していることが確認できた. さらに細長比パラメータ $\bar{\lambda}$, 幅厚比パラメータ R_R および R_F の近い従来鋼 SM490 製供試体による過去の実験データを用いて包絡線の比較を行った結果, SBHS500 製供試体は SM490 製供試体に比べて最大荷重観測後に急激な荷重低下がみられることがわかった. 不足しているデータについては追加で実施される実験や解析によるデータ収集を行うとともにさらに詳細な検討が必要である.

参考文献

- 1) 兵庫県南部地震道路橋震災対策委員会: 兵庫県南部地震における道路橋の被災に関する調査報告書, 平成 7 年 12 月.
- 2) JIS G 3140: 橋梁用高降伏点鋼板, 2012.
- 3) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 平成 29 年 11 月.
- 4) 岡田誠司, 小野潔, 谷上裕明, 徳永宗正, 西村宣男: 高圧縮軸力が作用する矩形断面鋼部材の耐震性能評価に関する研究, 土木学会論文集 A, Vol.66, No.3, pp.576-595, 2010.9.

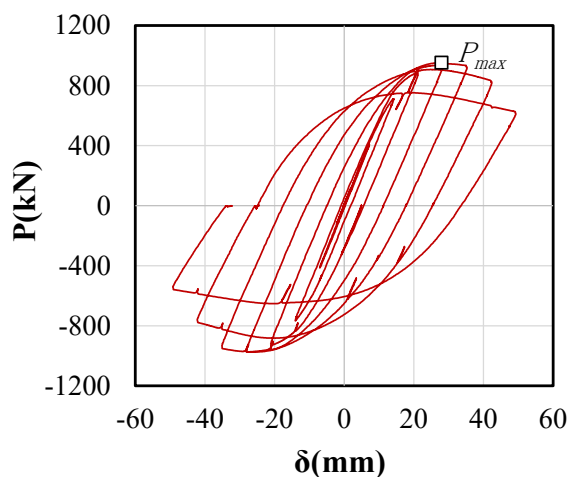


図 2 S-500 の荷重-変位関係

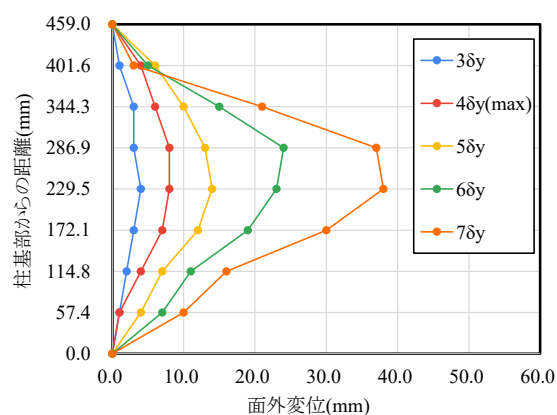


図 3 面外変位の推移

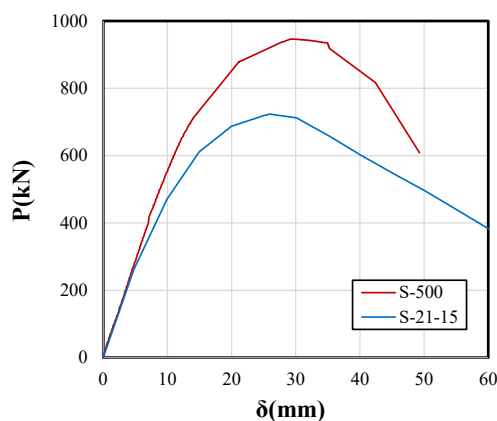


図 4 包絡線比較