

超高強度鋼を補剛材に用いたハイブリッド鋼製橋脚の
耐力および変形能に関する実験的研究

早稲田大学大学院
IHI インフラシステム
愛知工業大学
早稲田大学大学院

学生会員
正 会 員
正 会 員
学生会員

○高山 雄飛
竹嶋 夏海
鈴木 森晶
山崎 諒介

早稲田大学大学院
IHI インフラシステム
愛知工業大学
早稲田大学

学生会員
正 会 員
正 会 員
正 会 員

辻 敦志
岡田 誠司
嶋口 儀之
小野 潔

1. はじめに

橋脚の耐震設計において、周辺構造物の負担低減などを目的として、部材の変形能を高めつつ、耐荷力の上昇を抑えた設計が必要とされる場合がある。その手法の一つとして、矩形断面の鋼製橋脚の縦リブに、ウェブ・フランジよりも高強度の鋼材を使用するハイブリッド構造が注目されている¹⁾。また、橋梁用高性能鋼材 SBHS²⁾が近年になり規格化された。SBHS は従来鋼に比べて、じん性や溶接性に優れた鋼材である。その一方、降伏比が従来鋼より大きいために、部材に用いた際の変形能が従来鋼よりも劣る懸念がある。そこで本研究では、ウェブ・フランジが SBHS 製の鋼製橋脚の縦リブに、SBHS より強度の高い超高強度鋼(本実験ではHT950)を用いたハイブリッド鋼製橋脚について正負交番載荷試験を行ない、SBHS 製橋脚へのハイブリッド構造の適用を検討した。

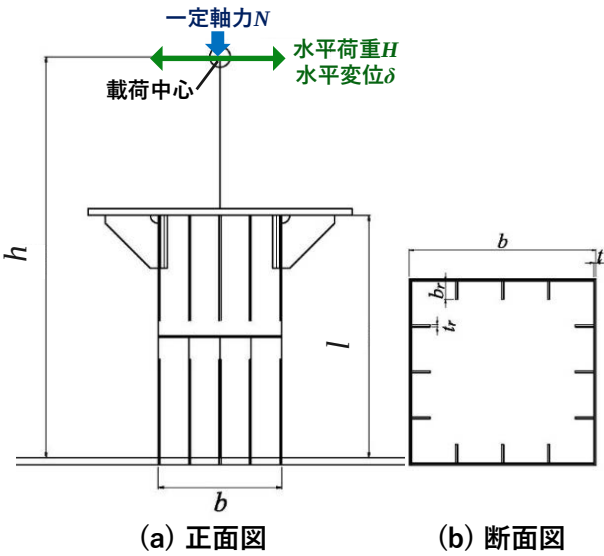


図-1 供試体概要図

2. 実験供試体および実験概要

本実験は、ウェブ・フランジ、縦リブすべてに SBHS500 を用いたホモジニアス鋼製橋脚(以下、「ホモジニアス」と)、ウェブ・フランジに SBHS500、縦リブに超高強度鋼 (HT950)を用いた鋼製橋脚(以下、「ハイブリッド」)の2供試体について実施した。図-1 に供試体概要図を、表-1 に両供試体の構造諸元を示す。両供試体はすべて同一寸法であり、ウェブ・フランジ面に溶接された縦リブの鋼種が異なるのみである。なお、表中の各幅厚比パラメータ R_F 、 R_R 、 R_S は、それぞれ H29 年版道示(II)³⁾に記載の補剛板全体、両縁支持板、自由突出板の幅厚比パラメータであり、使用鋼材の材料試験値を用いて求めた。細長比パラメータ λ についても、H29 年版道示(II)³⁾の計算方法に準じた。 γ/γ_i^* は、縦リブの剛比の比を表している。引張試験で得られた使用鋼材の機械的性質は、表-2 と図-2 に示す。なお、表中の降伏応力は下降伏点である。

載荷試験は、供試体頂部に一定の軸力 N を加えながら、

表-1 供試体構造諸元

			ホモジニアス	ハイブリッド
フランジ ウェブ	鋼種	—	SBHS500	
	全幅 b	mm	468	
	厚さ t	mm	6.26	
リブ	鋼種	—	SBHS500	HT950
	全幅 b_r	mm	46	
	厚さ t_r	mm	6.26	6.30
供試体高さ l		mm	918	
載荷位置 h		mm	1518	
軸力比 N/N_{yN}		—	0.15	
細長比パラメータ λ		—	0.27	0.27
幅厚比 パラメータ	補剛板全体 R_F	—	0.51	0.51
	小パネル R_R	—	0.48	0.48
	補剛材 R_S	—	0.60	0.80
リブ剛比		—	1.0	

表-2 使用鋼材の機械的性質

	降伏応力 σ_y N/mm ²	引張強さ σ_u N/mm ²	降伏比 —
SBHS500	534	594	0.90
HW885	978	1012	0.97

キーワード ハイブリッド鋼製橋脚, SBHS, 超高強度鋼, 耐荷力, 変形能
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

降伏変位 δ_y を基準として、両振りの漸増型となるように水平変位 δ を与えた。なお、一定軸力 N は、鋼材の公称降伏応力から算出される供試体降伏軸力の15%となるように設定した。また、载荷の基準とした降伏変位 δ_y は、鋼材の公称降伏応力から算出される供試体最下部の圧縮縁降伏時の水平変位とした。

3. 試験結果

正負交番载荷試験から得られた、水平荷重-水平変位関係を図-3に、载荷結果の包絡線を図-4に示す。ハイブリッドはホモジニアスに対して、最大荷重が11%ほど上昇し、最大荷重時の変位は25%ほど上昇した。また、最大荷重後の挙動に注目すると、ハイブリッドはホモジニアスに比べて荷重降下が緩やかになっている。

次に、面外変位の推移を図-5に示す。図の面外変位の計測位置は、図中右下に示す点を用いた。両供試体について同一の载荷段階で比較すると、全体的にハイブリッドの面外変位はホモジニアスよりも値が小さい。また、各面外変位の最大値は縦リブのない箇所で見られており、縦リブには面外変位を抑える効果があると言える。これらを踏まえると、ウェブ・フランジに対する縦リブの高強度化は、面外変位の抑制に寄与したと言える。

4. まとめ

本研究は、SBHS製の橋脚に対するハイブリッド構造の適用を検討するため、ウェブ・フランジにSBHS、縦リブに超高強度鋼を用いたハイブリッド鋼製橋脚の正負交番载荷試験を行なった。荷重変位関係に注目すると、ハイブリッド化によって耐荷力と変形能は共に上昇し、最大荷重後の荷重低下が緩和された。また、ハイブリッド化による面外変位の抑制効果が確認された。今後は、さらなる実験データの収集と解析の実施によってハイブリッド鋼製橋脚の詳細な検討を行なう。

参考文献

- 1) 浜村圭太, 小野潔, 松村政秀, 垂井敬寛, 幸田真也: SBHS700を縦リブに使用したハイブリッド鋼製短柱の耐力および変形能に関する実験的研究, 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.391~394, 2013.
- 2) JIS G 3140:2021, 橋梁用高降伏点鋼板.
- 3) 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.

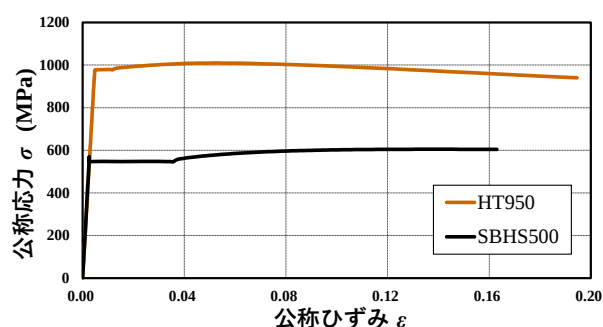


図-2 使用鋼材の公称応力-公称ひずみ関係

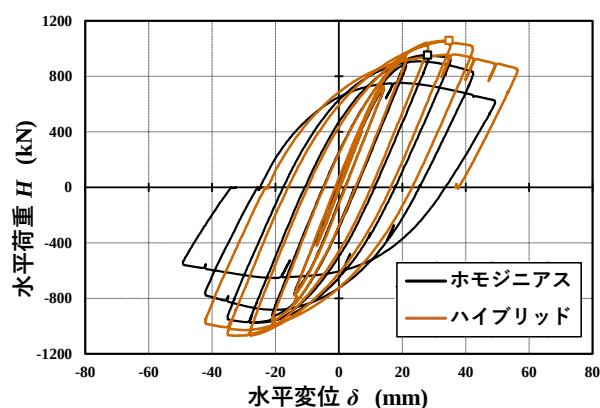


図-3 水平荷重-水平変位関係

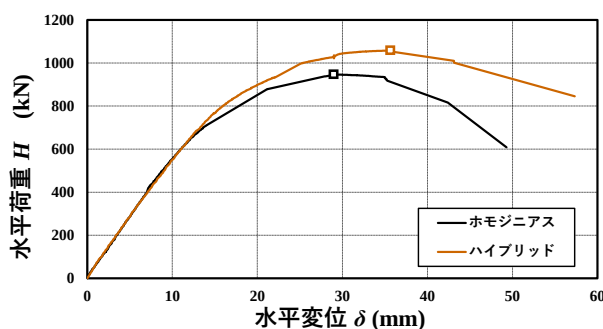


図-4 包絡線

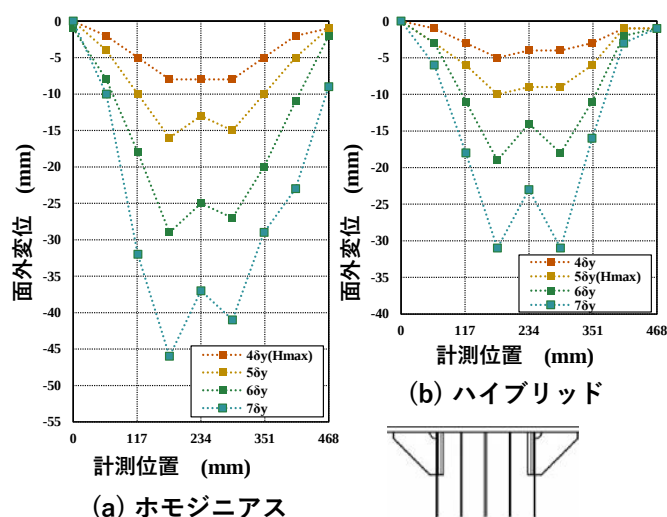


図-5 面外変位遷移図