

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

浜村圭太¹・小野潔²・松村政秀³・垂井敬寛⁴・幸田真也⁵

¹学生員 大阪大学大学院 工学研究科（〒565-0871 吹田市山田丘2-1）

²正会員 博士（工学） 大阪大学大学院准教授 工学研究科（〒565-0871 吹田市山田丘2-1）

³正会員 博士（工学） 大阪市立大学大学院准教授 工学研究科（〒558-0022 大阪市住吉区杉本3-3-138）

⁴学生会員 大阪大学大学院 工学研究科（現 大林組）

⁵学生員 大阪市立大学大学院 工学研究科（〒558-0022 大阪市住吉区杉本3-3-138）

1. はじめに

橋梁用高降伏点鋼板が（以下、「SBHS」という）が JISに規定された¹⁾。SBHSの大きな特徴は高い降伏点と高い溶接性である。SBHSの中でもSBHS700は最も高い降伏点と引張強さを有している。よって、SBHS700を橋梁に適用することで、今までは実現することが難しかった耐荷性能等の性能が得られる可能性、建設コストの削減の可能性がある。しかしながら、SBHS500については、既往の文献²⁾で降伏点、引張強さおよび伸びといった機械的性質の情報は示されているものの、SBHS700についてはそれら情報が示されていない。

そこで、本稿では引張試験を行い、SBHS700の降伏点、引張強さ、伸び、降伏比といった機械的性質に関する情報を得るとともに、既往の研究^{3),4)}で示されるHT80との機械的性質の比較も行った。

さらに、SBHS700の特性を活用した鋼構造物に関する検討を行うため、フランジおよびウェブにSS400を、縦リブにSBHS700を使用したハイブリッド補剛板で構成される溶接箱形断面鋼製短柱、フランジ、ウェブおよび縦リブにSS400を使用したホモジニアスな補剛板で構成される溶接箱形断面鋼製短柱を用いて軸圧縮試験を行った。

2. 引張試験

以下に SBHS700 の引張試験の概要、引張試験から得られる SBHS700 の機械的性質、既往の研究で示される HT80 の機械的性質の比較を示す。

表-1 供試体の数

鋼種	板厚	方向	数
SBHS 700	9mm	ロール (L-specimen)	5
		ロール直角 (R-specimen)	5
	12mm	ロール (L-specimen)	5
		ロール直角 (R-specimen)	5

表-2 JIS に規定される機械的性質

	降伏 点 (MPa)	引張 強さ (MPa)	伸び		
			板厚 (mm)	試験 片	伸び (%)
SBHS 700	700≦	780～ 930	6≦ <i>t</i> ≦16	JIS-5	16≦

(1) 引張試験片

表-1 に引張試験片の種類とその本数を示す。対象とした鋼板は、板厚 9mm および 12mm の 2 種類である。そして、2 種類の板厚の鋼板から JIS Z2201 に規定される 5 号試験片をロール方向 (L-specimen) とロール直角方向 (R-specimen) に各 5 本ずつ、合計 20 本製作した。

(2) 引張試験結果

表-2 に JIS に規定される SBHS700 の機械的性質を示す。表-3 に板厚、ロール方向ごとの引張試験結果の平均値を示す。なお、表-3 に示される降伏点は、上降伏点もしくは 0.2%耐力である。図-1～図-4 には、それぞれ降伏点 σ_y 、引張強さ σ_B 、降伏比 $YR(\sigma_y/\sigma_B)$ 、伸びの変動を示す。なお、図-1 の破

表-3 引張試験結果

鋼種	板厚	方向	降伏点(MPa)	引張強さ(MPa)	降伏比(%)	伸び(%)
SBHS700	9mm	ロール	770	796	97	25
		ロール直角	785	802	98	24
	12mm	ロール	772	818	94	30
		ロール直角	826	835	99	28

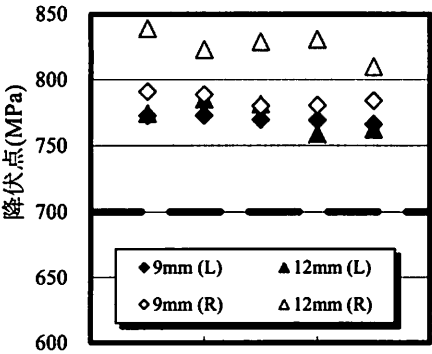


図-1 降伏点

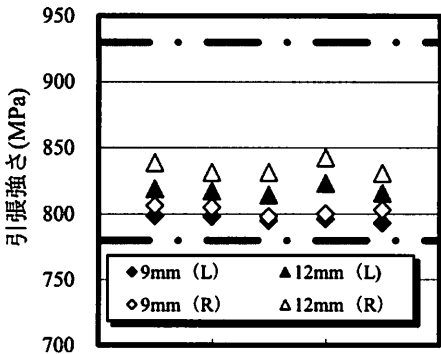


図-2 引張強さ

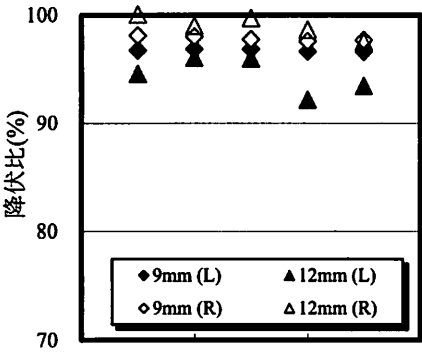


図-3 降伏比

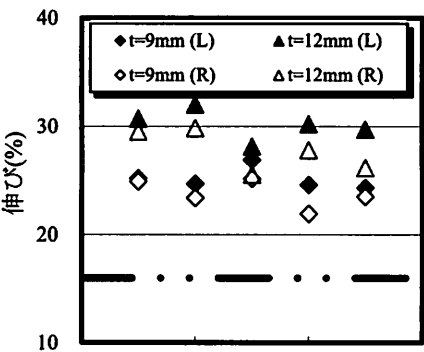


図-4 伸び

線(---)は JIS に規定される降伏点の最小値を、図-2 の鎖線(---)は JIS に規定される引張強さの範囲を、図-4 の 2 点鎖線(-.-)は JIS に示される伸びの最小値を示す。

図-1～図-4 で示される SBHS700 の機械的性質の概要を以下に示す。

- ・板厚 12mm の試験結果について、引張強さについてはロール方向、ロール直角方向でほとんど差が見られないのにたして、降伏点については、ロール直角方向がロール方向より大きな値となっている。
- ・板厚 9mm の試験結果について、引張強さおよび降伏点ともロール方向およびロール直角方向で大

きな差は見られない。

- ・本稿の SBHS700 の降伏比は 92%と 100%の間にあり、板厚 12mm のロール直角方向の降伏比の平均値は 99%と非常に高い。

なお、上記の通り、本稿で SBHS700 の引張試験を行い、機械的性質に関する情報を得ている。しかしながら、SBHS700 の機械的性質に関する情報は、SM490 および SM570 等の従来から鋼橋で使用されている鋼材のみならず、SBHS500 としても絶対的に不足している状況には変わらない。よって、今後も、SBHS700 の機械的性質に関する情報を収集していくことは重要であると言える。

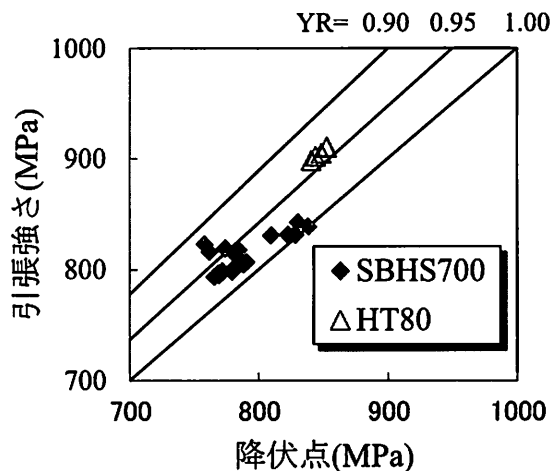


図-5 SBHS700 と HT80 の降伏比の比較

(3) 既往の研究で示される HT80 との比較

上記の(2)で紹介した通り、SBHS700 の降伏比は非常に高い値となっている。そこで、既往の研究³⁾⁴⁾の HT80 の引張試験から得られる降伏比との比較を行った。図-5 に示すように、本稿で対象とした SBHS700 の降伏比は既往の研究の HT80 の降伏比より高いことが分かる。

3. 一軸圧縮試験

SBHS700 を鋼橋に適用するメリットについて検討するため、本稿では補剛板に着目して実験による検討を行った。

(1) 試験供試体

本稿では、補剛板としてハイブリッド補剛板とホモジニアスな補剛板で構成される 2 種類の溶接箱形断面鋼製短柱の供試体を使用して軸圧縮実験を行った。図-6 に供試体の概形を、以下に 2 種類の供試体の特徴を示す。

- ・ R_SS 供試体：フランジ、ウェブ、縦リブとも SS400 を使用したホモジニアスな補剛板で構成される供試体。
- ・ R_BHS：フランジ、ウェブは SS400 で、縦リブは SBHS700 を使用したハイブリッド補剛板で構成される供試体。

なお、実際の鋼橋では、溶接を行う場合、SS400 ではなく、SM400 を使用するべきであるが、今回の主たる着目点が耐力および変形能であるため SS400 を使用した。

図-7 に、供試体に用いた SS400 と SBHS700 の応力-ひずみ関係を示す。図-7 で示されるように SBHS700 は SS400 に対して降伏点で 2.6 倍程度、引

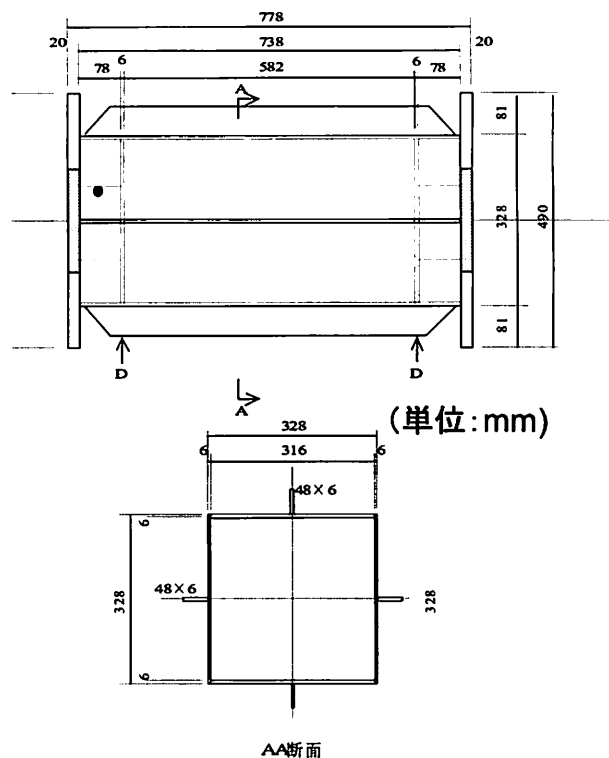


図-6 供試体の概形図

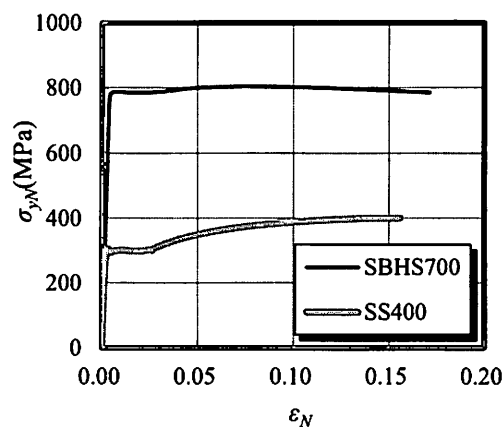


図-7 応力-ひずみ関係

張強さで 2 倍程度大きくなっている。

表-4 に、補剛板の幅厚比パラメータ R_R および R_F 、縦リブの幅厚比パラメータ R_S の値⁵⁾を示す。

上記の幅厚比パラメータの算出では、降伏点 σ_y として材料試験値を用いた。また、ハイブリッド補剛板の R_F の算出では SBHS700 の降伏点を用いた。

(2) 載荷方法

実験は、大阪大学所有の圧縮試験機（容量 5,000kN）を用いて、軸圧縮力を単調増加させて行った。試験の状況を図-8 に示す

表-4 各供試体で使用された鋼種および幅厚比パラメータ

供試体	鋼種		R_F	R_R	R_S
	ウェブ, フランジ	縦リブ			
R_SS	SS400	SS400	0.42	0.48	0.44
R_BHS	SS400	SBHS700	0.42	0.47	0.78



図-8 実験の状況

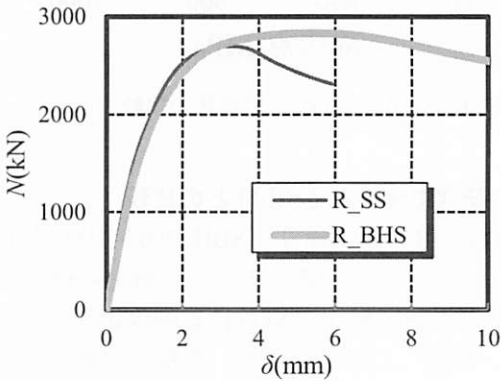


図-9 N - δ 関係

(3) 試験結果

図-9 に各供試体の軸圧縮力 N -軸方向変位 δ 関係 (N - δ 関係) を示す。図-9 に示すように、供試体 R_BHS と R_SS の最大圧縮軸力の値はほぼ等しいが、R_BHS の最大圧縮軸力時の軸方向変位は R_SS の 1.7 倍程度大きくなっている。ところで、鋼橋の耐震補強等で、耐力の上昇を抑えながら変形能を向上させるといった耐震性能が要求されることがある。そのような耐震性能に対して、図-9 の結果から、SBHS700 を縦リブに用いたハイブリッド構造は有効な構造となり得る可能性がある。

4. まとめ

本稿では、SBHS700 の引張り試験を行い、SBHS700 の機械的性質に関する情報を得るとともに、既往の研究の HT80 との比較を行った。さらに、軸圧縮試験結果より、フランジおよびウェブに SS400 を、縦リブに SBHS700 を使用したハイブリッド補剛板は、フランジ、ウェブ、縦リブに SS400 を使用したホモジニアスな補剛板と耐力は同程度であったが、変形能が向上するという結果が得られた。

5. 謝辞：本稿は、JSPS 科研費 22560476 および「日本鉄鋼連盟 鋼構造研究・教育助成事業(一般テーマ研究)」により実施したものです。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) JIS G 3140：橋梁用鋼降伏点鋼板，2008.
- 2) 村越潤，梁取直樹，有馬敬育，清水英樹，小森大資：鋼材料・鋼部材の強度等に関する統計データの調査，土木研究所資料第 4090 号，2008.
- 3) 福本昤士（研究代表者）：鋼構造の機能性向上からみた高張力鋼の実用化に関する研究，平成 3 年度科学研究費補助金（研究課題番号 02555101）研究成果報告書，1991.
- 4) 渕先弘一：低降伏比高張力鋼の構造部材への適用に関する研究，平成 3 年度大阪大学修士論文.
- 5) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編，2012.