

SBHS500 の同一鋼板内での機械的性質のばらつきに関する実験的研究

早稻田大学

非會員

井村 圭吾

早稻田大学大学院

学生会員

○山崎 諒介

名古屋高速道路公社

正會員

大門 大

エム・エムブリッジ(株)

正會員

渡邊 俊輔

長岡工業高等専門学校

正會員

宮寄 靖大

早稻田大学

正會員

小野 潔

1. はじめに

近年、橋梁用高降伏点鋼板 SBHS(Steels for Bridge High Performance Structure)が JIS 化され¹⁾、2017 年には SBHS400 と SBHS500 が道路橋示方書に規定された²⁾。SBHS は従来鋼に比べ、強度、じん性、溶接性などに優れており、鋼橋の建設コスト縮減が期待されるものの、従来鋼に比べると機械的性質や耐荷力に関する情報が不足している。中でも、降伏点をはじめとした機械的性質のばらつきは鋼部材の耐荷力に大きな影響を及ぼす³⁾。ため、重要な情報である。鋼材の機械的性質のばらつきに関する既往の研究は、互いに異なる多数の鋼板を対象としたものが多いが^{例えば 4)}、同一鋼板内でもばらつくことが報告されている⁵⁾。しかし、同一鋼板内の機械的性質のばらつきに着目した研究はほとんどなく、SBHS を対象として調査が行われた前例はない。そこで本研究では、板厚 7[mm] および 11[mm] の SBHS500 を対象

に、同一鋼板内の様々な箇所から試験片を採取して引張試験を実施し、同一鋼板内における機械的性質のばらつきを調査した。

2. 引張試験概要

板厚 7[mm] および 11[mm] の SBHS500 の、隅角部供試体⁶⁾に用いた残りの箇所から JIS5 号試験片を採取した。その採取箇所および本数を図-1 に示す。採取方向は、図中に縦矢印を記入した箇所はロール直角方向、その他はロール方向である。試験片の平行部中央の表裏両面に一軸塑性ひずみゲージを貼り、試験は早稲田大学の AUTOGRAPH(島津製作所製, 250[kN])を用いて、載荷速度 1.0[mm/min.]で実施した。なお、板厚 7[mm] の一部の試験片については長岡工業高等専門学校で引張試験を実施した。降伏点の値には、明確な降伏棚を示す場合には下降伏点の値を、明確な降伏棚を示さない場合は 0.2%オフセット耐力をそれぞれ採用した。

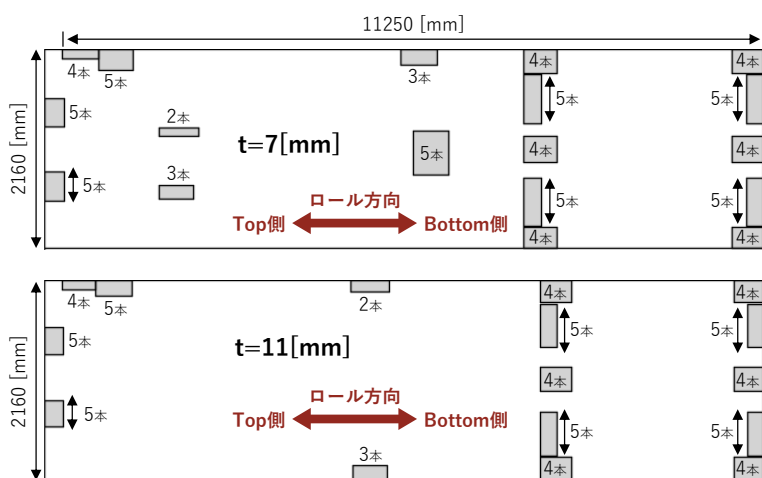


図-1 引張試験片の採取箇所, 方向, 本数

	採取方向	降伏点 σ_y [N/mm ²]	引張強さ σ_u [N/mm ²]	破断伸び ε_f
SBHS500 (JIS規格値)		500以上	570～720	0.19以上※
SBHS500 t=7[mm]	ロール	630	677	0.269
(平均値)	ロール直角	635	679	0.265
SBHS500 t=11[mm]	ロール	551	637	0.335
(平均値)	ロール直角	572	652	0.299

※JIS5号試験片, 板厚6mm以上16mm以下の場合

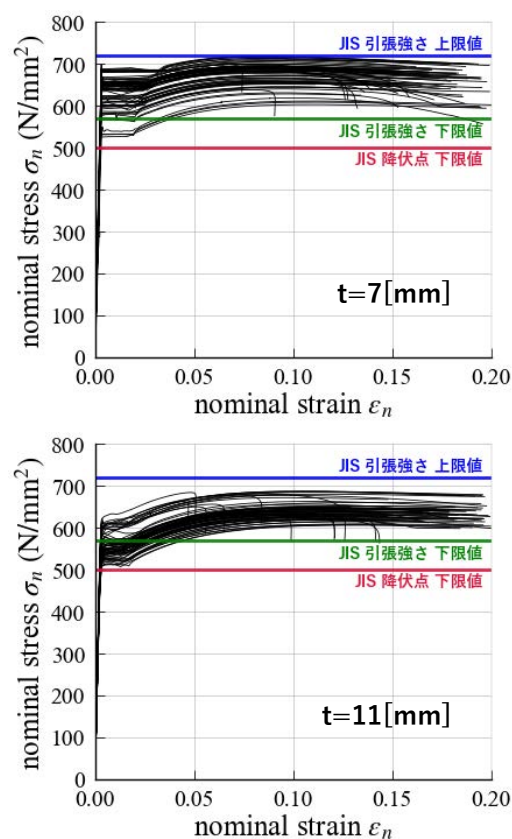


図-2 公称応力-公称ひずみ関係

キーワード SBHS500, 機械的性質, 変動係数, 応力-ひずみ関係

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

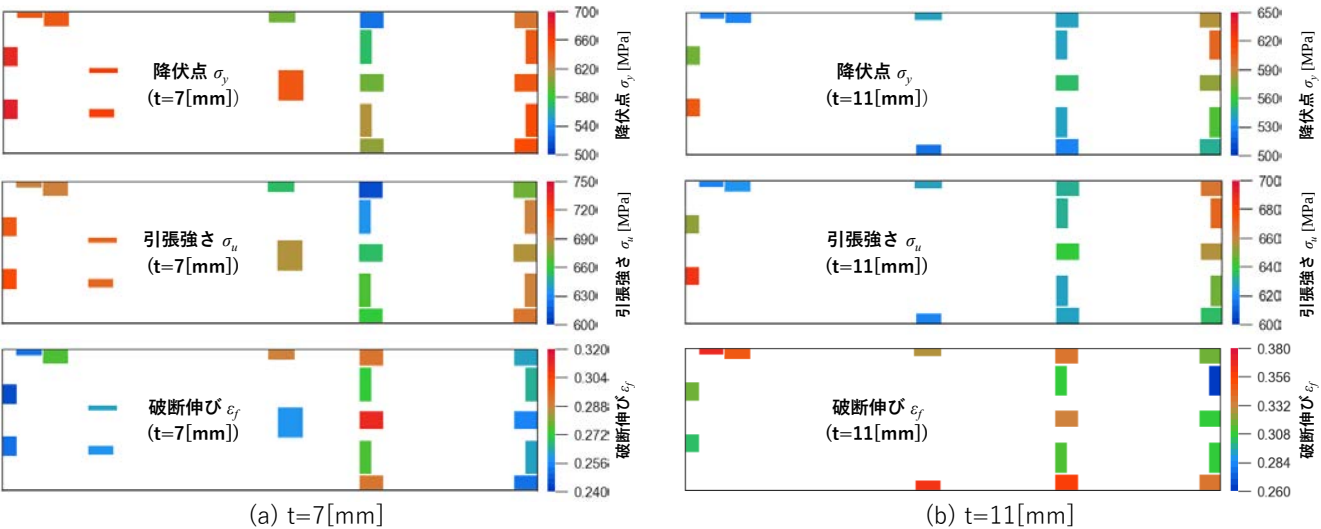


図-3 降伏点・引張強さ・破断伸びの分布(各エリアの平均値)

表-2 変動係数の比較						
鋼材	板厚	採取方向	データ数	変動係数		
	t [mm]			降伏点	引張強さ	破断伸び
SS400相当 (奥村ら1969)	16	ロール	834	0.044	0.045	0.067
		ロール直角	735	0.053	0.041	0.075
SBHS500 (本研究)	7	ロール	51	0.062	0.039	0.114
		ロール直角	25	0.061	0.041	0.075
	11	ロール	41	0.047	0.029	0.070
		ロール直角	25	0.054	0.036	0.086

3. 引張試験結果

SBHS500 の JIS 規格値と引張試験から得られた降伏点・引張強さ・破断伸びの平均値を表-1 に示す。また、全試験片の公称応力-公称ひずみ関係と降伏点および引張強さの JIS 規格値を図-2 に示す。図-2 より、全ての試験片の結果が降伏点および引張強さの JIS 規格値を満足していることが分かる。なお、破断伸びに関しても全ての試験片が JIS 規格値を満足していた。t=7 [mm]の応力-ひずみ関係にはいずれも明確な降伏棚が見られたが、t=11 [mm]では降伏棚が明確でないケースも見られた。また、一部の試験片は破断箇所が平行部中央ではなく、ゲージを貼った箇所が伸びなかったために、計測された終局時のひずみの値が小さくなっている。

続いて、降伏点・引張強さ・破断伸びのヒートマップを図-3 に示す。図-3 より、降伏点の大きい箇所は引張強さも大きく、破断伸びは小さい傾向が見られる。文献 5)に示されている SS400 相当の鋼材(板厚 16[mm])を対象とした調査結果でも、同様の傾向が報告されている。

最後に本研究から得られた降伏点・引張強さ・破断伸びの変動係数を文献 5)の調査結果と比較したものが表-2 である。文献 5)に比べ、本研究のデータ数には限りがあるものの、変動係数は同程度といえる。したがって SBHS500 と SS400 相当の従来鋼(板厚 16[mm])は、同一

鋼板内において同程度の機械的性質のばらつきを有している可能性がある。

4. まとめ

本研究では板厚 7[mm]および 11[mm]の SBHS500 を対象として引張試験を実施し、同一鋼板内における機械的性質のばらつきを調査した。その結果、SS400 相当の従来鋼と同程度のばらつきを有する可能性が示された。また、全ての試験結果が降伏点・引張強さ・破断伸びの JIS 規格値を満足した。同一鋼板内の機械的性質のばらつきに着目した研究は依然として少なく、他の SBHS や SM 材についても情報の収集が必要と考える。

5. 謝辞

本研究は「名古屋都心アクセス構造検討委員会」の一環として実施したものです。ここに記して、関係の皆様へ感謝申し上げます。

参考文献

- 1) JIS G 3140 : 2021, 橋梁用高降伏点鋼板。
- 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) 森口智聡, 小野潔, 西村宣男：降伏応力度等のばらつきが鋼製橋脚の耐震性能に与える影響に関する検討, 第 4 回鋼構造物の非線形数値解析と耐震設計への応用に関する論文集, pp.239-248, 2002。
- 4) 村越潤, 染取直樹, 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。
- 5) 奥村敏恵, 羽鳥幸男, 堀川浩甫, 中村虔一, 原洋一, 西村昭：特集 構造用鋼材の引張試験, JSSC Vol.5, No.48, pp.1-51, 1969。
- 6) 丸山拓也, 大門大, 山本健生, 渡邊俊輔, 小野潔：鋼製ラーメン橋脚隅角部のフィレット幅厚比が応力低減効果に及ぼす影響, 令和 4 年度土木学会年次学術講演会, I-26, 2022。