

SBHS400 を用いたコンパクト断面 I 桁の曲げ性能確認試験

新日鐵住金 正会員 ○ 北市 さゆり 新日鐵住金 正会員 横関 耕一
新日鐵住金 正会員 富永 知徳 新日鐵住金 正会員 高木 優任

1. はじめに

JIS G 3140 に規定されている橋梁用高降伏点鋼板 (SBHS)は結晶組織の微細化により、高強度、高じん性、高溶接性を実現し、建設コストの削減を可能にする鋼材であるが、設計法の合理化との組み合わせでより一層のコスト削減効果を期待できる¹⁾。

AASHTO の LRFD²⁾(以下「AASHTO」という)では、鋼 I 桁のウェブ、フランジそれぞれの幅厚比がコンパクト断面の制限値以下で、かつ横倒れしない場合、全塑性モーメントを設計曲げ耐力として利用できる。一般に降伏比が高くなる高強度材は、断面の塑性化が十分に進展しない可能性があるとの考えにより、AASHTO ではコンパクト断面への適用に制限がある。SBHS は、従来鋼(SM)に比較して降伏比が高いため、コンパクト断面設計を適用するためには、曲げ性能の確認が必要であると考えられる。

上記の背景から筆者の一部は、わが国で一般的に使用される SM490 と、SBHS のうち引張強度が SM490 と同じであるが降伏比の高い SBHS400 の 2 鋼種を対象とし、ウェブが先行して座屈するコンパクト断面とした場合、降伏比の差が曲げ性能に及ぼす影響が小さいことを確認し、SBHS400 のコンパク

ト断面への適用が可能であることを示した³⁾。本稿では、より効率的な断面となる、ウェブおよびフランジをコンパクト断面条件の上限幅厚比とした場合の SBHS400 の曲げ性能を、曲げ試験により確認したのでその結果を報告する。

2. 試験体および試験方法

試験体は SM490 と SBHS400 のそれぞれを用いた 2 体である。材料試験により得た降伏点をもとにそれぞれの試験体を設計した。AASHTO のコンパクト断面条件は、①ウェブ幅厚比、②フランジ幅厚比、③横補剛間隔、の 3 つの制限がある。ここでは③の横倒れが生じないようにし、①②をとともに上限値 (1.00 倍)とした。試験体の概要を図-1 に、試験体の諸元を表-1 に、試験体の設置状況を写真-1 にそれぞれ示す。横倒れの拘束箇所は複数のボールベアリングを垂直補剛材の側面に接触させることで面外方向以外を拘束しないようにした。さらに、等曲げ区間以外を箱断面とし、桁の横倒れが発生しないようにして 4 点曲げ载荷を行った。

3. 試験結果

図-2 に対象パネルに作用する曲げモーメント M - 回転角 θ 関係を、図-3 に M/M_p - θ/θ_p 関係(θ_p : 弾性計

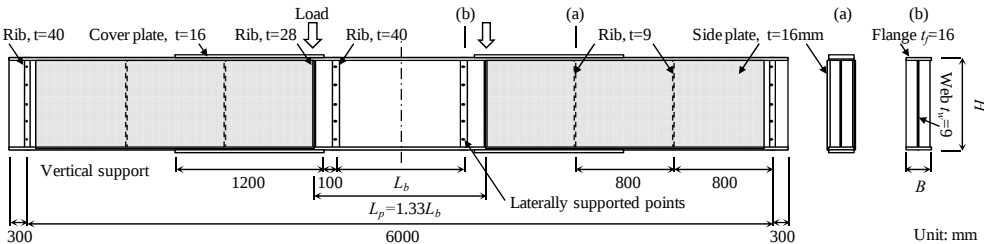


図-1 試験体概要図



写真-1 試験体設置状況

表-1 試験体諸元

鋼種	σ_y [MPa]		E [MPa]	断面寸法 [mm]				パネル長 [mm]	幅厚比						曲げ耐力 [kN・m]	
				H	B	t_w	t_f		Web			Flange			※フランジの σ_y で算出	
									H/ t_w	コンパクト上限	比	B/ $2t_f$	コンパクト上限	比	M_y	M_p
SM490	378	357	205000	810	290	9	16	1222	86.4	86.9	0.99	9.06	9.11	1.00	1601	1801
SBHS400	430	442	205000	750	266	9	16	1020	79.8	79.9	1.00	8.31	8.30	1.00	1633	1842

M_y : 降伏曲げモーメント, M_p : 全塑性モーメント

キーワード SBHS400, 曲げ性能試験, コンパクト断面

連絡先 〒100-8071 東京都千代田区丸の内 2-6-1 新日鐵住金 建材開発技術部 TEL:03-6867-6866

算による M_p 時の回転角)を, 表-2 に試験結果まとめをそれぞれ示す. 図-2 より, 载荷初期は線形に挙動し, 降伏曲げモーメント M_y 付近から $M-\theta$ 関係が非線形になり始めた. 塑性化が進み, 荷重がピークを迎えた後, ウェブ, フランジの面外変形が顕著になり, 荷重は比較的緩やかに低下していった. 試験終了後の SBHS400 桁の試験パネルの状況を写真-2 に示す. 以下では, 曲げ性能として, 桁の最大曲げモーメントと変形性能に着目する(図-4).

3. 1 最大曲げモーメントについて

試験における SBHS400 および SM490 の桁の最大曲げモーメント M_u はそれぞれ全塑性モーメント M_p の 0.97 倍, 0.99 倍であり, いずれも M_p にわずかに達しなかったが, SBHS400 は SM490 と同程度の最大曲げモーメントとなった.

3. 2 変形性能について

桁の変形性能の評価指標として $\theta_u(M_u$ 時の回転角) および変形性能指標 R_y を考える(図-4). ここで, R_y は文献⁴⁾を参考に $R_y=(\theta_{y2}-\theta_y)/\theta_y$ と定義するものであり, θ_{y2} は桁の回転角の増加に伴い, 曲げモーメントが最大値 M_u を迎えた後に M_y を下回る時点での回転角である.

SBHS400 および SM490 の θ_u はそれぞれ, 0.0146rad, 0.0114rad であり, SBHS400 の性能は SM490 のそれ

に比べて+28%であった.

SBHS400 および SM490 の変形性能指標 R_y はそれぞれ 2.54, 2.20 であり, SBHS400 の性能は SM490 のそれに比べて+15%であった.

4. まとめ

本稿では, SBHS400 を用いた鋼 I 桁の曲げ性能を確認する曲げ試験を行った. その結果, SBHS400 を用いた鋼 I 桁の最大曲げモーメントは降伏比の低い SM490 のそれと同程度であること, 変形性能は本稿で着目した指標では, SM490 のそれよりも大きくなることを確認した. 今回の試験の範囲においては, SM490 に比較して降伏比が高い SBHS400 を用いた桁であっても, コンパクト断面桁としての性能は同等以上であることを確認した.

【参考文献】1)土木学会：新しい高性能鋼材の利用技術調査研究報告書～SBHS500(W), SBHS700(W)の設計・製作ガイドライン(案)～, 2009. 2)AASHTO：LRFD bridge design specifications 6th Edition, 2012. 3)横関ら：SBHS400 を用いた I 桁の曲げ性能評価および日米設計基準における適用性, 鋼構造論文集, 第 23 巻 89 号, 2016. 4)野阪ら：モーメント再分配を考慮した連続合成桁の非弾性設計に関する一考察, 構造工学論文集, Vol.53A, pp.218-226, 2007.

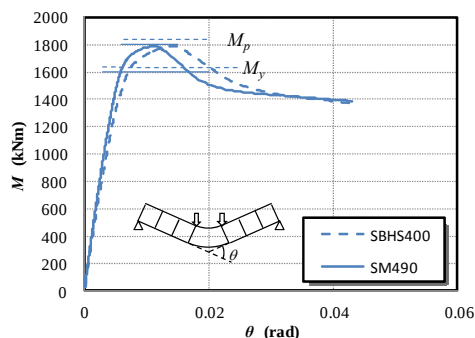


図-2 $M-\theta$ 関係

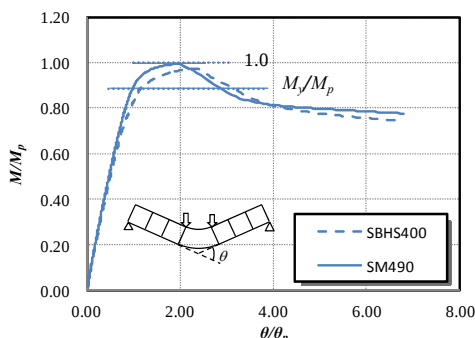


図-3 $M/M_p-\theta/\theta_p$ 関係

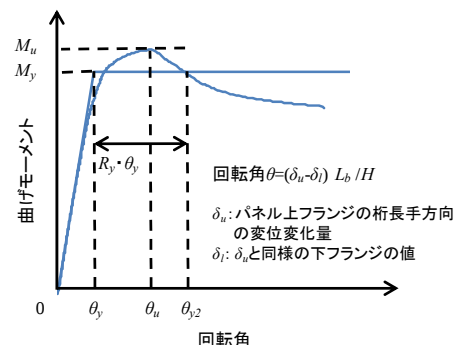


図-4 曲げ性能の評価指標

表-2 試験結果まとめ

鋼種	曲げモーメント[kN・m]			たわみ角 [rad]			変形性能指標
	実験	計算	M _u /M _p	実験		計算	
	M _u	M _p		θ _u	θ _{y2}	θ _y	
SM490	1791.3	1801.4	0.99	0.0114	0.0168	0.0053	2.20
SBHS400	1792.7	1842.0	0.97	0.0146	0.0202	0.0057	2.54



写真-2 試験後の変形状況(SBHS400)