

SBHS 鋼を用いた合理的な桁に関する基礎的研究

九州工業大学大学院 学生員 ○杉村 裕二
九州工業大学大学院 正会員 山口 栄輝

1. はじめに

SBHS 鋼は平成 20 年に日本工業規格 (JIS G 3140 橋梁用高降伏点鋼板) として制定・公示された新しい鋼材であり, 高い降伏点, 高い施工性など多くの特長を有している. 本研究では, SM490 による鋼桁, SBHS500 による鋼桁, ウェブに SM490, フランジに SBHS500 を用いた鋼桁を設計し, 比較することで合理的な桁断面について検討する. なおここでは, 補剛材を必要としないコンパクト断面を考察の対象とする.

2. 鋼桁モデル

日本工業規格 (JIS) では, 鋼材の機械的性質として, 降伏点 (または耐力), 引張強さ, 伸びなどを定めているが, 降伏点以降の応力-ひずみ関係は規定していない. ここでは SM490 と SBHS500 を用いて検討を行うが, このうち, SM490 については, 文献^{1), 2)}を参考に, 次式で応力 σ -ひずみ ε 関係が与えられるとする.

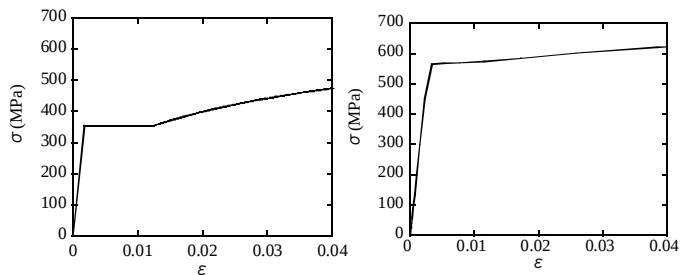
$$\frac{\sigma}{\sigma_y} = \frac{1}{\zeta} \frac{E_{st}}{E} \left\{ 1 - e^{-\zeta(\varepsilon/\varepsilon_y - \varepsilon_{st}/\varepsilon_y)} \right\} + 1 \quad (1)$$

ここに, $\zeta=0.06$, $E_{st}/E=30$, $\varepsilon_{st}/\varepsilon_y=7$ である. これは, 降伏棚およびひずみ硬化を有したモデルである. 一方, SBHS500 の情報はまだ限られていることから, 実験結果をもとに応力 σ -ひずみ ε 関係を定める. いずれにおいても, ヤング係数, ポアソン比は, それぞれ 2.0×10^5 N/mm², 0.3 とする. 図-1 に, 本研究で用いた SM490 と SBHS500 の応力-ひずみ関係を示している.

解析対象は, 図-2 に示す, 両端に等曲げモーメントが作用した鋼製の両端単純支持梁である. 長さは 5 m とする. この桁において, SM490 のみを用いた場合, SBHS500 のみを用いた場合, ウェブに SM490, フランジに SBHS500 を用いた場合の 3 ケースを考える.

3. コンパクト断面(限界幅厚比)

梁の高さを 2500 mm, フランジ幅を 600 mm した上で, フランジ板厚 t_f , ウェブ板厚 t_w をパラメータ



(a) SM490

(b) SBHS500

図-1 応力-ひずみ関係

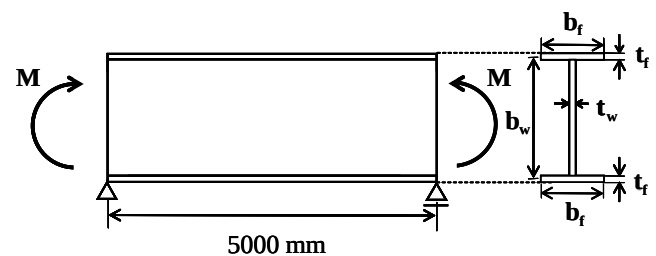


図-2 解析対象の鋼桁モデル

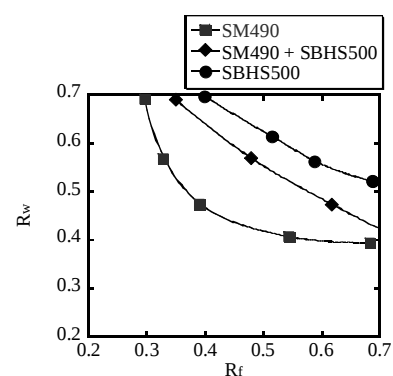


図-3 限界幅厚比

として解析を行い, コンパクト断面となる幅厚比の限界値を求める. なおここでは, 無補剛桁において, 完全弾塑性性と仮定した場合に得られる全塑性モーメント M_p を基準とし, 最大曲げモーメント M_u が M_p 以上となる断面をコンパクト断面とする.

キーワード: SBHS 鋼, コンパクト断面, ハイブリッド桁

連絡先: 〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学 TEL093-884-3110 FAX093-884-3100

表-1 最適断面

	フランジ	ウェブ
SM490	490 mm x 50 mm	3051 mm x 49 mm
SBHS500	573 x 39	2595 x 46
SM490 + SBHS500	575 x 45	2799 x 44

表-2 経済性比較

		SBHS500 の価格 / SM490 の価格						
		<	1. 10	<	1. 21	<	1. 45	<
経済性	○	SBHS500	SBHS500 SM490 + SBHS500	SM490 + SBHS500	SM490 + SBHS500	SM490 + SBHS500	SM490 + SBHS500	SM490
	△	SM490 + SBHS500	SBHS500	SBHS500	SBHS500	SM490	SM490	SM490 + SBHS500
	×	SM490	SM490	SM490	SM490	SBHS500	SBHS500	SBHS500

事前検討において残留応力の影響が明確に認められなかった為、初期不整は初期たわみのみを考慮して複合非線形解析を行う。

解析はすべて汎用有限要素解析ソフトABAQUS³⁾で行い、コンパクト断面となる幅厚比(限界幅厚比)を図-3 にまとめている。図中、SM490, SBHS500, SM490+SBHS500はそれぞれSM490のみを用いた場合、SBHS500のみを用いた場合、ウェブにSM490, フランジにSBHS500を用いた場合の結果であり、 R_f , R_w はそれぞれフランジ幅厚比パラメータ, ウェブ幅厚比パラメータである。

$$R_f = \frac{b}{t_f} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \cdot \frac{12(1-\nu^2)}{0.425\pi^2}} \quad (2)$$

$$R_w = \frac{h}{t_w} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \cdot \frac{12(1-\nu^2)}{23.9\pi^2}} \quad (3)$$

限界幅厚比には大きな開きが認められる。

4. 断面の比較検討

全塑性モーメント M_p が $6.8 \times 10^{10} \text{ N} \cdot \text{mm}$ のコンパクト断面で断面積が最小となる最適断面の設計を試み、表-1 に結果をまとめている。SBHS500のみを用いた場合、ウェブにSM490, フフランジにSBHS500を用いた場合、SM490のみを用いた場合の順で、断面積は大きくなる。SBHS500のみの鋼桁は、SM490のみ

の鋼桁よりも断面積が約18%小さくなる。

一方、SBHS500はSM490よりも高価である。両者の価格差を考慮に入れ、経済性を検討してみると、表-2が得られる。SBHS500とSM490の価格差が小さい場合、SBHS500の桁が最も経済性に優れるが、価格差が大きくなるにつれ、経済的な優位性はSBHS500とSM490のハイブリッド桁、そしてSM490の桁に移っていく。

現行では、SBHS500の価格はSM490より約30%高い。したがって、現時点においては、ウェブにSM490, フランジにSBHS500を用いたハイブリッド桁が最も合理的と判断される。

5. おわりに

SBHS500とSM490の価格差にもよるが、SBHS500を用いた桁、特にハイブリッド断面桁が大きな競争力を有することが示された。

6. 参考文献

- 1) 土木学会鋼構造委員会：鋼・合成構造標準示方書 総則編・構造計画編・設計編，2007。
- 2) 土木学会鋼構造委員会・鋼構造新技術小委員会・耐震設計研究WG：鋼橋の耐震設計指針と震設計のための新技術，土木学会鋼構造委員会，1996。
- 3) ABAQUS: Analysis User's Manual, ABAQUS Ver. 6.6, Dassault Systemes Simulia Corp., 2006。