

第I部門

ハイブリッド桁の曲げ-せん断耐荷力に関する一考察

立命館大学大学院

学生員 ○大橋 和洋

立命館大学理工学部

正会員 野阪 克義

片山ストラテック (株)

正会員 奥村 学

立命館大学理工学部

正会員 伊藤 満

1. はじめに

構造物の設計法が許容応力度設計法から限界状態設計法へと移行される過程にある我が国においては、AASHTOのLRFD¹⁾などが参考にされ、その整備が進んでいる。そのような中、許容応力度設計法では適用が難しかったハイブリッド桁に関する検討²⁾も行われている。本研究では、比較的厚肉なウェブを有するI型断面桁を用いた静的載荷実験を行い、ハイブリッド桁の耐荷力、および曲げ-せん断相互作用について検討した。

2. 実験概要

供試体の載荷形式は、単純ばり中央一点載荷とし、HY-W-seriesの5本について静的載荷試験を行った。供試体実測寸法を表-1、供試体概略図を図-1に示す。各供試体は、ウェブとフランジの断面積比 $A_f/A_w \approx 1$ 、アスペクト比 $d_0/D = 1.0$ 、フランジの幅厚比 $b/2t_f = 6.0$ 、ウェブの幅厚比 $D/t_w = 120$ となるように設計し、フランジにSM570材($\sigma_y = 508 \text{ N/mm}^2$)、ウェブにSS400材($\sigma_y = 303 \text{ N/mm}^2$)を用いたハイブリッド桁である。ここで、 σ_y は降伏応力を示す。

本実験の供試体は、曲げ-せん断相互作用を検討するため、ウェブの幅厚比を比較的小さくし、せん断座屈に比べ早期にウェブ降伏が生じるように設計し、供試体スパン L については、図-2の供試体載荷経路をたどるように決定した。図中、縦軸はモーメント、横軸はせん断力をそれぞれLRFDで規定されている公称曲げ強度 M_n 、公称せん断強度 V_n で無次元化したものである。

せん断耐荷力に影響を与えるとされているフランジの塑性ヒンジ形成を確認するため、図-3に示す位置に、上フランジの外側と内側にひずみゲージを貼り付けた。

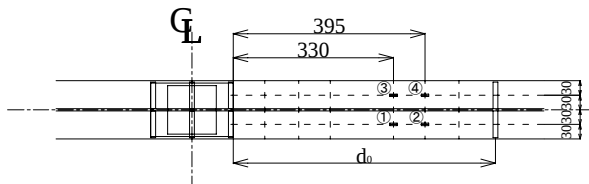


図-3 上フランジゲージ位置詳細

表-1 供試体実測寸法

供試体	b	t_f	D	t_w	d_0	L
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
HY-W1	120.0	10.2	539.7	4.3	539.3	2396.8
HY-W2	120.2	10.1	539.0	4.4	539.7	1398.5
HY-W3	120.0	10.0	538.8	4.4	537.7	1068.5
HY-W4	120.3	10.0	539.5	4.4	539.0	798.7
HY-W5	120.2	10.0	539.8	4.4	538.3	538.7

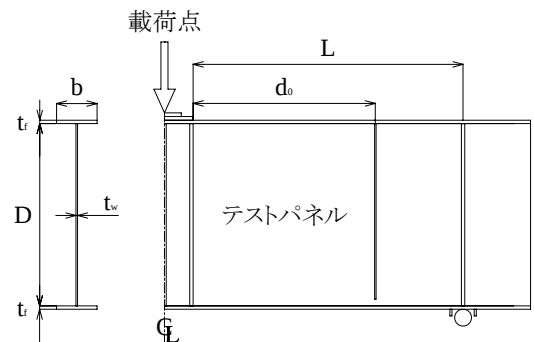


図-1 供試体概略図

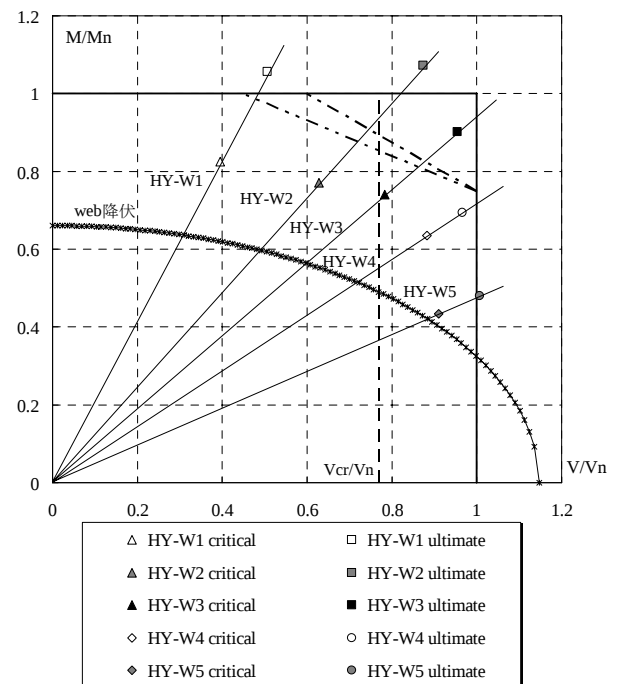


図-2 曲げ-せん断相関図

3. 実験結果および考察

表-2 にウェブ座屈時および終局時のせん断力を示す。表中の添え字cr-ex, uはそれぞれ、実験で得られた座屈強度、終局強度を示す。図-2に座屈時と終局時の強度をプロットした。図中、critical, ultimateはそれぞれ、座屈強度、終局強度を示す。太線は曲げとせん断の相関がないものとした現行のLRFDによる予測耐力であり、一点鎖線、二点鎖線はそれぞれ、曲げとせん断の相関があるとした 1998AASHTO³⁾、2000Hurst⁴⁾の予測耐力曲線である。

終局強度が曲げとせん断の相関が無いものとした現行のLRFD 予測値以下となったものはHY-W3とHY-W4であり、その差は約3~5%である。しかし、HY-W3は曲げとせん断両方が卓越した供試体であり、曲げとせん断の相関があるとした1998AASHTO, 2000Hurstの予測値を大幅に上回った。これより、本実験供試体においては、現行のLRFD 予測値のほうが実験値と理論値との誤差が小さいことがわかる。

図-4 は、曲げとせん断がともに大きく作用するHY-W3のテストパネルを側面から見た、座屈時の理論降伏域の概略図である。これより、曲げとせん断がおおよそ同比率のハイブリッド桁であっても曲げによるウェブの先行降伏領域は小さく、曲げがせん断耐力に与える影響が小さいことがわかる。これが曲げとせん断の相関がない原因の一つとなったと考えられる。

フランジの塑性ヒンジ形成を確認するため、HY-W5における図-3、④の位置でのM- ϵ グラフを図-5に示す。図中、UF-Oは外側、UF-Iは内側の値であることを示す。添え字ex, thはそれぞれ実験値、理論値を示す。図-3に示す全てのひずみ計測位置において、各供試体ともに図-5とほぼ同じような挙動を示した。終局時までフランジの外側と内側でのひずみは同じような挙動を示しており、フランジに曲げが生じていないことを示している。したがって、終局時、フランジには塑性ヒンジが形成されていないと考えられ、本実験で用いた供試体においては、せん断耐力にフランジの寄与はないものと推測できる。

4. おわりに

実験結果より、本実験供試体における幅厚比において曲げとせん断の相互作用はほとんどなく、終局時、フランジには塑性ヒンジが形成されていないことも確認できた。

参考文献

- 1) American Association of State Highway and Transportation Officials: LRFD Bridge Design Specifications, 3rd Edition, AASHTO, Washington, D.C., 2004.
- 2) 利根川太郎, 浦野友樹, 杉浦那征, 山口隆司, 渡邊英一, 中村雅樹: 高機能鋼材を用いた合成ハイブリッド箱桁の正曲げ耐力特性に関する実験的研究, 土木学会論文集A Vol.62 No.3, pp643-655
- 3) American Association of State Highway and Transportation Officials: LRFD Bridge Design Specifications, 2nd Edition, AASHTO, Washington, D.C., 1998.
- 4) A. M. Hurst: Tension Field Action in HPS Hybrid Plate Girders. Master's Thesis, University of Missouri-Columbia, 2000.

表-2 座屈時および終局時のせん断力

供試体	V_{cr-ex}	V_u	V_n	V_{cr-ex}/V_n	V_u/V_n
	kN	kN	kN		
HY-W1	142	181	358	0.40	0.51
HY-W2	225	313	358	0.63	0.87
HY-W3	281	343	359	0.78	0.95
HY-W4	323	353	366	0.88	0.97
HY-W5	328	363	360	0.91	1.01

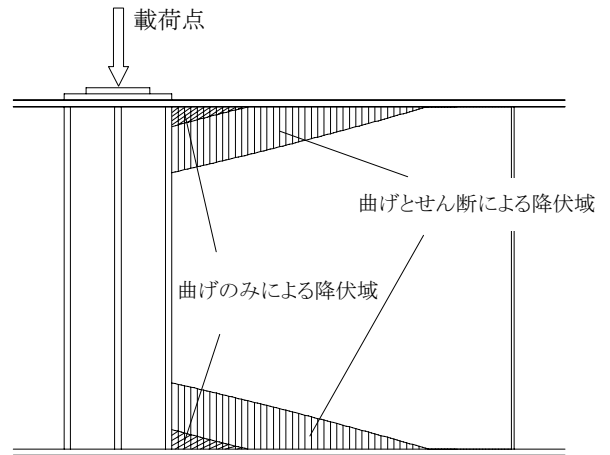


図-4 座屈時の理論降伏域概略図(HY-W3)

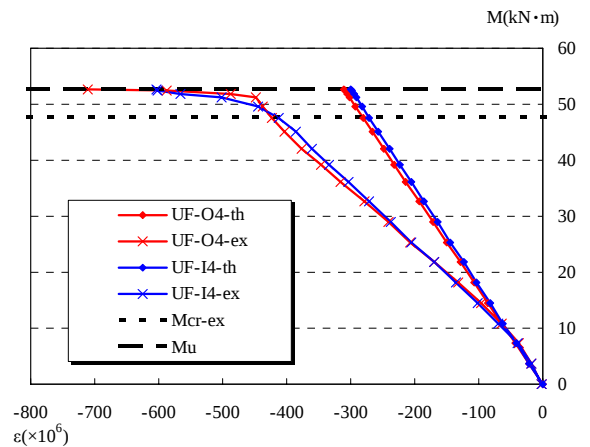


図-5 M- ϵ グラフ(HY-W5, 測点④)