

立命館大学大学院 学生員 ○野村 昌孝
立命館大学理工学部 正会員 野阪 克義
富士車輛 (株) 正会員 上平 哲
立命館大学理工学部 正会員 伊藤 満

1. はじめに

プレートガーダーにおいて、ウェブ幅厚比が大きなホモジニアス桁は、斜張力場作用によりせん断座屈後もせん断耐力を有することが Basler によって報告されている¹⁾。そのため、AASHTO では、ホモジニアス桁に対して斜張力場作用を考慮した終局強度を用いている²⁾。しかし、ハイブリッド桁に対しては、斜張力場作用を認めておらず、終局せん断強度はせん断座屈強度に制限されている²⁾。ハイブリッド桁は、せん断と曲げの組み合わせ荷重のもとで、フランジよりウェブ上下端が先に降伏する。このウェブの部分的降伏が斜張力場作用形成に影響を及ぼし、座屈後のせん断耐力増加が期待できないと考えられているからである。本研究は、組み合わせ荷重を受けるハイブリッド桁の、座屈および終局強度を実験により求め、斜張力場作用が存在するか否か、および、曲げとせん断の相互作用について検討することを目的としている。

2. 実験概要

Table1 供試体実測寸法

実験は単純梁中央集中荷重によるモーメント勾配のもとで行った。荷重点から支点までの片側 2 断面、すなわち全 4 断面に変位計測機器

	b	t_f	D_w	t_w	L	$\frac{b_f}{2t_f} \sqrt{\frac{F_y}{345}}$	D_w/t_w
	mm	mm	mm	mm	mm		
HY-1	129.2	11.3	673.1	5.1	1937.4	6.9	132.8
HY-2	129.9	11.2	673.3	4.5	1388.2	7.0	148.6
HY-3	129.2	11.2	673.1	4.6	945.5	7.0	145.4

を設置し、面外変形を計測し座屈荷重を算出した。横補剛位置には、リニアガイドを設け鉛直方向の摩擦を軽減させた。

供試体実測寸法を Table1、供試体概略図を Fig.1 に示す。表中の HY はフランジに SM570 材($\sigma_y=500 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_u=579 \text{ N/mm}^2$)、ウェブに SM400A 材($\sigma_y=297 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_u=395 \text{ N/mm}^2$)を用いたハイブリッド桁を示す。ここで、 σ_y は降伏応力、 σ_u は引張強さである。フランジの換算幅厚比を AASHTO の超厚肉断面規定の 7.0、ウェブの幅厚比を日本道路橋示方書³⁾の制限値に近い 150 に統一し、曲げとせん断の相互作用を変化させるために、スパン L によりモーメント勾配を調節した。

HY-1 は降伏してから座屈を向かえ、HY-2 は降伏と座屈がほぼ同時に起きるよう、さらに HY-3 は座屈が先行するような L を決定した。(Fig.2 参照) 中間垂直補剛材の位置 D_0 は荷重点両側の計測パネルにおいて、アスペクト比 $\alpha(D_0/D_w)$ が約 1.0 になるよう 675mm とした。それより外側のパネルは荷重中座屈を生じないようにさらに間隔を狭くし、中間垂直補剛材を設置した。横補剛間隔は、各供試体に与える影響をほぼ一定にするため、AASHTO Spec.の制限値の約 95%の位置に統一した。

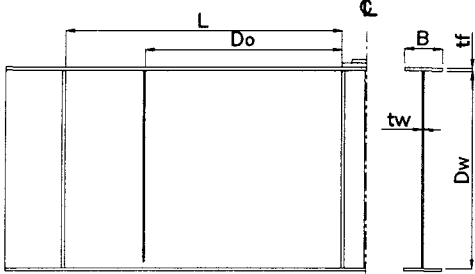


Fig.1 供試体概略図

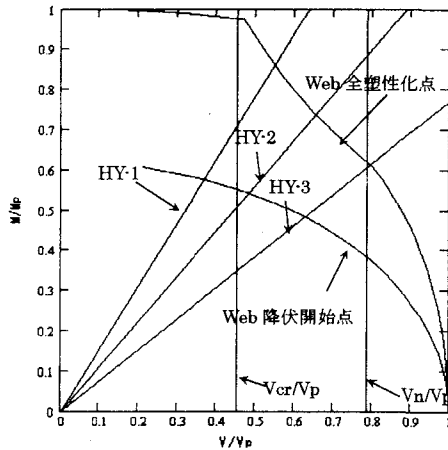


Fig.2 供試体載荷経路

3.実験結果と考察

今回の実験から得られたせん断耐力と曲げ耐力を Table2 に示す。V、M はそれぞれパネルに作用する最大せん断力とモーメントを示し、 V_n 、 M_n は AASHTO で定められている公称終局強度である。添字 u、cr、pb、はそれぞれ終局、座屈、後座屈強度を示す。Fig.3 は各供試体の耐力と理論せん断座屈強度、AASHTO が定める終局強度を参考に求めた相関曲線をプロットしたものである。せん断に関してはホモジニアス桁と同様に後座屈強度が存在するものとして計算している。

座屈強度は全体的に理論せん断座屈強度より低くなった。この原因としては、初期不整や曲げ応力の影響が考えられる。終局強度は、全ての桁がホモジニアス桁の終局強度に達しなかった。しかしながら、座屈後も耐力を増加させていることから後座屈強度が存在しており、ウェブパネルの対角線方向のひずみが增大していることから斜張力場作用によるものと考えられる。

崩壊形状をみると、せん断よりの载荷状態である桁 (HY-2、HY-3) ほど対角線方向の座屈変形が大きく、共にせん断により崩壊したと思われ、せん断耐力が同程度になったことの原因であると思われる。HY-1 は、上フランジがねじれるなど曲げの影響が強くみられた。また、HY-1 は座屈前にウェブの一部が降伏しており、後座屈強度にウェブの局部降伏の影響があるのではないかと考えられる。(Fig.4)

Fig.4 は、各供試体のせん断力-たわみ関係を、全塑性せん断力 V_p とウェブ降伏時の理論たわみ値 δ_y で無次元化したものである。この図から、全ての桁で座屈後も弾性的な挙動を示しながら耐力を増加しており、本実験においてはウェブ座屈が桁の剛性低下を引き起こしていないことが分かる。

今回の実験では、せん断耐力、曲げ耐力共にホモジニアス桁の公称強度に達せず、ハイブリッド桁の終局強度はホモジニアス桁よりも低いという結果となった。もし、純せん断を受ける桁の終局せん断強度がハイブリッド桁とホモジニアス桁で同じとするならば、本実験の結果より、ハイブリッド桁においては、低モーメント域から相互作用によるせん断耐力の減少が起こると考えられる。

4. あとがき

本実験ではハイブリッド桁の後座屈強度、および曲げとせん断の相互作用を確認するために静的载荷試験を行った。今回の実験結果から、ハイブリッド桁にも後座屈強度が存在することが確認できた。しかし、曲げとせん断の明確な相互作用は確認できなかった。今後は、本実験から得られた結果を元に、FEM 解析モデルを作成し、実験を再現していき、せん断-曲げの相互作用曲線の検討を行っていく予定である。

《参考文献》

- 1) K. Basler : Strength of Plate Girder in Shear, Proceedings of ASCE, Vol. 87, ST 7, 1961, pp.151-180.
- 2) AASHTO : LRFD Bridge Design Specifications(1998).
- 3) 日本道路協会 : 道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編(1996).

Table2 せん断, 曲げ耐力

	V_u/V_n	V_{cr}/V_n	V_{pb}/V_n
HY-1	0.62	0.48	0.14
HY-2	0.90	0.50	0.40
HY-3	0.88	0.41	0.47
	M_u/M_n	M_{cr}/M_n	M_{pb}/M_n
HY-1	0.92	0.71	0.21
HY-2	0.85	0.47	0.38
HY-3	0.58	0.27	0.31

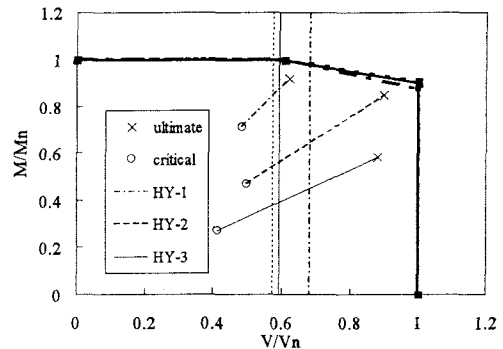


Fig.3 せん断 - 曲げの相関図

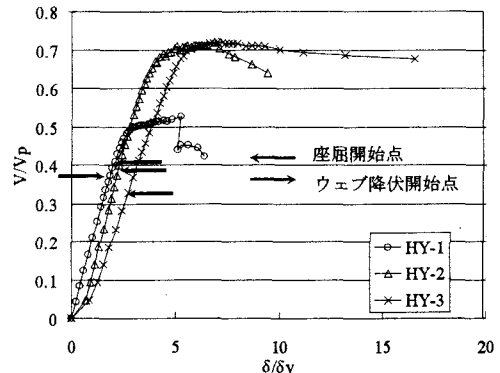


Fig.4 せん断力 - たわみ関係