

フランジ厚を変えたノンコンパクトなI形断面はりの横ねじれ座屈実験

東京エンジニアリング(株) 正 員 ○北堀裕隆
名城大学 学生員 杉山宜央
名城大学 正 員 久保全弘

1. まえがき

近年、鋼橋の製作工程の省力化が進められ、プレートガーターの主桁設計においても抵抗曲げモーメントに応じてフランジの板幅および板厚を増減させた不等フランジの非対称I形断面が一般的であったが、フランジ幅を上下とも一定にして板厚のみで断面変化を行うことが試みられている。文献1), 2)では、コンパクト、ノンコンパクトな非対称I形断面はりの実験結果について報告した。本研究では、フランジ幅を全長にわたり一定としてフランジ厚のみを変化させたノンコンパクトな一軸対称I形断面はりの横ねじれ座屈実験を行い、荷重-変形性状と耐荷力について考察した。

2. 実験はり

実験はりは、SS400材による溶接組立材であり、二軸対称断面(DS11シリーズ)を基準として上下フランジの板厚をそれぞれ厚くした合計3種類のI形断面である。各シリーズの実測平均断面寸法は図-1に示してあり、断面の非対称度を表すパラメータ $\rho = I_c / (I_c + I_s)$ を用いて次のように区別した。ここに、 I_c, I_s は上フランジ及び下フランジの弱軸まわりの断面二次モーメントである。

1) DS11シリーズ：対称断面

($\rho = 0.50, R_f = 0.674, R_w = 0.790, R_s = 0.729$)

2) MS11Tシリーズ：対称断面

($\rho = 0.26, R_f = 0.674, R_w = 1.017, R_s = 0.828$)

3) ML04Tシリーズ：対称断面

($\rho = 0.74, R_f = 0.238, R_w = 0.528, R_s = 0.352$)

ここに、 R_f, R_w は圧縮フランジと腹板の幅厚比パラメータ、 $R_s = \sqrt{R_f \cdot R_w}$ は等価幅厚比パラメータであり、各断面ともAISC LRFDで規定するコンパクト断面($R_f = 0.613, R_w = 0.808, R_s = 0.704$)の制限値を超過するものである。スパン長は、各シリーズで $L = 1.5, 2.0, 2.5, 3.0$ mの4種類に変化させた。

3. 実験方法

実験装置は、文献1), 2)で用いたベアリング支承と水平移動型ジャッキを使用した。載荷前に鋼板の引張試験、及び初期変形の測定を行った。載荷実験は、両端単純支持はりのもとでスパン中央断面の上フランジ面上に鉛直荷重を作用させて行った。載荷によって生じる変位、ひずみ、両支点上の回転角を測定した。

4. 実験結果

(1) 材料性質と初期変形

実験に用いた鋼板のJIS5号試験片による引張試験結果を表-1に示す。表-2は、各部材の最大

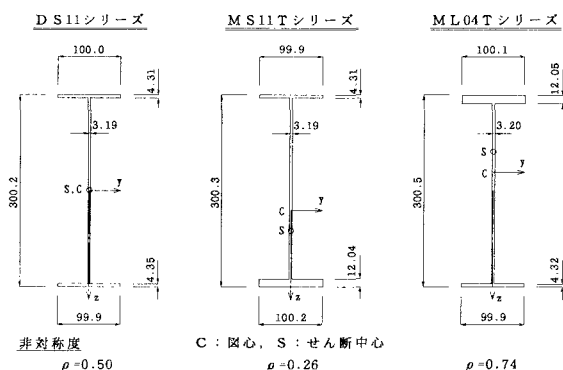


図-1 断面形と実測断面寸法

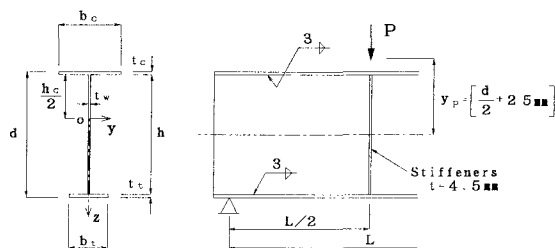


図-2 支持条件と載荷形式

表-1 引張試験結果

鋼板 公称板厚	JIS5号 試験片	降伏点応力 σ_v (kgf/cm ²)	引張強さ σ_u (kgf/cm ²)	ヤング係数 E (kgf/cm ²) $\times 10^5$	ポアソン比 ν	伸び Δl (%)
ウェブ $t=3.2$ mm (SS41)	4本	3373	4780	2.313	0.275	29.7
フランジ $t=4.5$ mm (SS41)	4本	2758	4332	2.297	0.290	31.3
$t=12.0$ mm (SS41)	4本	2681	4356	2.207	0.281	33.5

初期たわみを用いて整理した初期変形量であり、ウェブのたわみ δ_w 、上フランジの幅方向と長手方向の鉛直たわみ δ_a 、 δ_l 及び水平曲がり δ_u をまとめたものである。結果は、道路橋示方書による製作精度の許容値をすべて満足している。

表-2 初期変形の実測値

測定値 データ数 N=12	ウェブ 平面度 h/δ_w	直角度 b/δ_a	フランジ			
			平面度 (x方向) b/δ_l	平面度 (y方向) b/δ_f	曲がり (z軸まわり) L/δ_u	曲がり (x軸まわり) L/δ_v
平均値	563	221	297	544	2900	3593
標準偏差	338	172	151	337	1317	2244
変動係数	0.60	0.78	0.51	0.62	0.45	0.62
許容値	250	200	150	150	1000	1000

a) 道路橋示方書 b) $\delta_a = 3.30 \text{ mm}$

(2) 荷重-変形関係

図-3は、各シリーズのスパン中央断面で測定した鉛直たわみ V_l 、ならびに断面のねじり角 ϕ をそれぞれ描いたものである。鉛直たわみは、せん断変形の影響を考慮した弾性理論値より大きめの結果となった。ねじり角は最大荷重到達時でも微小であり、断面形によるその後の変形性状の差は見られないが、スパン長が長くなると対称断面では荷重低下が急激になる。

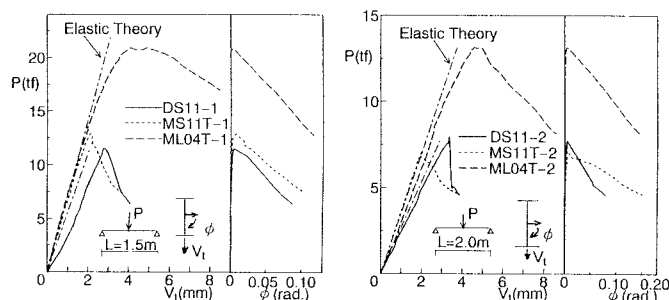


図-3 荷重-変形曲線

図-4は、両支点上の回転角 θ を求め描いたものである。圧縮フランジが厚い断面は、塑性回転変形量が大きくじん性が期待できる。対称断面では最大荷重後は急激に回転性能が落ち、引張フランジを厚くした断面の方が回転性能は良い。

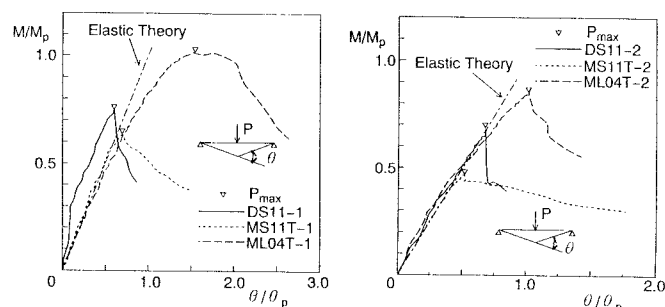


図-4 荷重-回転角曲線

(3) 耐荷力特性

縦軸に最大モーメント P_u 、横軸に弱軸まわりの細長比 L/r_z をとり、板厚による非対称性が耐荷力へ及ぼす影響を図-5に示す。圧縮フランジを厚くした断面は細長比の増加に伴い荷重低が顕著である。

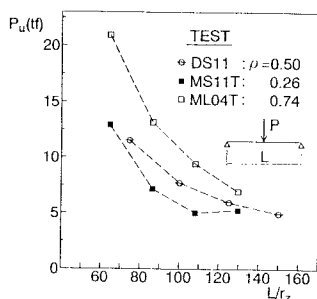


図-5 最大荷重

図-6は、縦軸に M_u をとりて整理したものである。この図から、上フランジを厚くした方が抵抗値が上がり、引張フランジを厚くしても対称断面と大きな差は生じないことがわかる。

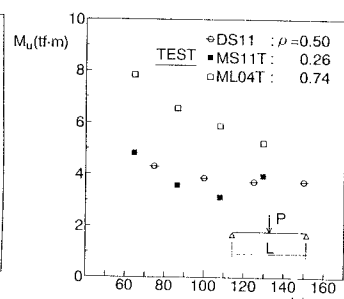


図-6 最大モーメント

5. あとがき

現在、曲げ耐荷力特性についての検討と、フランジ幅を変えた結果との比較を行っている。本研究に際し供試体の製作で御協力を頂いた瀧上工業(株)に厚く感謝する次第である。

参考文献

- 1) 久保・北堀：コンパクトな非対称鋼 I 形はりの横ねじれ座屈実験，土木学会第46回年次学術講演会講演概要集，第1部，PP.218～219，1991-9.
- 2) 八木・久保：ノンコンパクトな非対称鋼 I 形はりの横ねじれ座屈実験，土木学会第47回年次学術講演会講演概要集，第1部，PP.190～191，1992-9.