

フランジ厚を変えたコンパクトな I 型断面はりの横ねじれ座屈実験

名城大学大学院 学生員 ○菱川 孝博
東京エンジニアリング(株) 正 員 北堀 裕隆
名城大学 正 員 久保 全弘

1. まえがき

桁橋の設計において断面は、曲げモーメントの変化に見合うようにフランジの断面形を変化させるのであるが、近年は工場製作及び現場施工の省力化を目的として断面を変化させずに、同一断面を用いて桁橋を製作するようになってきている。横ねじれ座屈強度は、圧縮フランジが引張フランジの断面積よりも大きい断面形の場合に増大する。しかし、圧縮フランジ幅を大きくしすぎると局部座屈の問題も関連してくる。本研究では、コンパクト断面のみを対象としてフランジ幅を一定にしてフランジ厚のみを変化させた場合の横ねじれ座屈実験を行い、荷重-変形性状と極限強度について考察した。

2. 実験供試体

実験供試体は、SS400材による溶接 I 型断面はりであり、2軸対称断面あるDS07シリーズ(上フランジと腹板の幅厚比がそれぞれ、 $b/t_c=7$, $h/t_w=74$)を基準断面として用いて、フランジ幅を一定にしてフランジ厚のみを変化させたMS07T, ML03Tシリーズである。ここに、 b は圧縮フランジの半幅、 t_c は圧縮フランジの厚さ、 h , t_w はそれぞれ腹板の高さと厚さを表す。各シリーズの実測平均断面寸法は図-1のようであり、断面の非対称度を表すパラメータ $\rho = I_c / (I_c + I_t)$ を用いて区別した。ここに、 I_c , I_t は圧縮フランジおよび引張フランジの弱軸まわりの断面2次モーメントである。

1) DS07シリーズ：2軸対称断面

($\rho=0.50$, $R_t=0.429$, $R_w=0.646$, $R_s=0.526$)

2) MS07Tシリーズ：上フランジ小の非対称断面

($\rho=0.33$, $R_t=0.432$, $R_w=0.784$, $R_s=0.582$)

3) ML03Tシリーズ：上フランジ大の非対称断面

($\rho=0.67$, $R_t=0.201$, $R_w=0.475$, $R_s=0.309$)

ここに、 R_t , R_w は、圧縮フランジと腹板の幅厚比パラメータ $R_s = \sqrt{R_t R_w}$ は断面の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 ($R_t=0.631$, $R_w=0.808$, $R_s=0.704$)を満足している。又、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。

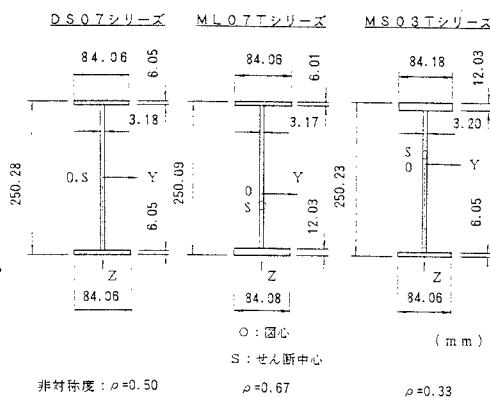


図-1 実測平均断面寸法

3. 実験方法

実験装置は、名城大学構造実験室に設置されているベアリング支承と水平移動式引張ジャッキを用いた。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集中荷重を作用させ、スパン中央断面の鉛直方向と水平方向のたわみ、腹板のたわみ、および圧縮フランジのひずみを測定した。尚、水平方向のたわみについては、供試体から釣り糸を水平に張り、約2m離れた点での水平変位を測定した。又、支点上の沈下とはり端の腹板高さの中央に水平に取り付けたアングル材を用いて支点から外側に60cm離れた点の鉛直たわみを測定し、両支点上の回転角を求めた。

4. 実験結果

(1) 材料性質と初期変形

実験に用いた鋼板のJIS1号、5号試験片から得られた引張試験結果を表-1に示す。表-2は、各部材の最大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 、上フランジの鉛直たわみ δ_t 、及び

水平方向の曲がり δ_u をまとめたものであり、上フランジの直角度以外は道路橋示方書による製作精度の許容値を満足している。

鋼板 公称厚さ	降伏点応力 σ_y (kgf/cm ²)	引張強さ σ_u (kgf/cm ²)	ヤング係数 E (kgf/cm ²)	ポアソン比 ν	伸び ϵ (%)
ウェブ t=3.2mm (SS41)	3373	4870	$\times 10^4$ 2.313	0.275	29.7
フランジ t=9.0mm (SS41)	3109	4594	2.247	0.289	30.3
t=12.0mm (SS41)	2881	4356	2.207	0.281	33.5

測定値	上フランジ					
	ウェブ	平面度	直角度	平面度 ^{*)} (x方向) l_x/δ_x	平面度 (y方向) b_y/δ_y	曲がり (Z軸まわり) L/δ_z
データ数 $N=12$		h/δ_x	b/δ_y			
平均値	m	69.4	12.8	38.0	34.5	391.7
標準偏差	s	24.2	4.1	19.5	8.9	283.7
変動係数	v	0.35	0.32	0.54	0.26	0.67
許容値 ^{*)}		250	200	150	150	1000

a) 道路橋示方書, b) $l_x=330$ mm

表-1 引張試験結果

表-2 初期変形の実測値

(2) 荷重-変位特性

図-2, 3は、スパン中央断面で測定した鉛直たわみ V_i 、ならびに上下フランジの水平たわみ U_i から算出したねじれ角 ϕ と荷重 P との関係を示したものである。鉛直たわみは、せん断力の影響を考慮した弾性理論とよく一致している。ねじれ角は、引張フランジが厚い断面形の場合には低い荷重から発生しているが、最大荷重到達時には微小であり、最大荷重後の荷重低下も断面形による違いはあまり見られない。

図-4は、荷重と回転角の関係を示したものであり、圧縮フランジが厚い場合は塑性回転容量が大きくじん性を期待することできる。

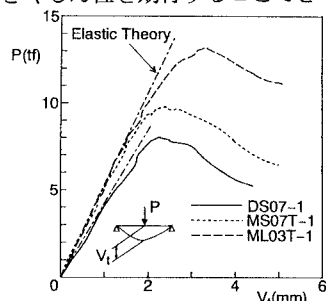


図-2 荷重-鉛直たわみ

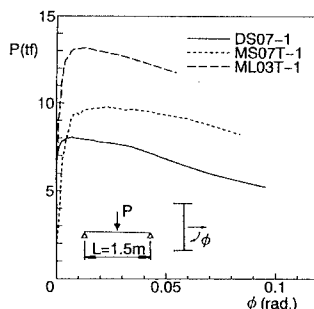


図-3 荷重-ねじれ角

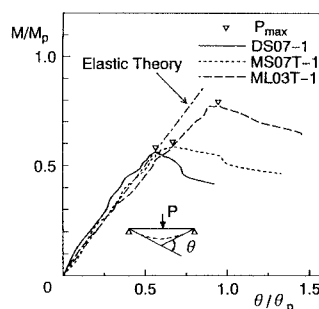


図-4 荷重-回転角

(3) 耐荷力特性

図-5は、縦軸に最大荷重 P_u 、横軸に弱軸まわりの細長比 L/r_y をとり、非対称性が耐荷力に及ぼす影響を調べたもので、圧縮フランジを厚くした断面形の場合は細長比が小さくなるにつれて耐荷力が大きく上がることがわかる。図-6は、縦軸に最大曲げモーメント M_u をとり整理したもので圧縮フランジを厚くした場合は耐荷力が上がるが、引張フランジを厚くしても2軸対称断面とは大きな違いがないことがわかる。

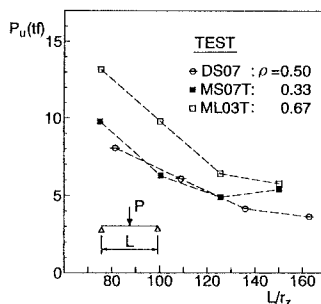


図-5 最大荷重

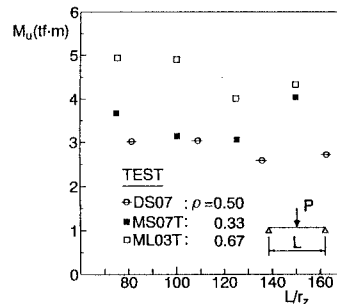


図-6 最大曲げモーメント

5. あとがき

現在、フランジ幅を変えた場合の実験結果との比較、耐荷力についての詳細な考察を行っている。本研究に際し供試体の製作で御協力を頂いた龍上工業(株)に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.