

圧延鋼はりの矯正効果に関する実験

名城大学

学生

西口和宏

名城大学

学生

大塚龍平

名城大学大学院

学生員

杉山宜央

名城大学

フェロー

久保全弘

1. はじめに

本研究は、単純はりのスパン中央に集中荷重を作用させた横ねじれ座屈実験により、大きく塑性変形した鋼はりをプレス矯正により部材製作精度の許容誤差内に曲げ戻した後、再度同様な座屈実験を行い、耐荷力と変形性能の回復度を検討する。前回の実験^{1),2)}において、最大荷重の約 60%降下域まで載荷した溶接はりを約 8 ヶ月後にプレス矯正により曲げ戻し、座屈実験を行ったところ耐荷性能が相当回復することがわかった。今回は、圧延 H 形鋼を用いて、1 回目の座屈実験終了後約半月後にプレス矯正により曲げ戻し、座屈実験を行った。また、初期載荷の除荷重を変化させたことによる影響も調べた。

2. 実験内容

(1) 実験供試体

鋼材 SS400 による圧延 H 形鋼であり I-200×100×5.5×8mm (定尺 12m を 4 本) の部材から実験はり 17 本、引張試験片 16 枚を製作した。はりのスパン長は $L=1.5, 2.0, 2.5, 3.0\text{m}$ の 4 種類に変化させた。

(2) 実験方法

実験装置は、ベアリング支承と水平移動型引張ジャッキを用いた。実験はりは、両端で横ねじれ変形に対して単純支持され、スパン中央断面で集中荷重を受ける。崩壊に至るまでのたわみおよびひずみをスパン中央断面で測定した。また、両支点におけるたわみ角も求めた。

3. 実験結果

(1) 初期変形と残留変形

実験はりの初期変形と除荷後における残留変形は、フランジの曲がりおよび腹板の平面度について測定した。各部材の最大値による平均値 m (変動係数 ω) は、部材長 L と腹板高 h の比で表すと表-1 のようになる。除荷重の違いによる除荷後の残留変形に違いがある。 $P_{n1}/P_{u1}=0.6$ のときは、残留変形がとても大きい。が、 $P_{n1}/P_{u1}=0.97$ のときは、残留変形はごくわずかでほぼ真っ直ぐな状態である。プレス加工によって横ねじれ座屈による残留変形は部材製作精度の許容誤差内に矯正できたことがわかる。

(2) 材料性質

最大荷重の約 60%降下域まで載荷し崩壊したはりをプレス加工によって矯正し、その部材 (2 本) のスパン中央部から引張試験片 (フランジ 4 枚、腹板 4 枚) を採取した。初期載荷においてとくに変形量が多い圧

表-1 初期変形と残留変形の統計値

データ数 $N=10$	圧縮フランジの曲がり		引張フランジの曲がり		腹板の平面度
	強軸まわり L/v_0	弱軸まわり L/u_0	強軸まわり L/v_0	弱軸まわり L/u_0	h/w_0
(1)初期状態	3837($\omega=0.32$)	4532($\omega=0.71$)	5279($\omega=0.54$)	4738($\omega=0.58$)	790($\omega=0.42$)
(2)除荷後 ($P_{n1}/P_{u1}=0.6$)	660($\omega=0.49$)	107($\omega=0.15$)	827($\omega=0.51$)	433($\omega=0.59$)	155($\omega=0.40$)
(0.8)	1331($\omega=0.60$)	429($\omega=0.54$)	1753($\omega=0.53$)	2170($\omega=0.77$)	285($\omega=0.43$)
(0.97)	4348	3077	2667	2632	1243
(3)矯正後	3349($\omega=0.57$)	3865($\omega=0.47$)	3042($\omega=0.53$)	3015($\omega=0.43$)	1047($\omega=0.58$)
許容値	1000				250

注) (1)実験前の初期変形； (2)初期載荷による除荷後の残留変形； (3)矯正後の残留変形
 P_{n1} ：初期載荷時の除荷重； P_{u1} ：初期載荷時の極限荷重

縮フランジ側から採取した引張試験の結果を図-1に示す。矯正後に降伏点および引張強さが上がることがわかる。しかし、引張フランジ、腹板側から得られた結果は、初期状態とほとんど同じ結果が得られた。

(3) 荷重-変形

図-2は曲げモーメント-回転角曲線を初期载荷と矯正後について比較したものである。図-2(a)は、初期载荷において最大荷重の約 60%降下域まで载荷したはり、図-2(b)は、初期载荷において最大荷重の約 80%降下域まで载荷したはりについて比較したものである。矯正後も弾性理論に沿って挙動し、初期载荷と比べ最大荷重後約 70%降下域から荷重低下が緩やかである。また、矯正後の荷重-変形挙動は除荷重レベルに関係がないことがわかる。

(4) 耐力力

図-3は、矯正後と初期载荷における極限荷重の比 $\delta_P = P_{u2}/P_{u1}$ を縦軸にとり、矯正後の耐力力の回復度を調べたものである。全実験はりの平均は

$m=0.97$ 倍で耐力力は低下したことがわかる。また、 $P_{n1}/P_{u1}=0.6$ のとき $m=0.94$ 、 $P_{n1}/P_{u1}=0.8$ のとき $m=0.97$ であった。

(5) 回転容量

回転容量の比 $\delta_\theta = \theta_2/\theta_1$ をプロットすると図-4のようになる。全実験はりの平均は平均 $m=1.09$ で矯正後に上昇している。また、 $P_{n1}/P_{u1}=0.6$ のとき $m=1.07$ 、

$P_{n1}/P_{u1}=0.8$ のとき $m=1.09$ であった。回転容量の回復度は、耐力力より優れていることがわかる。

4. あとがき

部材初期の残留応力の測定、载荷やプレス加工時における断面応力状態の変化を調べ、また、供試体の一部を用いて矯正後約 1 年後に载荷実験を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 杉山・北堀・久保：横ねじれ変形を矯正したはりの耐荷性能（その 1. コンパクト断面の場合）
- 2) 北堀・杉山・久保：横ねじれ変形を矯正したはりの耐荷性能（その 2. ノンコンパクト断面の場合）

土木学会第 52 回年次学術講演会講演概要集第 1 部 (A), 1997

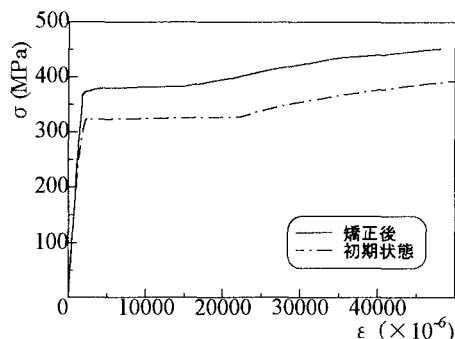


図-1 応力-ひずみ曲線

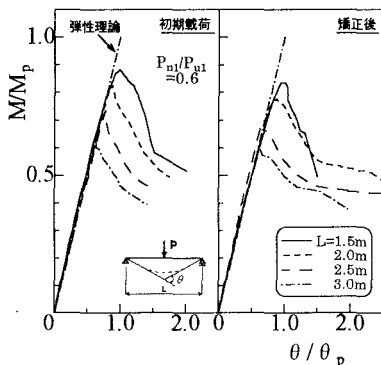


図-2(a) 曲げモーメント-回転角曲線 ($P_{n1}/P_{u1}=0.6$)

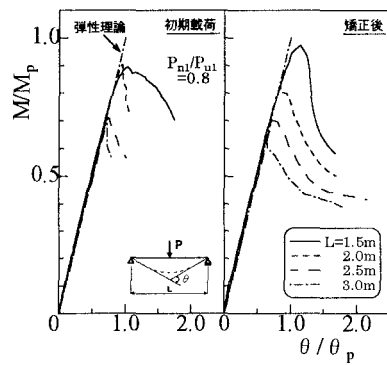


図-2(b) 曲げモーメント-回転角曲線 ($P_{n1}/P_{u1}=0.8$)

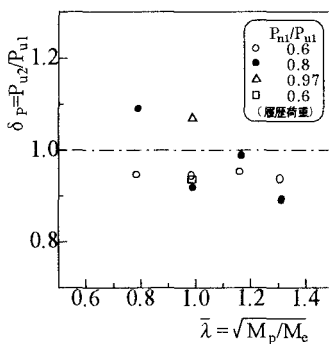


図-3 耐力力

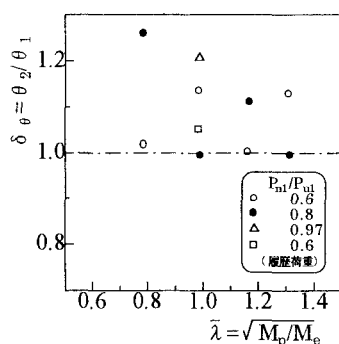


図-4 回転容量