

横ねじれ座屈崩壊した鋼はりの矯正効果に及ぼす要因について

名城大学大学院 学生員 西口和宏
 名城大学 フェロー 久保全弘
 (株) ヒー・エス 杉山宜央

1. はじめに

本研究は、横ねじれ座屈崩壊した鋼はりをプレス矯正した場合の耐荷力と変形性能の回復度を実験的に検討するものである。先の報告¹⁾²⁾では、矯正効果に及ぼす因子のうち初期載荷における除荷重レベルの影響を主に考察した。今回は、圧延はりを用いて単調載荷と履歴載荷の相違、矯正後の材料性質の変化及び放置期間の影響について報告する。

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 体、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

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を行う。初期載荷の降下域における除荷重レベルを最大荷重の 97, 80, 60% の 3 種類に変化させた。そして崩壊したはりを製作工場においてプレス矯正し、再度約 1 ヶ月後 (10 体)、除荷重レベルが 60% のものに関しては約 8 ヶ月後 (4 体)、矯正なしで約 8 ヶ月後 (1 体) を同一条件のもとで横ねじれ座屈実験を行った。

3. 実験結果

(1) 矯正後の材料性質

極限荷重の約 60% 降下域まで載荷したはり 2 体をプレス矯正した後、スパン中央断面からフランジ 2 本と腹板 2 本の引張試験片をそれぞれ採取し、引張試験を行いその結果を表-1 に示す。降伏応力と引張強さは圧縮フランジのみが増加し、他はほとんど変化が認められない。伸びに関しては、圧縮フランジが減少し、他は増加している。これは初期載荷、プレス矯正によって大きな塑性ひずみを受けたからだと思われる。

表-1 矯正後の材料性質

試験片 公称板厚 t (mm)	降伏応力 F_y (MPa)	引張強さ F_u (MPa)	降伏比 $\frac{F_y}{F_u}$	ヤング率 E (GPa)	ポアソン比 ν	伸び $\Delta \ell$ (%)
初期状態						
フランジ 8	323	464	0.696	215	0.296	24
腹板 5.5	323	464	0.696	217	0.295	24
横曲げの圧縮側						
圧縮フランジ 8	377	485	0.777	217	0.278	18
引張フランジ 8	330	464	0.711	216	0.281	25
腹板 5.5	326	464	0.703	215	0.283	28
腹板 5.5	322	459	0.702	214	0.277	27
横曲げの引張側						
圧縮フランジ 8	362	473	0.765	210	0.279	19
引張フランジ 8	325	466	0.697	215	0.283	28
腹板 5.5	325	467	0.696	213	0.283	26
腹板 5.5	329	467	0.704	210	0.280	27

(2) 荷重-変形挙動

図-1(a),(b),(c)は、曲げモーメント-回転角曲線を描いたものである。図-1(a)はスパン長 $L=2.0\text{m}$ のはりで、初期載荷において最大荷重の約 60% 降下域まで単調載荷したはりと履歴載荷したはりを比較したものである。履歴載荷したはりは塑性変形量が大きくなると除荷時および載荷時の傾きが小さくなっている。

履歴載荷による降下域での包絡線は、単調載荷したものと比べ大差がないことがわかる。

図-1(b)は、極限荷重の約 60%降下域で除荷し、矯正なしで約 8 ヶ月後に再載荷したスパン長 $L=2.0\text{m}$ のはりの挙動を示している。再載荷時の極限荷重は初期の除荷重

より 3%上昇したが初期載荷の挙動と大差がないため、ひずみ時効の耐力力への影響はほとんど認められない。

図-1(c)は矯正後の放置期間を変化させた場合の挙動を示している。約 1 ヶ月後、8 ヶ月後に再載荷したはりとも、矯正後も弾性理論値に沿って挙動している。約 8 ヶ月後に再載荷したはりの方が最大荷重が大きいが、最大荷重後の降下曲線はほとんど同じ軌道を描いている。

(3) 耐力力

図-2 は、矯正後と初期載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。

約 8 ヶ月後に載荷したはりとは約 1 ヶ月後に載荷したはりより 3%上昇しただけであり、矯正後の放置期間すなわちひずみ時効が部材耐力力に及ぼす影響はほとんど期待できないものと思われる。

(4) 回転容量

最大荷重時の回転容量の比 $\delta_\theta = \theta_2/\theta_1$ をプロットすると図-3 のようになる。約 8 ヶ月後に載荷したはりとは除荷約 1 ヶ月後に載荷したはりとはほとんど変化はなく、除荷重レベルが 97% の場合は、他のものと比べて回転容量の回復度が上がっていることがわかる。

4. あとがき

今回実験した圧延はりの耐力力の回復度は、先の溶接はりの結果よりも劣った。この原因として、部材の初期に存在する残留応力の違いが考えられる。部材の残留応力の測定結果、およびはりの載荷やプレス加工時における断面ひずみ状態の変化を調べた結果は当日発表する。

【参考文献】

- 1) 久保・杉山・北堀：横ねじれ変形を矯正した鋼はりの座屈性能，鋼構造論文集，第 4 巻第 16 号，pp. 113-120，1997 年 12 月。
- 2) 西口・久保・杉山：圧延鋼はりの矯正効果に関する実験，土木学会中部支部研究発表会講演概要集，I-22，pp41-42，1998 年 3 月。

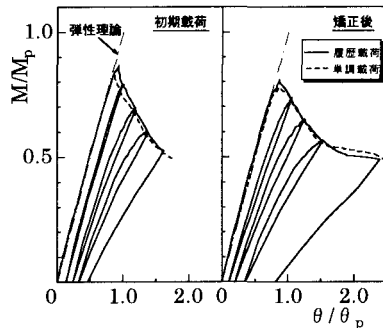


図-1(a) 曲げモーメント-回転角曲線
(履歴載荷と単調載荷の比較)

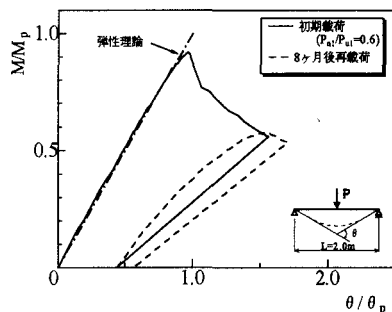


図-1(b) 曲げモーメント-回転角曲線
(矯正せずに 8 ヶ月後に再載荷した場合)

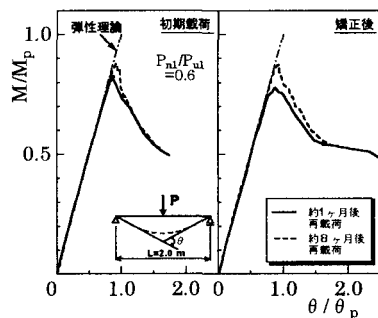


図-1(c) 曲げモーメント-回転角曲線
(矯正後放置期間を変化させた場合)

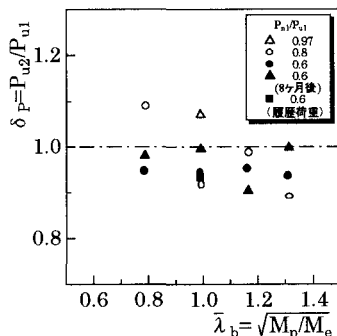


図-2 耐力力の回復度

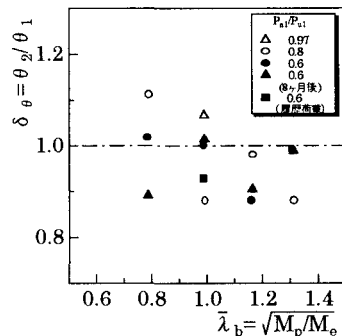


図-3 回転容量の回復度