

名古屋大学 正員 ○ 伊藤 義人
 名古屋大学 学生員 服部 亮二
 名古屋大学 正員 福本 啓士

1. まえがき

構造物の信頼性・安全性についての合理的評価のため、構造物の抵抗強度を、確率的に、把握する必要がある。とくに、柱については、欧州鋼構造連合(ECCS)を中心にして、活発な研究がなされてきている。一方、はりについての確率的研究は、筆者らの圧延部材によるものがある。^{1),2)} そこで、今回は、溶接組立のほりを取りあげ、実験的研究を行ない、圧延はりとの比較を試みた。

2. 供試体および実験内容

実験に用いたはりは、Fig.1に示した、脚長4mmによって溶接組立されたI形はり(250×100×6×8)である。材質は、SS41である。Fig.1のように、5.02mの原材を1本より、それぞれ、座屈試験はり(2種)と残留応力測定試験体を切り出した。材料試験体は、原材作製に使用した板より、JIS1号試験片を切り出した。座屈試験はりは、スパン長が1.8m(D-Series)と2.6m(E-Series)の2種である。細長比パラメーターは、それぞれ、0.848と1.120である。また、上記の試験体とは、全く別に、はりの耐力力におよぼす初期変形の影響を調べるために、水平方向たわみとして、スパン長Lの1/1000の初期変形をもつほりを、各々3体、作製した。残留応力試験体、材料試験片も、上記と同様の方法で作製した。

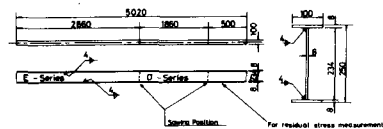


Fig.1 Test Specimens

曲げ試験法は、圧延はりの実験と同様であり、精度のよい端単純支持装置と載荷装置を用いて、両端単純支持、スパン中央単一集中荷重のもとで行った。その他の実験手法についても圧延はりの場合と同様である。

3. 実験結果

実験結果は、スパン長L=2.6mの溶接はりの結果と、前回行った圧延はり(200×100×5.5×8)の内スパン長L=2.6mの結果を比較検討する。

3-1 初期変形

3次元的な初期変形量を評価するために、Fig.2(a)のように、初期変形のあるはり、真直と仮定したはりとの囲み体積Vを考える。Fig.2(a)のように、15点の測定点があるとする、体積Vは、次式であらわされる。

$$V = LH\{a_1 + a_2 + a_3 + 2(b_1 + b_2 + b_3) + c_1 + c_2 + c_3\}/16 \dots (1)$$

初期変形の指標 I_v として用いるときは、このVの値を、Fig.2(b)のような初期Fig.2 Initial Crookedness Index

初期変形の限界値と考えられるL/1000のねじれない放物線形状の初期変形をもつ

はりの体積 V_0 で無次元化する。

$$I_v = V/V_0 = 100\{a_1 + a_2 + a_3 + 2(b_1 + b_2 + b_3) + c_1 + c_2 + c_3\}/L \dots (2)$$

Fig.3は、各はりについての I_v の値を、規準化して表わしたヒストグラムである。左側に、溶接はり、右側に、圧延はりの結果を示した。斜線で示したのは、L/1000の初期変形を与えたはりのものである。破線は、正規分布曲線を示す。初期変形の量は平均値で、溶接はりの方が圧延はりの約4.1倍となった。変動係

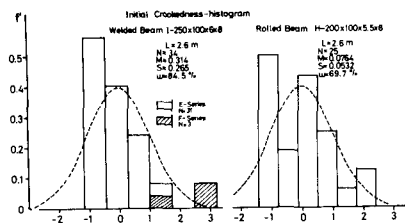
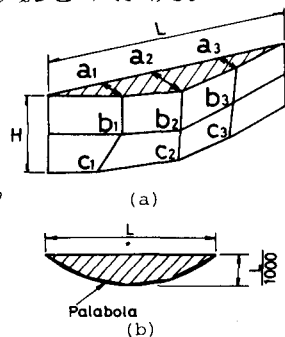


Fig.3 Initial Crookedness - histogram

数は、多少、溶接はりの方が大きい。しかし、 $L/1000$ の初期変形を与えたはりをも考慮すると、変動係数の差は、ほとんどないと考えられる。ヒストグラムの形状は、溶接はり、圧延はりとも、正規分布とは異なった、右下りの階段状の形状が得られた。

3-2 残留応力分布

溶接はり4体の残留応力の平均値と標準偏差を示したのがFig.4(a)である。圧延はり(N=25)については、Fig.4(b)に示した。溶接はりの残留応力分布は、圧延はりにくらべ、フランジとウェブの溶接部分の絶対値がかなり大きく、フランジの残留応力勾配が急なため、測定に際して、細かく切断しなければならなかった。ウェブは、溶接部付近で、引張応力から、圧縮応力に急変し、ウェブ中央では、ほぼ一定の値を示し、圧延はりの分布と大きな差が生じた。溶接はりにおいて、フランジの残留応力のばらつきが大きいのは、応力勾配が大きいことと、測定はりの数が少ないためと考えられる。

3-3 断面積

Fig.5は、はりの実測断面積のヒストグラムである。圧延はりが公称断面より小さい所でばらついているのに対し、溶接はりは、ほぼ、公称値のまわりにばらついている。変動係数は、圧延はりの約2.3を溶接はりが示した。正規分布曲線との適合度の検定を行うと、(χ²検定, Kolmogorov-Smirnov 検定) 圧延はりの方が、良い適合性を示した。

3-4 耐荷力

溶接はりの最大荷重P_{max}のヒストグラムを、Fig.6(a)に示す。Fig.6(b)は、 $L=2.6$ mの圧延はりの結果である。斜線で示したものは、 $L/1000$ の初期変形を与えたはりの結果である。これより、 $L/1000$ の水平初期変形は、耐荷力に、あまり影響を与えなかったことがわかる。

4. 考察

Fig.7で、文献2)で收集整理された溶接はりとは、けたの実験結果(N=116)と、今回の溶接はりの結果を比較した。耐荷力の平均値Mを黒丸で、そこからの矢印で、 $M-2\sigma$ (σ :標準偏差)の値を示した。破線は、ECCSが提案している設計基準曲線である。また、図の下部に、変動係数を示した。今回の溶接はりの耐荷力の平均値は、かなり高めの値を示した。

参考文献 1. 伊藤, 久保, 福本; 圧延H形はりの横倒れ強度

の統計的実験 第33回年次学術講演会 I-298

2. Fukumoto, Y. and Kubo, M.; An Experimental Review of Lateral Buckling of Beams and Girders, SSRC/ASCE Proceedings, International Colloquium on Stability of Structures under Static and Dynamic Loads, Washington, D.C., May 1977

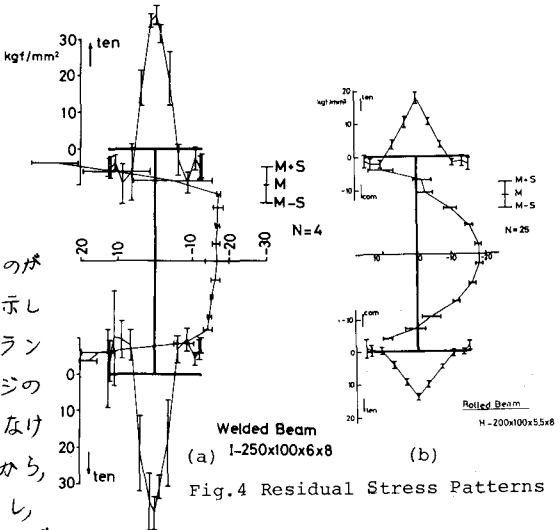


Fig.4 Residual Stress Patterns

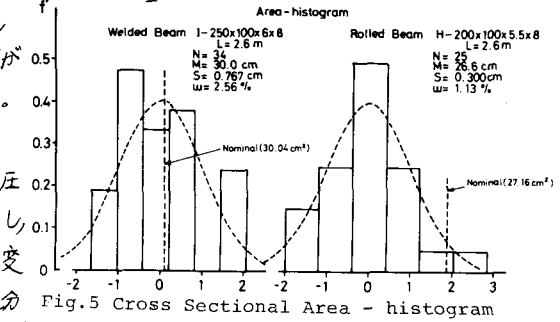


Fig.5 Cross Sectional Area - histogram

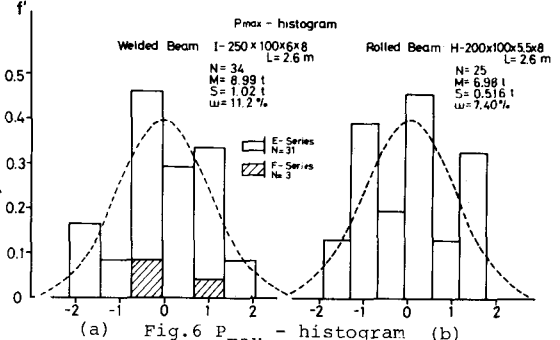


Fig.6 P_{max} - histogram

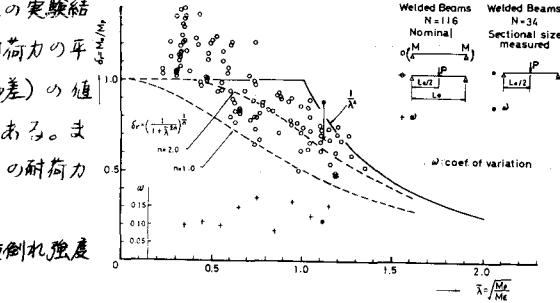


Fig.7 Scatter of Test results and Comparison with Recommended Formulas