

名古屋大学 正員 福本晴士
 名城大学 正員 久保全弘
 名古屋大学 正員 ○ 伊藤義人

1. まえがき

構造物の信頼性、安全性の合理的評価をするためには、構造物の抵抗強度を確定的にとらえるのみでなく、確率的にとらえる必要がある。そこで、今回は、圧延H形鋼はりの横倒れ崩壊をとりあげ、統計的実験を行った。実験は、圧延H形鋼はり200×100×5.5×8 (SS41) を用い、3種の長さのものを25本ずつ製作し、両端単純支持、単一集中荷重のもとで行ない、座屈強度の変動特性を明らかにし、降伏点応力分布、残留応力分布および初期変形分布の測定もあわせて行った。

2. 試験体および実験方法

試験体は、2.6m, 2.0m, 1.5mの3種類のスパン長さのものを、各々25本ずつ製作した。端部支持条件および載荷形式が実験結果に敏感に影響をおよぼすため、精度のよい端単純支持装置と載荷装置を試作した。Fig. 1に、装置全景を示す。

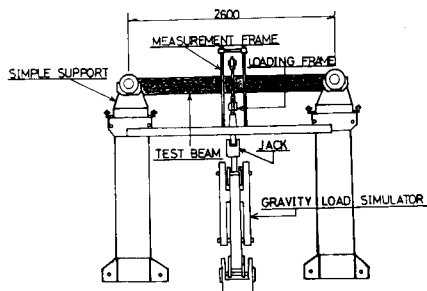


Fig. 1 Set up

荷重は、スパン中央に単一集中載荷であるが、試験体の横方向変形を拘束することなく、変形に追従して鉛直に荷重を載荷するために、2部材と剛3角形部材でピン結合された構造のグラビティ・ロード・シュミレーターに引張型ジャッキを取りつけて、載荷している。

端単純支持装置は、Fig. 2に示すように、面内回転、面外回転および水平移動が自由であり、そりにたいしても拘束はない。面内回転は、①の自動調心コロ軸受により反力を受けもち、④のシールドベアリングと協同して回転を自由に行っている。水平移動は、⑥のカムフォロアーによって、移動方向を軸方向に定め、⑤のスライドニードルベアリングによって、移動を可能にしている。

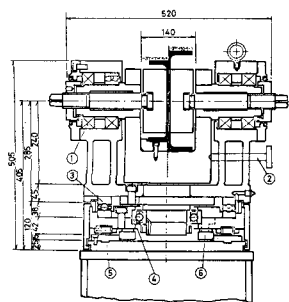


Fig. 2

曲げ試験は、崩壊にいたるまでの荷重と変形性状を、3次元的に追跡した。残留応力は、分割法を用い、コンタクトゲージにより25体について測定した。初期変形については、全試験体について、強軸、弱軸まわりの初期たわみおよび初期回転角を測定した。

3. 実験結果

実験結果は、スパン長さ $L = 2.6$ mのものについて示す。

3-1 初期変形

Fig. 3に、初期変形のばらつきを示すヒストグラムを示す。周囲から、強軸まわりのたわみが大きく、その値は、ほぼ、1万分の1〜3程度であることがわかる。また、弱軸まわりでは、1万分の1〜2程度であり、一般の許容公差の千分の1よりかなり小さな値が得られた。

3-2 残留応力

25体の断面について測定した結果を、Fig. 4に示す。図の中でそれぞれの測定点における平均値と標準偏差を示している。測定のための分割数は、各分割段階で測定を行ない、妥当な分割数を決定した。残留応力の分布は、フランジとウェブの結合部で大きな引張応力が生じ、ウェブ中央では、これとつりあうように大きな圧縮応力域が生じている。Fig. 5は、フランジ中央とウェブ中央の残留応力値のばらつきを示すヒストグラムである。

3-3 曲げ試験

荷重-変形特性を示す図を、Fig. 6に示す。この図の曲線は、スパン中央の鉛直変位、上下フランジの水平変位を示している。この図より、圧縮フランジが、最高荷重付近から、急激に変位が大きくなり、横倒れ座屈をしていることがわかる。引張フランジは、ほとんど変形しない。

座屈実験値のばらつきを示すヒストグラムを、Fig. 7に示す。左の図は、実験値を正規化して示したものである。破線で示した曲線は、正規分布曲線である。Fig. 8には、縦軸に、得られた座屈モーメント M_u と全塑性モーメント M_{pl} の比をとったもの、横軸に全塑性モーメント M_{pl} と理想弾性横倒れモーメント M_E の比の平方根をとったものを示す。この図より、平均値は、理想弾性曲線のほぼ真上にあることがわかる。変動係数は、0.076であり、かなり大きなばらつきを示した。なお、両軸とも M_{pl} の計算には、 $\sigma_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ の保証値を用いた。

4. 結語

端単純支持装置および載荷装置は、満足いく機能を果たした。また、横倒れ座屈の強度の変動特性と変形性状が明らかにになった。

他の結果については、当日、発表する。

参考文献

- 1) S. Kitipornchai, N. S. Trahair
Inelastic Buckling of Simple Supported I-Beams
Proc. ASCE Vol 107 No. ST7 July 1975

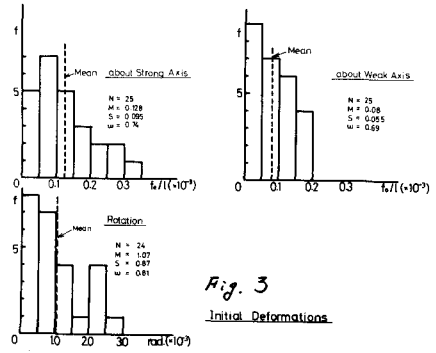


Fig. 3
Initial Deformations

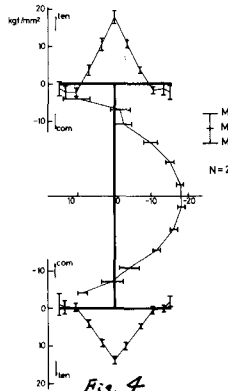


Fig. 4
Residual Stress Distributions

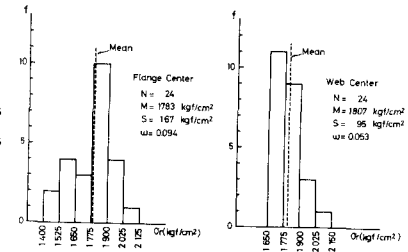


Fig. 5 Residual Stress Distributions

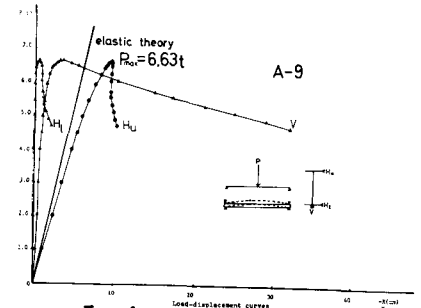


Fig. 6

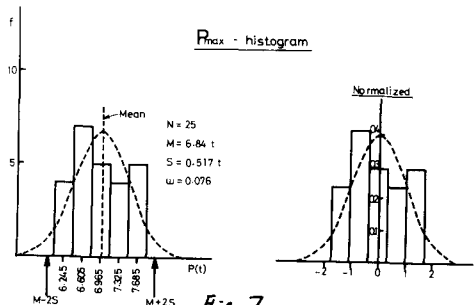


Fig. 7

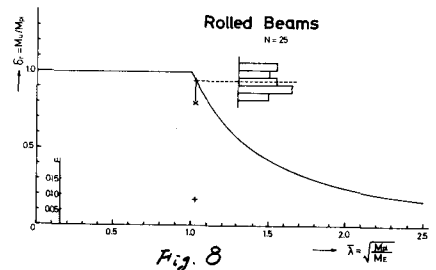


Fig. 8