

武蔵工業大学 正員 皆川 勝
 武蔵工業大学 正員 西脇威夫
 武蔵工業大学 正員 増田陳紀

1. はじめに

地震などにより複雑な変動荷重を受ける骨組構造物の変形性状を評価するためには、はり、はり-柱、それらの接合部における変形特性を把握する必要がある。本研究ではその一段階として、熱間圧延H型鋼はりの弾塑性履歴曲げモーメント-曲率関係を数値解析によって推定する方法を検討する。そのために、まず、熱間圧延H型鋼により製作されたはり試験体を用いて、部材断面が塑性化するような激しい交番曲げを受けるH型断面の履歴曲げモーメント-曲率関係を測定した。次に、履歴応力-ひずみ関係を推定するために著者らによって提案された繰り返し塑性モデル¹⁾を単軸応力状態に適用して、接線剛性法²⁾によって履歴曲げモーメント-曲率関係を計算する。この際、試験体に発生している残留応力および部材断面各部の受けたひずみ履歴を考慮している。これらの結果を比較することによって、はり断面部材の履歴挙動の推定に対する著者らが提案した繰り返し塑性モデルの有効性を検討する。

2. 実験方法

試験体はSS41によって製作された熱間圧延H型鋼より切り出された試験部と、載荷用アームからなる。その形状および寸法をFig.1に示す。試験部の両端には板厚32mmの鋼板を溶接によって取り付け、試験部と載荷用アームは高力ボルトによって連結した。載荷方法はFig.1に示す2点載荷とし、上下フランジでのひずみ速度が約0.0001mm/mm/secとなるように載荷速度を制御した。試験部の曲率は三断面にそれぞれFig.2のように貼付したひずみゲージによって検出されたひずみを持ちいて、平面保持を仮定して算出した。Fig.3に試験体から切り出されたJIS5号試験片の引張試験によって測定された応力-ひずみ関係を示す。図中には降伏点およびヤング率も併せて示した。

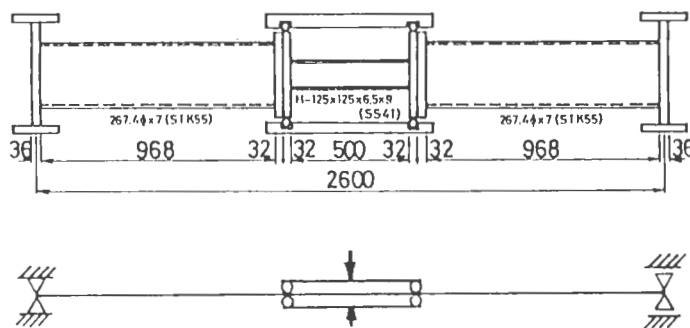


Fig.1 Specimen and its modelling

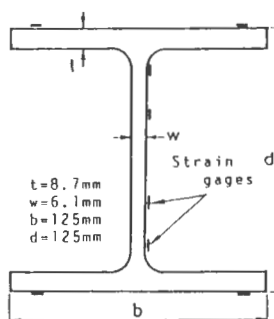


Fig.2 Measurement of curvature

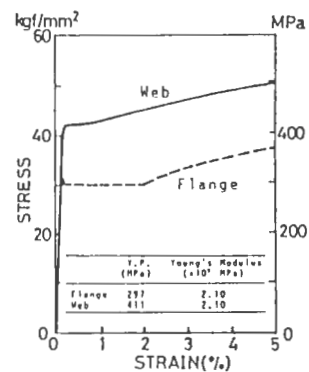


Fig.3 Tensile stress-strain relations

3. 数値計算方法

著者らによって提案された繰り返し塑性モデルによって推定される履歴応力-ひずみ関係を用いて、接線剛性法によって履歴曲げモーメント-曲率関係を計算する。数値計算においては、以下の仮定を導入した。
 ①部材断面に直角方向の垂直応力以外の応力成分は無視する。

- ②断面の形状は不変である(平面保持の仮定)。
- ③局部座屈などの不安定現象は生じない。
- ④残留応力を考慮する。

断面の接線剛性を評価するには、断面各部の接線係数を求め、これを用いて断面に関して積分をする必要がある。本研究では、以下のような方法によってこの積分を実行した。まず、断面を微小三角形要素に分割する。そして、接線係数が要素内で線形に変化するものと仮定し、要素を構成する三節点での値を用いて各要素に関する積分値を解析的に求める。そして、この積分値を全要素にわたって総和した。また、本解析は非線形解析であるので、各増分段階においてNewton-Raphson法によって解を収束させた。Fig.4に断面の要素分割パターンを示す。

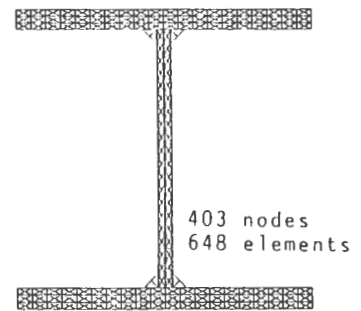


Fig.4 Mesh pattern

Fig.4に断面の要素分割パターンを示す。残留応力分布はFig.5(a)に示した実測結果を参考にしてFig.5(b)のようにモデル化した。用いる繰返し塑性モデルに特有の材料特性は、著者らが他の軟鋼の材料試験によって得たものに降伏点の値の比を乗じて修正した。

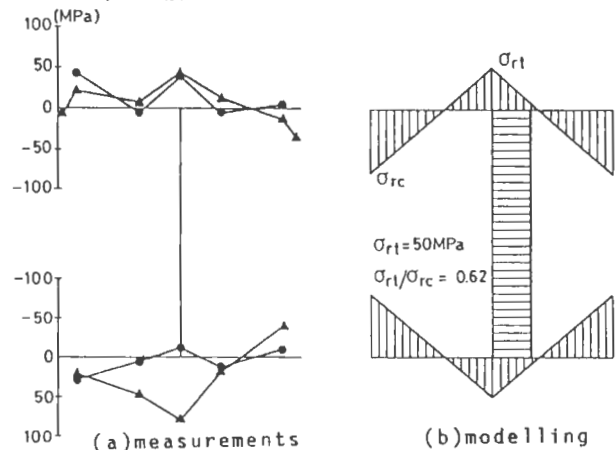


Fig.5 Residual stress distribution

4. 推定結果と実測結果との比較

断面の強軸まわりの交番曲げを受けた場合の履歴曲げモーメント-曲率関係に関して、実測結果と推定結果をしてFig.6に示す。推定結果は実測結果と良好に一致しており、著者らが先に提案した繰返し塑性モデルによって、はり断面の履歴挙動を良好な精度で推定できる可能性のあることが明らかとなった。しかし、ここで示した推定結果は、用いた材料の材料特性を直接用いていないことに起因する誤差を含んでいると考えられる。繰返し塑性モデルに含まれる材料特性を求めるためには引張圧縮試験を実施する必要がある。そして、その結果から得られた材料特性を用いることは、特により複雑な負荷経路についての推定精度の向上に有効であると思われる。素材の引張圧縮試験によって得られた材料特性を用いての推定ならびに種々の負荷経路についての推定に関しては講演当日に発表する予定である。

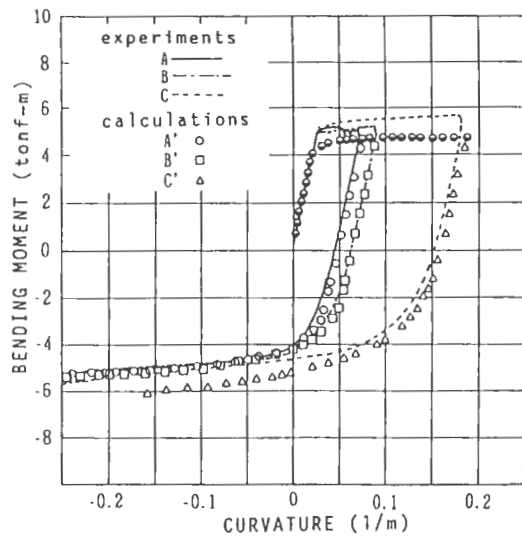


Fig.6 Measured and calculated moment-curvature relations

《参考文献》1)皆川 勝,西脇威夫,増田陳紀,斎藤哲郎: 繰返し荷重に対する構造用鋼材の高精度応力-ひずみモデル, 第9回構造工学における数値解析法シンポジウム論文集, pp.145-150, 昭和60年7月
 2)Chen, W.F. and Alsuta, T: Theory of Beam-Column Volume2 - Space Behavior and Design, McGraw-Hill Inc., 1977.