

I-18

チャンネル断面はりの弾塑性状態における shear lag

秋田大学 正 員 薄木 征三
学生員 ○田次 伸行

1. まえがき

はりの断面寸法に比べて部材長さが10倍程度以下のはり、連続けた支点近傍及びラーメンの隅角部など曲げモーメントが急変する部材位置ではせん断遅れ（shear lag）による断面内の直応力のはり理論から差異が無視できないことは、弾性理論において明らかにされている。弾塑性問題においても当然問題となるところであるが、有限要素法などによる数値計算を除くと、この問題をはり理論のレベルにおいて究明した研究は皆無と言ってよい。

弾塑性問題におけるせん断遅れ現象の解明は終局耐力よりもむしろ使用限界状態を明らかにする上で重要である。本概要ではチャンネル断面はりの一軸曲げを対象としてせん断遅れに注目し二径間連続けたの中間支点及びその近傍における弾塑性状態における変形挙動の実験結果を報告する。

2. 二径間連続けた

本研究での二径間連続けたは1径間120cmで各径間の中央に荷重をかける二点载荷で実験を行ったもので、図-1に断面形を示す。フランジ部分には 200×4.5 (mm)、ウェブ部分には 90×6 (mm)の断面をもつ平鋼を溶接して作製したチャンネル断面はりで、その寸法は高さ $H=9$ cm、幅 $B=21.2$ cm、 $t_1=4.5$ mm、 $t_2=6$ mm、である。また本研究で用いた鋼材はJISG-3101に規定された一般構造用圧延鋼材SS41でありチャンネル断面から引張試験片を作製し材料特性を求めた。载荷位置、及び断面内でのひずみ測定位置を示したものが図-2である。ここで中間支点上の断面を1-1断面、中間支点から2cm、及び6cm離れた断面をそれぞれ2-2、3-3断面とし、○印、×印、△印によってひずみの測定位置を示してあり、×印は全断面で測定したもの、△印は1-1断面のみ、○印は1-1断面以外の断面で測定を行なった。チャンネル断面下端の断面係数を W 、中間支点のモーメントを M とし降伏点応力 σ_y とくと $M/W = \sigma_y$ で、 $M = 3PL/16$ である。これから中間支点上の断面下端が降伏するときの荷重は引張試験結果より $\sigma_y = 2568 \text{ kg/cm}^2$ として $P_y = 2884 \text{ kg}$ となる。図-3において各荷重レベルでの断面内のひずみ分布を示す。図中の破線は降伏ひずみの値で $\epsilon_y = 1492 \times 10^{-6}$ としてある。

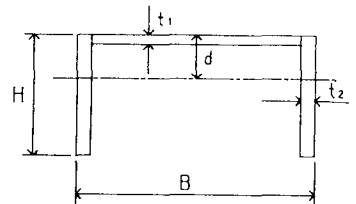


図-1 チャンネル断面

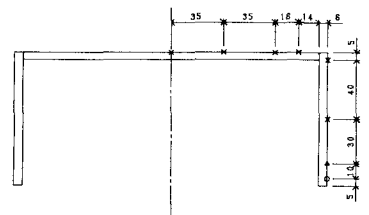
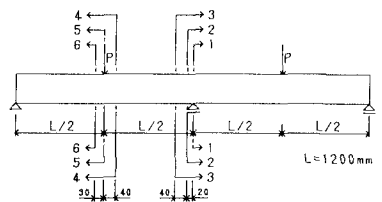


図-2 ひずみ測定位置

3. 支点モーメントー塑性たわみ角曲線

図-4は片側支間中央（载荷点）で得られた荷重-たわみ曲線で除荷を含んだ実験結果である、また中間支点上を塑性ヒンジと考えたときの、支点モーメント-たわみ角関係になるように座標変換をする手順を図-4に示し、座標変換した後の支点モーメント-塑性たわみ角関係を図-5に示す。図-5において弾性解析による中間支点上のモーメント M_E を縦軸にとり（A点）、次に中間支点で自由なヒンジを持つ（モーメント0）として弾性解析から求めたたわみ角を横軸

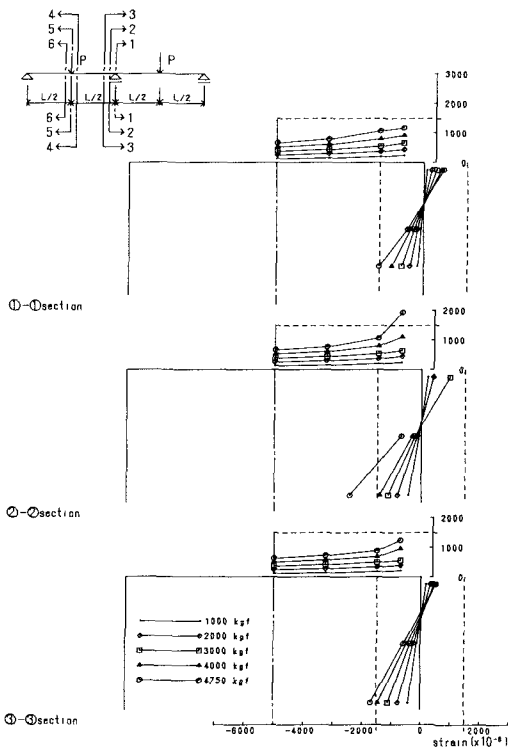


図-3 断面内ひずみ分布図

上 (B 点) にとる。すると中間支点到弾性回転バネがある場合の弾性はりの挙動は A 点と B 点を結ぶ直線上にあることを示している。

4. 考察

図-3 より中間支点上の 1-1 断面、中間支点から 2 cm 離れた 2-2 断面では比較的小さな荷重段階においてせん断遅れをみることができ、ウェブ下縁が降伏した弾塑性状態ではより顕著にせん断遅れが表れている。また中間支点から 6 cm 離れた 3-3 断面において小さな荷重段階ではせん断遅れはほとんど表れないが、ウェブ下縁が降伏した弾塑性状態ではせん断遅れが表れ、弾塑性状態におけるせん断遅れを無視しては中間支点とその近傍の挙動を明らかにできない。つぎに図-5 において、点 A ($ME = -3 \cdot PE \cdot L / 16$) と点 B ($\theta_p = 0.0146 \text{ rad.}$) を結ぶ直線 A-B と実験曲線の交点 C における支点曲げモーメントを MSH とする。MSH は中間支点を塑性ヒンジ、言い替えると弾性回転バネと見なした時、この回転バネに発生するモーメントを表す。除荷に際しては、この塑性ヒンジは弾性的に応答するから点 C から曲げモーメント ME 分だけ低下する。よって中間支点には図のように $M_{HUT0} = MSH - ME$ のモーメントが残留することになり、これは AUTO MOMENT と言われ AUTOSTRESS 設計法の基礎となる力学量である。

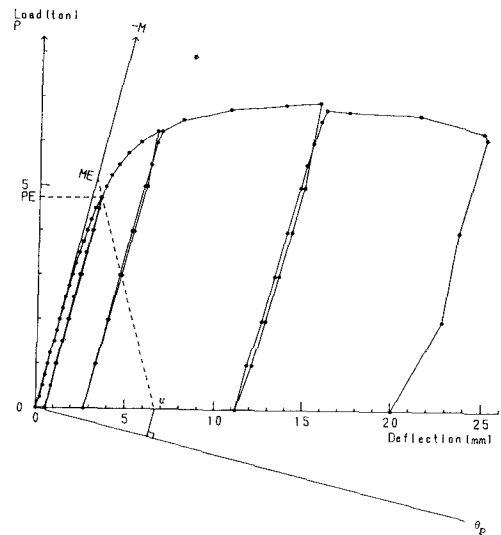


図-4 荷重-たわみ曲線

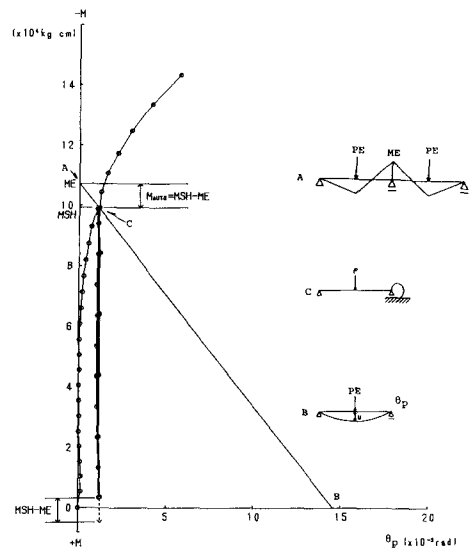


図-5 支点モーメント-塑性たわみ角曲線

上 (B 点) にとる。すると中間支点到弾性回転バネがある場合の弾性はりの挙動は A 点と B 点を結ぶ直線上にあることを示している。