

1-5 ねじりを受けるHはりの弾塑性性状

広島大学工学部 正員 大村 裕
 石川島播磨重工 “ 石田 泰雄
 広島大学大学院 学生員 〇 林 博明

1. まえがき

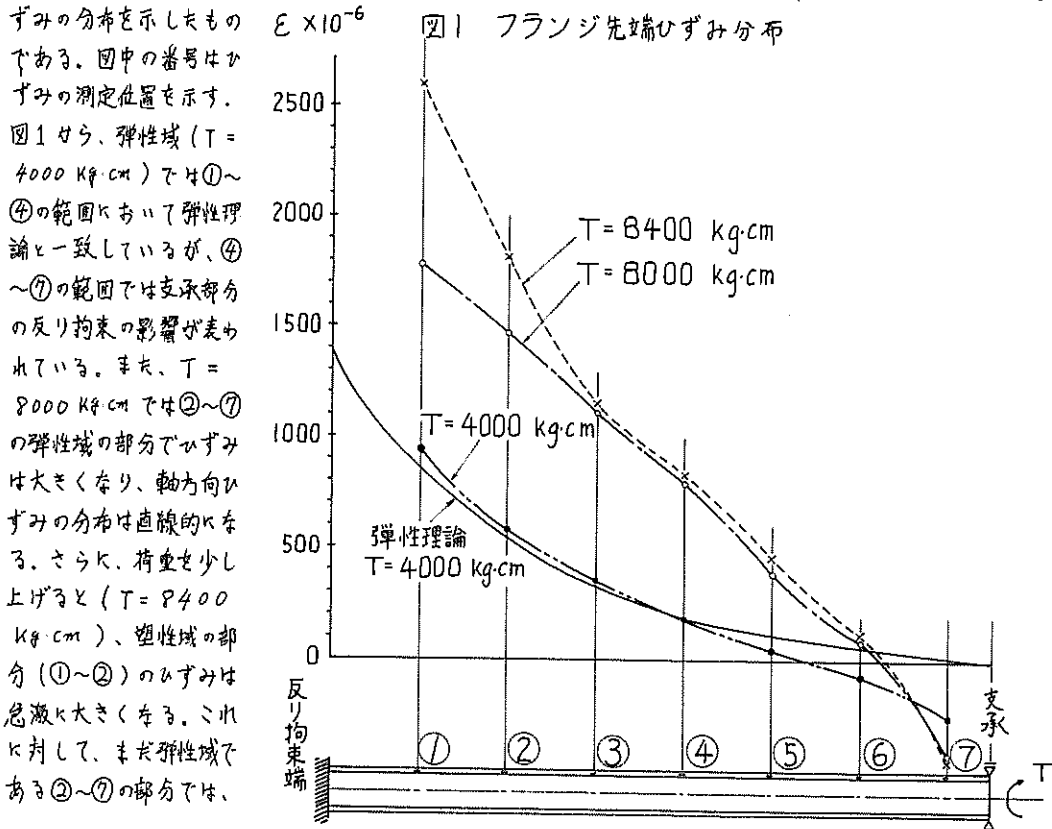
近來、ねじりを受ける薄肉開断面ばりが構造物に多く使用され、その挙動を知ることが必要となってきた。そこで、本研究では、Hはりのねじり載荷試験結果を弾塑性性状について、および、有限要素法による弾性解析の結果について述べる。

2. 模型実験結果

供試体は公称 $100 \times 50 \times 5 \times 7$ のH型断面であり、スパンは 150 cm 、荷重はスパン中央にねじりモーメント T を載荷する。供試体の弾性係数 $E = 2.2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ 、ポアソン比 $\nu = 0.272$ である。

実験から得た降伏点荷重 T_Y は、 $T_Y = 7040 \text{ kg}\cdot\text{cm}$ である。そして、降伏点荷重の $2/3$ の荷重から弾性挙動を示さなくなり、徐々に塑性変形を生じる。また、降伏点における回転角 ϕ_Y は、弾性比例限度の回転角 ϕ_e の2倍近くにあり、 $\phi_Y \approx 0.35 \text{ rad}$ となる。ねじりモーメント T と回転角 ϕ の関係から、 $T-\phi$ 曲線は降伏後はほぼ一定の勾配で上昇することがわかる。

反り拘束端近傍において、フランジ先端の引張側の軸方向ひずみ ε とねじりモーメントを与える荷重 P との関係から、 $P-\varepsilon$ 曲線は降伏点付近で勾配がやや急になることがわかる。図1は、フランジ先端における軸方向ひずみの分布を示したものである。



ひずみはあまり変化しない。

3. 有限要素法によるHはりの弾性解析

Saint Venantのねじり解析を行なった結果を示す。

節点のとりは、要素数と節点数の多少にかかわらず、あまり変化はしない。また、Saint Venantのねじり定数 J は要素の分割の多少で、3.1269 から 1.8584 まで変化する。 $J = 1.8584$ は要素数 288, 節点数 209の分割である。薄肉理論から求めた J の値は1.5017である。また、形状係数を用いた式で求めた J は1.9672となる。

図2は、せん断応力 τ_{yz} に対応するせん断ひずみ γ_{yz} の分布を1/4断面について示したものである。フランジとウェブを別々の長方形断面部材と考えた場合、フランジではその端部を除いてせん断応力は τ_{yz} のみになる。そして、ウェブについては τ_{yz} のみとなる。しかしながら、フランジとウェブを一つの部材と考えたとき、図2よりわかるように、ウェブの τ_{yz} が接合部のフランジ側に影響し、フランジに τ_{yz} を生じさせている。また、せん断応力 τ_{yz} についても同様なことがいえる。つまり、これは、フランジとウェブを別々の部材と考えるのは不都合であることを示している。

図3は、等ひずみ線図(等応力線図に対応)である。これから、フランジとウェブの接合部で応力集中が生じていることがわかる。隅角部に曲率をつけると、この応力集中を避けることができる。

4. あとがき

本研究では、有限要素法による解析は弾性域だけにとどまったが、今後さらに非弾性域にも拡張されなければならない。また荷重についても、構造物の設計などの際にねじりだけでは不十分であって、曲げまたは軸力をも加えた連成荷重で解析を行なう必要がある。

参考文献

- 1) 川井忠彦・藤谷義信 “有限要素法による梁の剪断変形解析”
日本鋼構造協会第5回大会研究集会, マトリックス構造解析法研究発表論文集,
P. P. 54 ~ 61
- 2) Timoshenko, S. and Goodier, J. N.
, Theory of Elasticity,
McGraw - Hill
P. P. 258 ~ 313

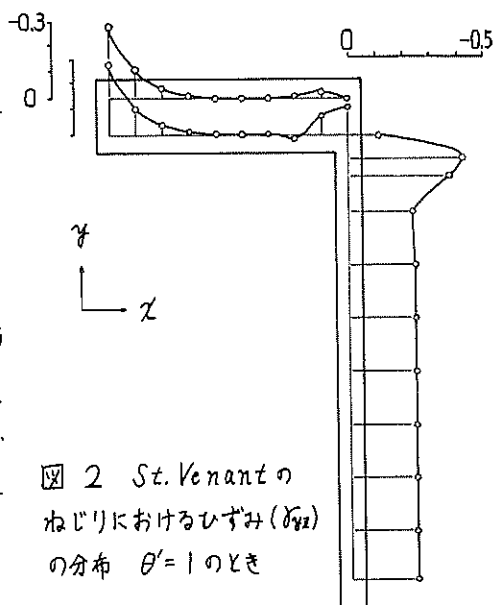


図2 St. Venantの
ねじりにおけるひずみ(γ_{yz})
の分布 $\theta' = 1$ のとき

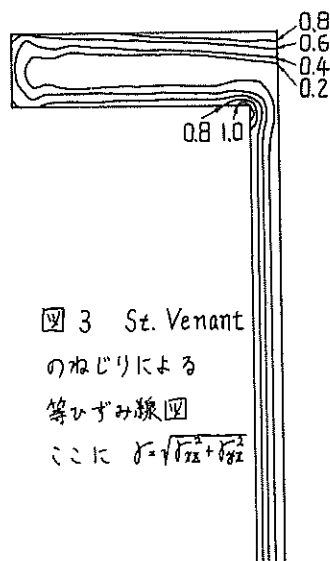


図3 St. Venant
のねじりによる
等ひずみ線図
ここに $\delta = \sqrt{\delta_{xx}^2 + \delta_{yy}^2}$