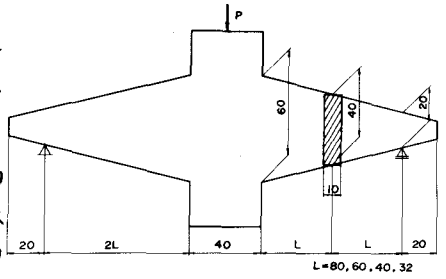


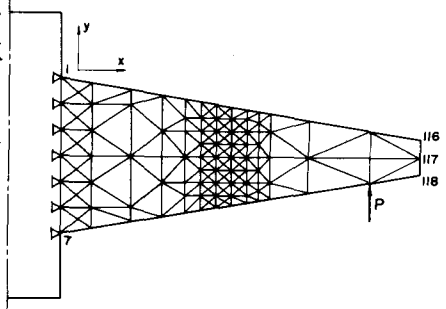
石川高野 正員 ○ 甲村 昭英
金沢大学 , 吉田 博
金沢大学 , 喜内 敏

1. まえがき

著者は昭和 47 年度土木学会学術奨励賞金において、長方形等断面片持ばりを用いて、全塑性モーメントとせん断力の関係について実験を行い、理論値と比較検討を行なった。本報告においては、一般に比較的大きな曲げモーメントとせん断力を受けるラーメン隅角部はハッチを付けて補強されているので、ラーメン隅角部を対象に曲げモーメントとせん断力を受ける変断面ばりについて、等断面ばりと同様の研究を行なってみる。取り扱いを容易にするため、断面は長方形断面とし、はりの上縁と下縁の勾配は同一とした。モデルは等断面の際と同様考え、片持ばりとしてせん断力を無視し、単純塑性理論による塑性ヒンジ生成位置が片持ばりのスパン中央に形成されるものとして、片持ばり固定端と載荷端の断面を決定した。この場合、スパン中央の断面の高さを d とすると、スパン長に無関係に固定端および載荷端の断面の高さは $1.5d$ および $0.5d$ とする。塑性ヒンジ形成時のせん断力の影響および断面変化するの影響を調べたため、オノ図に示すように載荷点からスパン中央点までの距離と中央点での断面の高さ d との比 L/d を 2.0, 1.5, 1.0 および 0.8 の 4 種類について実験を行なった。



オノ図 試験片



オノ図 要素分割法

本研究における変断面ばりの問題点としては、

- (1) 等断面部材に対して適用される単純塑性理論は、変断面部材ほどの程度適用できるか。
- (2) せん断力による全塑性モーメントの低下ほどの程度考えられるか。

の 2 点であり、実験結果と弾塑性有限要素法および単純塑性理論との比較検討を行なった。なお、弾塑性有限要素法による要素の分割はオノ図に示す通りである。

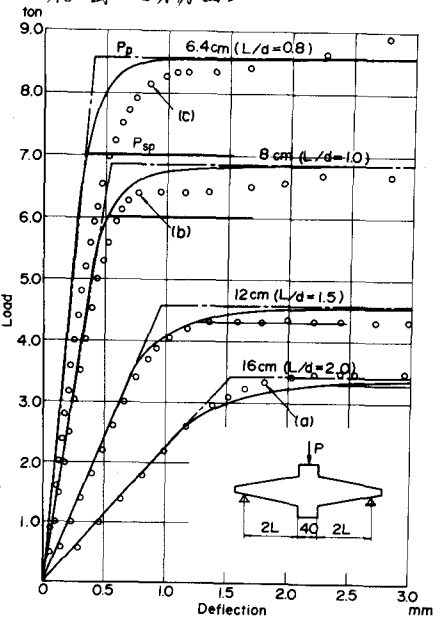
2. 実験

(1) 予備実験

はりの実験に用いる S541 鋼材より 1 号試験片を作製し、 600°C で能力試験を行ない引張り試験を行なった。この結果、縦弾性係数 $E = 2.16 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ 、降伏耐力 $\sigma_y = 3430 \text{ kg/cm}^2$ およびポアソン比 $\nu = 0.31$ を得た。

(2) 片持ばりの載荷試験

試験はオノ図に示すように、長方形変断面の十字型ばりの中央に



オノ図 荷重-たわみ曲線

集中荷重を作用させている。試験片は張り出し部を2Lとして16cm ($L/d=2.0$), 12cm (1.5), 8cm (1.0) および6.4cm (0.8) の4種類について実験を行なった。光弾性皮膜は全スパンに貼付された。また、載荷点下のねりみは1/1000mmのダイヤルゲージにより測定された。載荷試験による荷重とねりみの関係はオ3図に示す。図中実線は単純塑性理論による塑性領域の広がりを含意した場合の理論値を、1点鎖線は無視した場合の理論値を示している。なお、細い実線は、曲げモーメントによって生じた降伏領域内ではせん断応力が存在せず、断面の降伏していない部分でのみせん断力を受けもつものと仮定し、せん断力が形成されると終局状態に達するとして理論による最大荷重 P_{sp} を示している。なお、図中(a), (b)および(c)は塑性領域の広がりを含意しているオ4図の荷重の値を示している。写真1はスパン16cmの載荷試験における塑性ヒンジが形成された時(荷重3490kg)の橋の状態を示している。

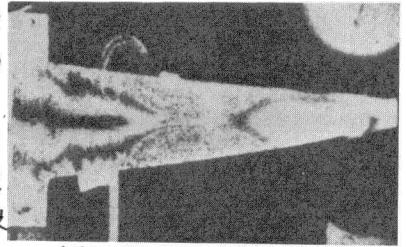
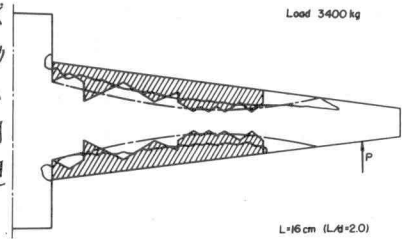
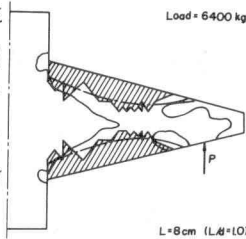


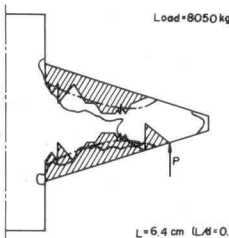
写真-1 着色線図



オ4図(a) 塑性領域の広がり



オ4図(b) 塑性領域の広がり



オ4図(c) 塑性領域の広がり

3. 考察

(1) オ4図は塑性領域の広がりを含意している。図中実線は反射型光弾性実験によるものを、1点鎖線は単純塑性理論によるものを、ハッチで囲っている部分は弾塑性有限要素法による塑性領域の広がりを含意している。各々の図からわかるように、塑性領域の広がりや反射型光弾性実験からより得られるものと弾塑性有限要素法および単純塑性理論より得られるものとほぼ一致していき。

(2) 最大荷重は $L/d=2.0$ の場合は単純塑性理論のものと比較的良好一致しているが、 $L/d=1.5$ 以下の場合は単純塑性理論による最大荷重よりも小さく、せん断力を考慮した場合の最大荷重 P_{sp} の値よりも大きくなっていく。このことはせん断力の影響を考慮した場合の理論の最大荷重は、スパンが小さい場合は必ずみ硬化帯の影響を考えると、かなり圧迫となるように思われる。

(3) 塑性ヒンジの形成位置は単純塑性理論よりも必ず中央断面で形成するのであるが、せん断力の影響により L/d が小さくなるにつれて変位側になっている。

4. おまげ

最大荷重は単純塑性理論によるものよりも L/d が小さくなると、3~6%程度の低下をみるが、せん断力の影響によりせん断力が形成されると塑性ヒンジが形成するところの場合の最大荷重 P_{sp} よりもかなり大きな荷重を示しているが、このことについてはさらに検討を試みたいと考えている。

参考文献

- 1) Horne, M.R. "The Plastic Theory of Bending of Mild Steel Beams with Particular Reference of the Effect of Shear Forces" Proc. of the Royal Society, London, Vol. 207, 1951, p. 216
- 2) Hodge, P.G. "Effect of Shear Force on the Full Plastic Moment Beams" Journal of Applied Mechanics, ASME, Vol. 24, No. 3, Sept, 1957, p. 460~466