

広島大学 正 大村 裕  
 広島大学 正 上野各 実  
 広島大学 学 〇多和 勇

1. まえがき

有限要素法は応力集中を受ける種々の構造部材の弾塑性解析に応用されている。しかし、一般に一樣引張りを受ける場合が多く、曲げとかせん断を受ける場合はあまり見受けられない。

ここでは、有限要素法を用いて、単純曲げを受ける有孔ばりの弾塑性解析を試み、光弾性反膜法による実験結果と比較し、検討した。

2. 解析法

解析法は Zienkiewicz<sup>(1)</sup>により開発された初期応力法を用い、材料は理想的塑性体とし、降伏条件として Von Mises の降伏条件を用いた。対象として有孔ばりは、高さ 60mm、長さ 120mm、厚さ 10mm の長方形断面ばりで中央に  $\phi=30\text{mm}$  の円孔を有するものとした。解析に用いた材料特性は、光弾性反膜法による実験結果と比較するためそれと同じ値。ヤング率  $E=2.1 \times 10^6 \text{kg/cm}^2$ 、ポアソン比  $\nu=0.277$ 、せん断弾性係数  $G=8.22 \times 10^5 \text{kg/cm}^2$ 、降伏応力  $\sigma_y=2900 \text{kg/cm}^2$  とした。解析は試験片、載荷の対称性よりその半分について行ない、要素分割、境界条件、載荷状態は図-1 に示すものとした。

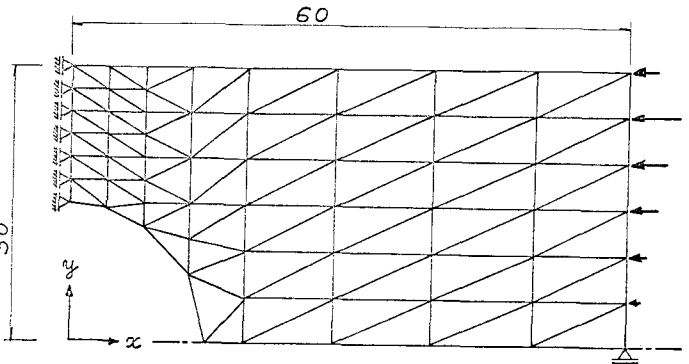


図-1 要素分割図

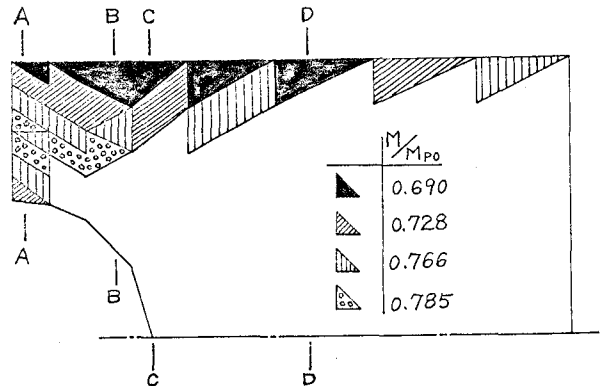


図-2 有限要素法による塑性域の拡がり

3. 結果と考察

図-2 に各荷重段階における塑性域の拡がりを示す。なお、引張側は圧縮側と全く対称とは、ており、各荷重段階は曲げモーメント  $M$  の値と無孔の場合の全塑性モーメント  $M_{p0}=2.01 \times 10^4 \text{kg}\cdot\text{cm}$  で除した値を示す。また図-3 に実験結果を示す。両者は、計算結果が要素内平均値として

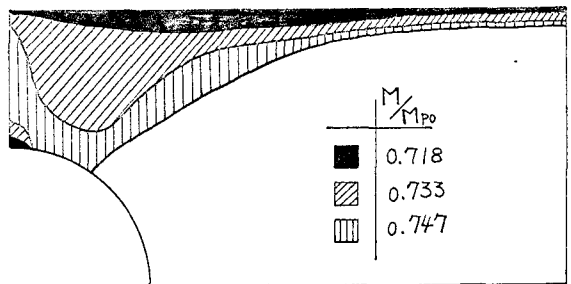


図-3 模型実験による塑性域の拡がり

得られること、各荷重段階が一致してはいないこともあり比較しにくい。塑性域の抗りの傾向は良く一致している。図-4に中央下端における荷重-たわみ曲線を示す。実験結果と比較すると、塑性域開始荷重が3.9%、塑性域貫通荷重が5.1%の差があるがほぼ一致している。

図-5に各荷重段階における圧縮縁の軸方向垂直応力 $\sigma_z$ の分布を示す。これに、応力値は圧縮縁にその要素内の平均値とその要素の重心の値とみはしむるのである。弾性域での分布は今までに得られている弾性解とその形がよく似ている。また塑性域が抗がっても応力分布が平行にはなっていない。これは組み合せ応力による降伏、要素分割の方法等に起因するものと思われる。また図-6に図-2に示した断面A-A, B-B, C-C, D-Dにおける $\sigma_z$ の分布を示す。

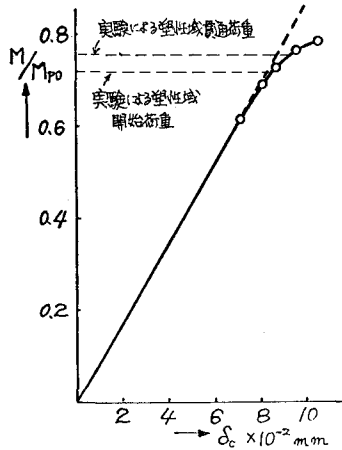


図-4 中央下端荷重-たわみ曲線

4. まとめ

単純曲げを受ける有孔ばりの弾塑性解析法として有限要素法のうちの初期応力法を適用した結果、光弾性皮膜法による実験結果との比較において、塑性域の開始箇所、抗り方、および塑性域開始荷重、塑性域貫通荷重がよく一致しており、解析結果として良好な結果が得られた。なお、孔径の影響する場合やせん断、曲げとせん断を受ける場合については現在検討中である。

参考文献

- (1) O. C. Zienkiewicz ほか "The Finite Element Method" MCGRAW HILL CO. (1971)
- (2) 大村祐, 上野谷史, 池田誠 "有孔ばりの弾塑性域の抗りについて" 工学会学生次学術講演会概要

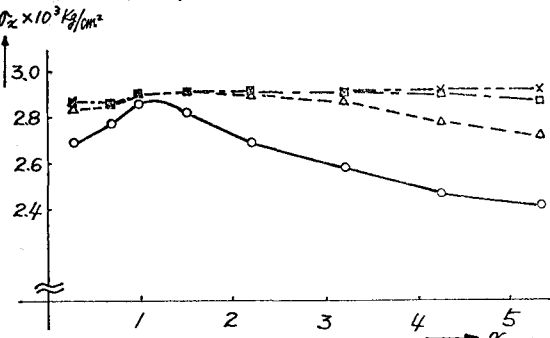


図-5 自由縁応力分布

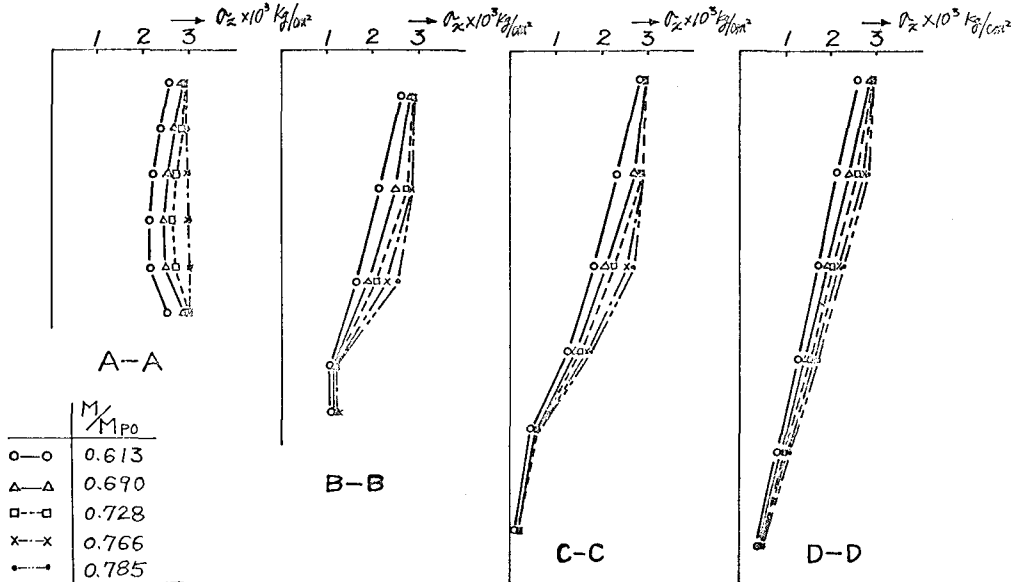


図-6 各断面における応力分布