

(株)構造技研 正員 坂口三代治
 大阪市立大学 正員 中井 博
 大阪市立大学 正員 北田 俊行

1. まえがき 最近、景観上の理由からコーナ部に曲率を設けた鋼製橋脚が積極的に採用されるようになった。コーナ部を円弧状とした断面(以下、R付断面という)では、通常の長方形断面に見られるようなShear lag現象が軽減される。たとえば、文献 1)では長円形断面梁の場合、顕著なShear lag現象が現れないことが実験的に明らかにされている。しかしながら、R付断面梁のShear lag特性は十分に明らかにされておらず、断面内の最大応力度の評価方法については、まだ確立されたものがないのが現状である。そこで、本研究は、F.E.M.によるパラメトリック解析を行い、R付断面梁のShear lag特性を明らかにし、最大応力度の近似推定方法を提案するものである。

2. 解析モデル 図-1に示す解析モデルを用いてパラメトリック解析を行った。

3. 解析結果 図-2には、 $D=400\text{mm}$ 、 $t=10\text{mm}$ 、および $L=800\text{mm}$ でコーナ部の曲率半径を種々変化させた場合の梁中央断面近傍におけるフランジの軸方向応力分布を示す。F.E.M.解析による応力分布は、梁理論による応力度で各々無次元化している。図-2より、以下のことがわかる。

①実用断面²⁾の範囲($R/D \leq 1/3$)では、Shear lag現象を考慮した応力度の梁理論による応力度からの増加量は、円弧部センター付近で最も大きくなる。また、その点で最大応力度が発生する(梁理論の最大応力度発生点とは、一致しない)。

②曲率半径(R/D)にかかわらず、パネル中央部におけるShear lag現象を考慮した応力度の梁理論による応力度からの低下は、ほぼ一定である。

図-3は、式(1)に示すパラメータを用いて、外寸法 D が等しい箱形断面梁と比較してR付断面梁のShear lag現象の緩和程度を示したものである。

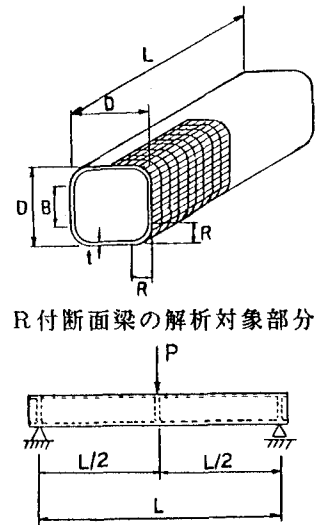


図-1 解析モデル

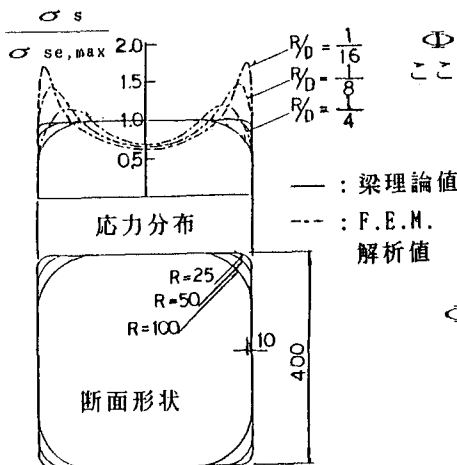


図-2 解析結果(寸法単位: mm)

$$\Phi = \frac{\sigma_{s, \max} / \sigma_{b, \max}}{\sigma_{se, \max} / \sigma_{be, \max}} \dots \dots (1)$$

ここに、

$\sigma_{s, \max}$: R付断面の最大垂直応力度(FEM)
 $\sigma_{se, \max}$: 梁理論によるR付断面の最大垂直応力度
 $\sigma_{b, \max}$: 箱形断面の最大垂直応力度(FEM)
 $\sigma_{be, \max}$: 梁理論による箱形断面の最大垂直応力度

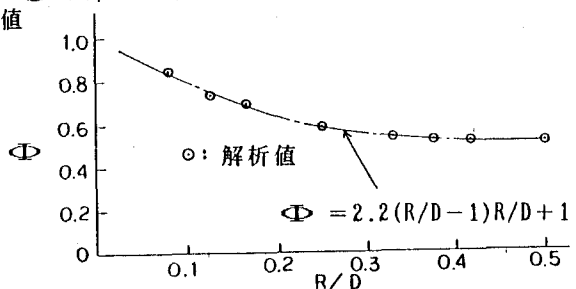


図-3 R/D と Φ との関係($L/D=2$)

R/Dをパラメータとして、 Φ を一つの式に近似できることがわかる。これより、通常の箱形断面梁に比してR付断面梁では、R/Dが大きくなるにつれて、最大応力度がかなり低減されることがわかる。

4. R付断面梁の最大垂直応力度の推定方法 図-2示した3ケースの応力分布を、外寸法Dの箱形断面梁に対する有効幅を使用し、次式³⁾で推定してみた(図-4)。

$$\sigma_s / \sigma_{se, \max} = \sigma_e / \sigma_{be, \max} \{1 - 3/2(1 - D_m/D)[1 - 4(X/D)^2]\} \leq Y_u/(D/2) \cdots (2)$$

ここに、 D_m/D : 道示8.3.4に規定される無次元有効幅(外寸法Dの箱形断面梁として算出する)

σ_e : 道示8.3.4の有効幅を用い梁理論で求めた外寸法Dの箱形断面梁の最大垂直応力度

ξ : 梁理論による σ_e 値をShell理論によるF.E.M.解析値に補正するための係数

図-4には、 $\xi = 1.15$ とした場合の結果を示しているが、実用範囲($R/D = 1/10 \sim 1/3$)では、式(2)による応力分布は、F.E.M.解析による応力分布によく一致していることがわかる。したがって、 $L/D = 2$ の場合に対しては、外寸法Dの箱形断面梁に対する有効幅を使用し、次式で最大垂直応力度を推定し得るものと思われる。

$$\sigma_{s \max} = (M / I_{eff}) D/2 (I_R / I_B) \Phi \xi \cdots (3)$$

ここに、 $\sigma_{s \max}$: R付断面の最大垂直応力度

$$\Phi = 2.2 (R/D - 1) R/D + 1 \cdots (4)$$

ξ : 補正係数 (1.15)

I_{eff} : 有効幅を考慮した箱形断面としての断面2次モーメント

I_R : 全断面有効としたR付断面としての断面2次モーメント

I_B : 全断面有効とした箱形断面としての断面2次モーメント

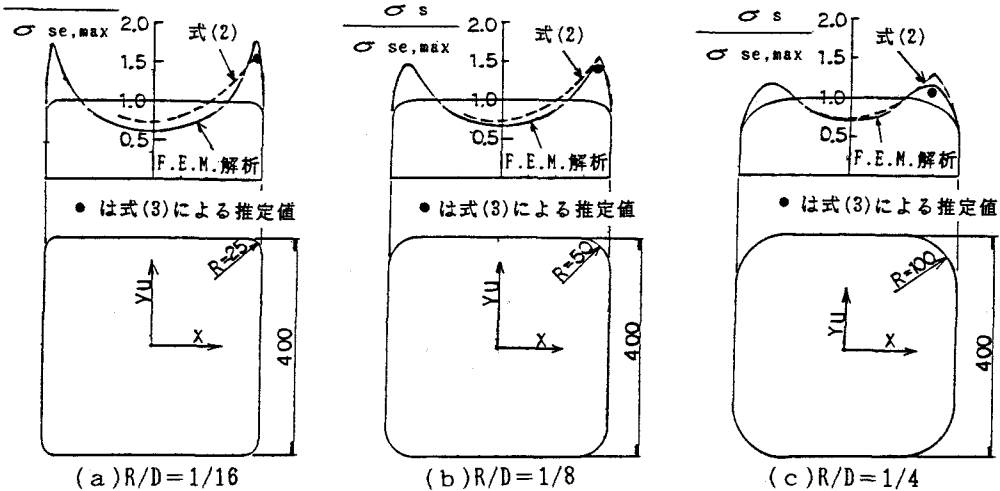


図-4 式(2)とF.E.M.解析による応力分布の比較

5. あとがき 本文では、コーナー部に円弧状の丸みを付けた薄肉鋼箱断面梁が支間中央に集中荷重を受けた場合のShear lag特性($L/D = 2$ の場合)について、F.E.M.解析を行い、実用計算に供し得る解析法について考察を加えた。パラメータ L/D が2以外の場合については、当日発表の予定である。今後は、実験を行って、その妥当性を検討する必要があると考える。

参考文献

- 1) 中井博ほか：小判型断面を有する薄肉部材の座屈実験、土木学会第43回年次講演概要集、p.p.156~157、1988
- 2) 中井博ほか：半径500mmの曲面を持つ鋼製橋脚の設計施工、橋梁と基礎、p.p.17~22、1987年2月
- 3) H.Nakai and C.H.Yoo: Analysis and Design of Curved Steel Bridge, McGraw-Hill Book Company 1988