

I-51

コーナー部に曲率を有する鋼製短柱の極限強度の評価方法

水 産 庁 正 員 山本竜太郎 大阪市立大学工学部 正 員 北田俊行
 大阪市立大学工学部 正 員 中井 博 川 崎 重 工 業 正 員 大南亮一

1. まえがき

最近、美観上の理由から、コーナー部に曲率を有する（以下、R付断面という）鋼製橋脚が好んで建設されるようになってきた¹⁾。しかしながら、橋脚柱のように比較的大きな断面を有するR付断面部材の場合、曲率部と直線部の合理的な設計法が確立されていないのが実状である²⁾。また、中井ら³⁾が行ったR付断面短柱に関する研究によると、多くのパラメーターが、その耐荷力に影響することを明らかにしている。

そこで、本研究では、図-1(b)に示す二軸対称断面から成る無補剛のR付断面短柱の極限強度特性の評価方法について検討したので、その結果をここに報告する。

2. R付断面を有する鋼製短柱の極限強度特性

(1) 解析方法

R付断面短柱の極限強度特性を明らかにするために、8節点のアイソパラメトリック四角形シェル要素を用いた有限要素法⁴⁾によって弾塑性有限変位解析を行った。

なお、断面内の初期たわみ波形としては、弾性座屈解析⁵⁾によって得られた2つの座屈モードを考慮した。Mode-1は隣合うパネルが凹凸になる座屈モードであり、Mode-2は全てのパネルが外側に凸となる座屈モードである。ただし、筒状断面短柱の初期たわみ波形は、高さ方向に凸となる軸対称型とした。

(2) パラメーターB/Dと極限応力度 σ_u との関係

図-2には、 $D/t=60$ の場合のパラメーターB/Dと極限応力度との関係を示している。この図より、B/Dによって、最小の極限応力度を与える初期たわみ波形が異なることがわかる。

すなわち、2つの初期たわみ波形による極限応力度曲線は交点を持ち、その交点の値より小さいときは、Mode-2型の初期たわみ波形が、交点の値より大きい領域では、Mode-1型の初期たわみ波形が最小の極限応力度を与えることがわかる。

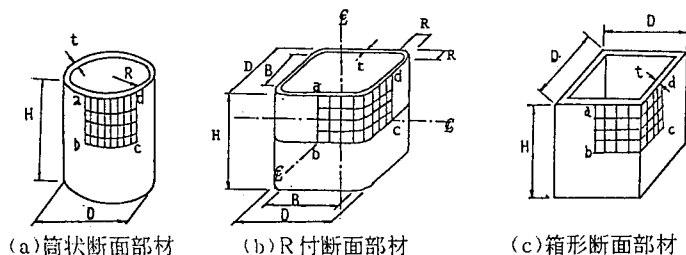


図-1 解析対象

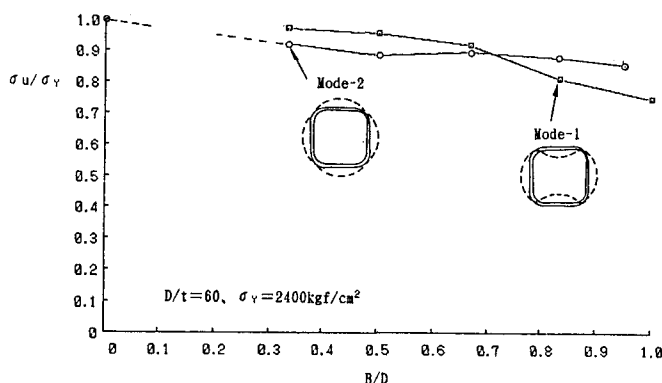
3. 極限強度の評価方法

(1) 幅厚比D/tを有する疑似箱形断面に

置換して極限応力度を評価する方法

この方法では、R付断面短柱を幅厚比D/tの疑似箱形断面短柱に置換してR付断面短柱の極限応力度を評価する²⁾。この方法の妥当性について調べるために、図-3には、R付断面短柱の極限応力度を、以下の幅厚比パラメーター R_D の関数としてプロットしている。

$$R_D = \sqrt{\frac{\sigma_y}{\sigma_{crD}}} \quad \dots (1)a$$

図-2 パラメーターB/Dと極限応力度との関係 ($D/t=60$)

$$= \frac{D}{t} \sqrt{\frac{12(1-\mu^2)}{\pi^2 k}} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}}, (k=4) \dots (1)b$$

ここに、 σ_{crD} は、幅厚比 D/t の箱形断面短柱の弾性座屈応力度である。

この図より、この方法によりR付断面柱の極限応力度を評価すると、 R_D が0.7付近から大きくなり、かつR付断面短柱の曲率部の占める割合が大きくなるほど、R付断面短柱と箱形断面短柱の極限応力度の差が大きくなり、R付断面短柱の極限応力度は過小評価され、不経済な設計になることがわかる。

(2) 幅厚比 $(B+R)/t$ を有する疑似箱形断面に置換して極限強度を評価する方法

この方法では、R付断面短柱を幅厚比 $(B+R)/t$ の箱形断面短柱に置換してR付断面短柱の極限応力度を評価する。この方法の妥当性を検討するために、図-4には、R付断面短柱の極限応力度 σ_u/σ_y を、以下の幅厚比パラメーター R_{BR} の関数としてプロットする。

$$R_{BR} = \sqrt{\frac{\sigma_y}{\sigma_{cr, BR}}} = \frac{(B+R)}{t} \sqrt{\frac{12(1-\mu^2)}{\pi^2 k}} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}}, (k=4) \dots (2)a, b$$

ここに、 $\sigma_{cr, BR}$ は、幅厚比 $(B+R)/t$ の箱形断面短柱の弾性座屈応力度である。

この図より、R付断面短柱の極限応力度は、箱形断面短柱の極限応力度にほぼ等しく、その95%以上となっている。したがって、R付断面短柱の極限強度を、この方法により評価することは、合理的であり、かつ経済的であることがわかる。

4. まとめ

本研究により以下の結論を得た。

- ①最小の極限応力度を与える初期たわみ波形は、曲率部の小さい場合には隣接パネルで凹凸型(Mode-1)であり、曲率部の大きい場合にはすべての構成パネルで凸型(Mode-2)である。
- ②R付断面短柱の極限強度を評価する方法としては、幅厚比 $(B+R)/t$ の疑似箱形断面短柱に置換する方法が合理的である。

参考文献

- 1)中井ほか：半径500mmの曲面を持つ鋼製橋脚の設計・施工、橋梁と基礎、No. 87-2、1987年2月
- 2)阪神高速道路公団：曲率を有する鋼製橋脚の設計・施工基準（案）、昭和63年4月
- 3)中井ほか：コーナー部に曲率を有する柱の極限強度特性について、土木学会第43回年次学術講演会講演概要集、I、pp. 256～257、1988年10月
- 4)Nakai, H., Kitada, T. and Ohminami, R.: An Elasto-Plastic and Finite Displacement Analysis of Web Plates for Curved Girder Bridges by Using Isoparametric Finite Element Method, Memoirs of the Faculty of Engineering, Osaka City University, Vol. 23, pp. 191-204, December 1982
- 5)中井ほか：コーナー部に曲率を有する角形短柱の弾性座屈応力度および終局強度特性について、平成元年年度関西支部年次学術講演会講演概要、I-43、平成元年5月

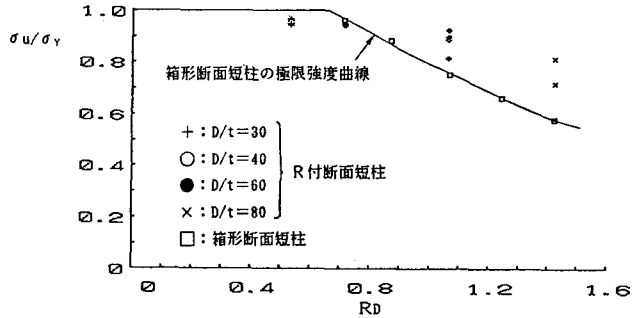


図-3 極限応力度と幅厚比パラメーター R_D との関係

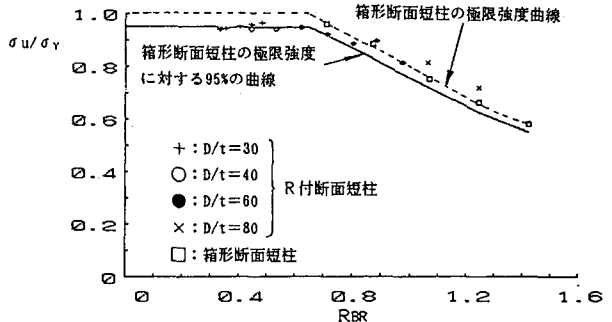


図-4 極限応力度と幅厚比パラメーター R_{BR} との関係