

コーナー部に曲率を有する柱の極限強度特性について

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
大阪市立大学工学部 正 員 北田俊行 ○大阪市立大学工学部 学生員 山本竜太郎
阪神高速道路公団 正 員 浜口義之

1. まえがき 最近、美観上の理由から、コーナー部に曲率を持つ鋼製橋脚が建設されるようになってきた¹⁾。しかしながら、このような橋脚柱の極限強度特性は、まだ十分に明らかにされておらず、コーナー部の要素の設計法も確立されていないのが現状である。

そこで、本研究では、図-1(b)に示すようなコーナー部に曲率を有する無補剛の短柱（以下、角形短柱と呼ぶ）の極限強度特性をアイソパラメトリック・シェル要素を用いた有限要素法²⁾により解析し、その結果を筒状短柱、および、箱形短柱の場合と比較したので、ここに報告する。

2. 解析対象 解析モデルは、図-1に示すように、形状の対称性から1/8の部分とする。要素分割数は、軸方向4分割、周方向8分割を基準としている。

解析モデルの上・下端は単純支持とし、載荷辺に一樣な変位を導入することにより軸方向圧縮力を与えた。境界条件としては、端部において周方向の変位成分が固定、周に沿った軸回りの回転成分が自由とし、対称

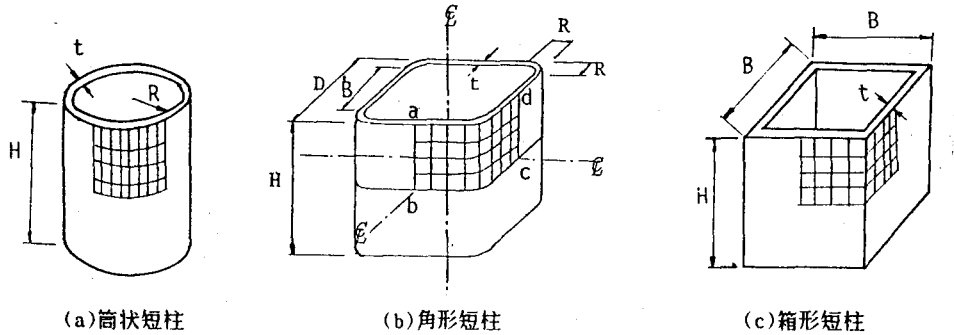


図-1 解析対象

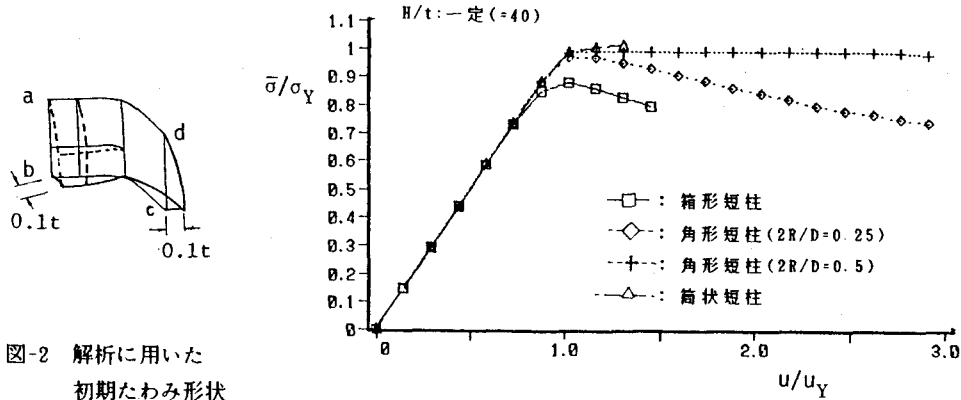


図-2 解析に用いた初期たわみ形状

図-3 平均圧縮応力と軸方向変位の関係

Hiroshi Nakai, Toshiyuki Kitada, Yoshihiro Hamaguti, Ryouiti Ominami and Ryutaro Yamamoto

切断面において切断面内の変位成分および切断面の法線回りの回転成分が自由、また境界辺回りの回転成分が固定とした。

文献3)によると各解析モデルに対する初期たわみは、四面が交互に凹凸となるモードが解析的には安全側の評価となる。そこで、初期たわみは図-2に示すように隣り合う面が凹凸となるように三角関数により設定する。また、最大の初期たわみ量は、板厚の1/10とする。

材料は、Von Misesの降伏条件とPrandtl-Reussの流れ則に従うものとし、ヤング係数 $E=2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ 、降伏応力 $\sigma_y=3600 \text{ kgf/cm}^2$ とする。

3. 解析結果 図-3には、 $D/t=40$ および $D/H=1.0$ の場合の解析結果を示す。縦軸に平均圧縮応力 $\bar{\sigma}$ を、横軸に軸方向変位 u を取り、それぞれ降伏応力 σ_y およびそれに対応する降伏変位 u_y で無次元化している。曲率半径の増加にともなって、極限強度が上昇し、極限状態通過後の変形能(ダクティリティ)も向上することがわかる。

図-4は、 $D/t=40$ および $D/t=60$ の短柱について、直線部分 B の増加、すなわち、曲率半径の減少に伴う極限強度の変化状況を示している。曲率半径の増加に伴う極限強度の上昇度は、 D/t が大きいほど大きいことがわかる。

図-5は、 $B/t=40$ に固定し、 D/t を変化させた場合の角形短柱の極限強度の変化を、筒状短柱および箱形短柱の結果と比較したものである。筒状短柱は、今回解析した D/t の範囲内では、その極限強度は、ほとんど変化しないが、箱形短柱の極限強度は、 $D/t=B/t=40 \sim 50$ にわたって急激な変化を示す。また、角形短柱は、 $D/t=50$ 付近で極限強度が極小値を持つ。

4. まとめ

- ① D/t が一定の場合、曲率半径の増大に伴って、角形短柱の極限強度、および、ダクティリティは向上する。
- ② B/t が大きくなるほど、曲率部が極限強度に及ぼす影響は、大きくなる。
- ③ B/t が一定の場合、極限強度は曲率半径の変化によって極小値を持つ。

参考文献

- 1) 中井・宮村・山内・田中・松浦：半径500mの曲面を持つ鋼製橋脚の設計・施工、橋梁と基礎、1987年2月
- 2) Nakai, Kitada and Ohnami: An elasto-Plastic and Finite Displacement Analysis of Web Plates for Curved Girder Bridges by Using Isoparametric Finite Element Method, Mem. Fac. Eng., Osaka City Univ., Vol. 23, Dec., 1982.
- 3) 木村・金子：角型短柱の極限座屈性状と幅厚比評価について、日本建築学会構造系論文報告集, 第372号, 昭和62年2月

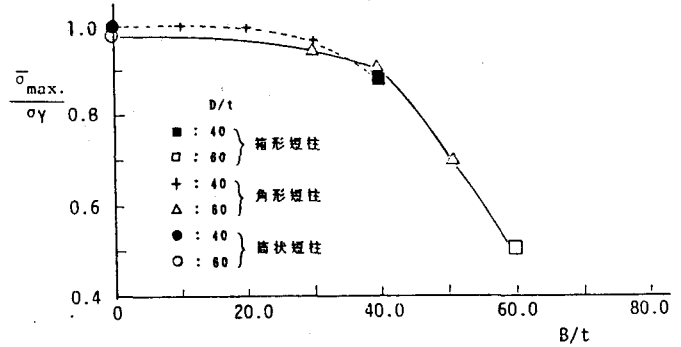


図-4 B/tと極限強度との関係

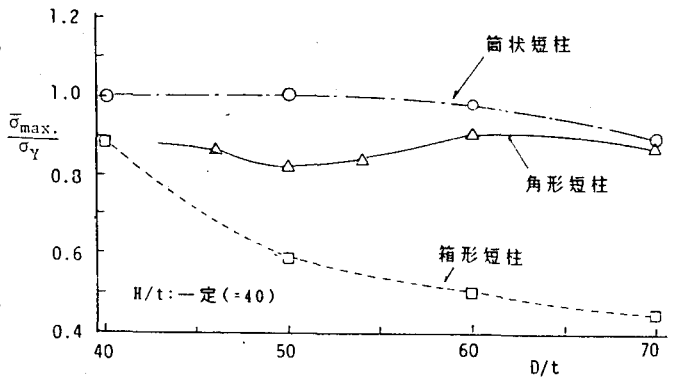


図-5 D/tによる極限強度の変化