

I-101

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 近年、土木構造物にも、美観的要素が要求されるようになってきた。その一環として、鋼製橋脚柱部材のコーナー部に曲率を持たせるような試みが報告されている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、コーナー部の板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)に示すように、コーナー部に曲率を有する無補剛の短柱（以下、角形の短柱とよぶ）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⁾によって解析した。そのとき、短柱の高さ H と板厚 t とを一定とし、向い合う面の距離 D および直線部分の幅 B が耐荷力に及ぼす影響に、とくに着目して検討を行った。また、その結果を筒状の短柱ならびに箱形の短柱の場合と比較する。

2. 解析対象 解析モデルとしては、図-1に示すように、形状の対称性から1/8の部分 a, b, c, d とした。要素分割数は、軸方向4分割、また周方向8分割を基準としている。そして、これらの解析モデルの上・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

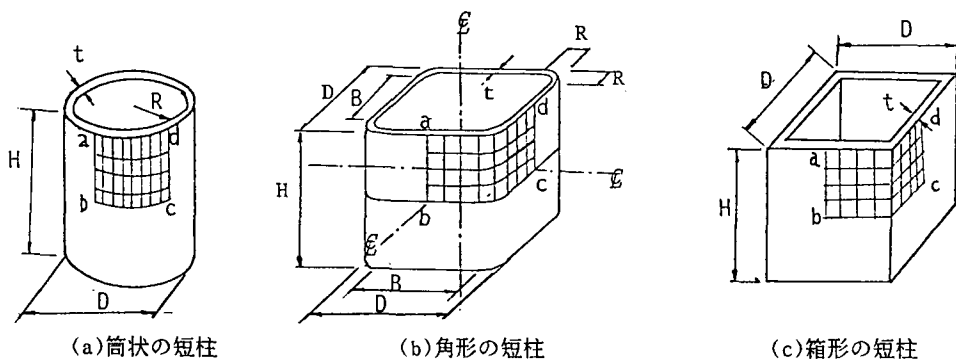


図-1 解析対象とした各種の短柱とその寸法および有限要素法による解析モデル

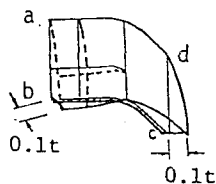


図-2 解析に用いた
初期たわみ形状

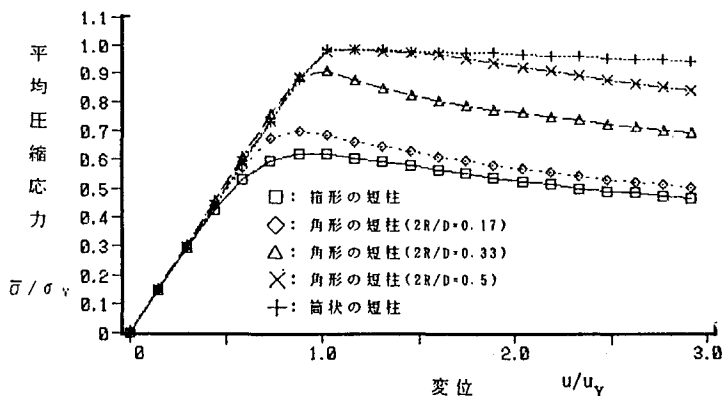


図-3 平均圧縮応力と軸方向変位との関係

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、対称な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耐荷力を厳しく評価することになる。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な三角関数を用いて設定する。ここに、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 $E=2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ 、また降伏応力 $\sigma_Y=3600 \text{ kgf/cm}^2$ とする。

3. 解析結果 図-3には、 $D/t=60$ の場合の解析結果を示す。縦軸に平均圧縮応力度 $\bar{\sigma}$ を、横軸に軸方向変位 u を取り、それぞれ降伏応力度 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。コーナー部の半径 R の増加に伴って、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、直線部分の幅 B の増加、すなわちコーナー部の半径 R の減少に伴う極限強度の変化状況を示している。コーナー部の半径 R 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の短柱の極限強度の変化を、筒状の短柱および箱形の短柱の結果と比較したものである。筒状の短柱は、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、箱形の短柱の極限強度は、 D/t の増加に伴って漸減している。また、角形の短柱は、 $D/t=50$ 付近で極限強度が極小になっている。

4. まとめ 角形の短柱に関して行った種々なパラメトリック解析から、以下のことが明らかとなった。

- ① D/t が一定の場合、コーナー部の半径 R の増大に伴って、角形の短柱の極限強度、および、ダクティリティは向上する。
- ② 直線部分の幅厚比 B/t が大きくなるほど、コーナー部の半径 R 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、極限強度はコーナー部の半径 R の変化によって極小値を持つことがある。

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 Ohminami: 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

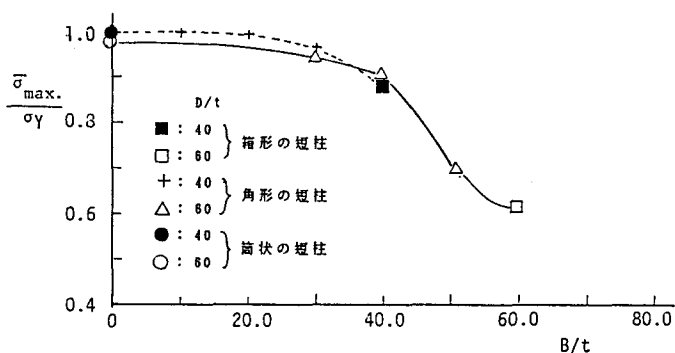


図-4 B/tと極限強度との関係

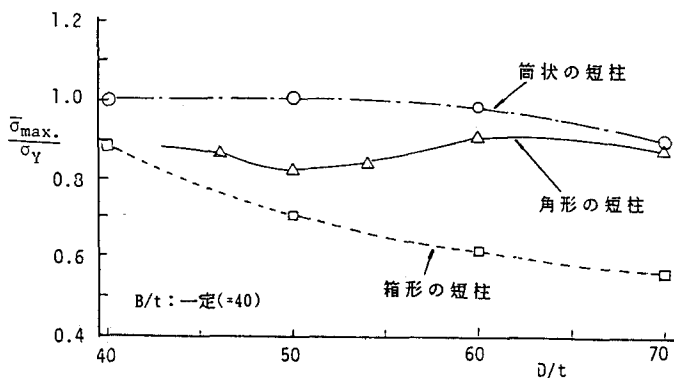


図-5 D/tによる極限強度の変化