

I-150

コンクリート充填矩形鋼管柱の限界耐荷力相関曲面に関する一考察

大阪工業大学大学院・学生員○城戸 哲哉
 J I Pエンジニアリング(株)・正会員 富田 耕司
 大阪工業大学・正会員 栗田 章光

1. まえがき

従来、我々が取り扱ってきた構造物における柱は、一般に鉄筋コンクリート柱か鋼柱である。近年、都市内での高速道路等の橋脚は、寸法的に制約を受ける場所に建設されることが多い。このため、小さな断面で大きな耐荷力を有する柱が必要とされており、鉄筋コンクリート柱や鋼柱に変わり鋼・コンクリート合成柱への期待が高まっている。合成柱に関する設計規準類は、イギリスのBS5400、ドイツのDIN18806や阪神高速道路公団の『合成柱(充てん方式)を有する鋼製橋脚の設計・施工指針(案)』(以下、阪公指針)等があり、これらの規準類における設計法は、限界状態設計の考え方が用いられている。本文は、軸方向圧縮力と二軸の曲げモーメントが同時に作用するコンクリート充填矩形鋼管断面における限界耐荷力の相関曲面を理論的に求め、DIN18806ならびに阪公指針との比較検討を行った結果について報告する。

2. 合成柱断面の限界耐荷力に関する理論解

限界耐荷力は、①破壊に至るまで鋼とコンクリートは完全な合成とする、②引張域のコンクリートは無視する、③鋼は完全弾塑性体とし、コンクリートは 3500μ でひずみ制限を行うものとする、以上のことを仮定し文献1)を引用して解析を行った。その結果を、軸方向圧縮力 N/Npl と曲げモーメント $Mply, N/Mply, Mplz, N/Mplz$ との相関曲面で図-1に示す。ここに、 Npl は圧壊荷重、 $Mply, Mplz$ は強軸と弱軸における全塑性抵抗曲げモーメントである。

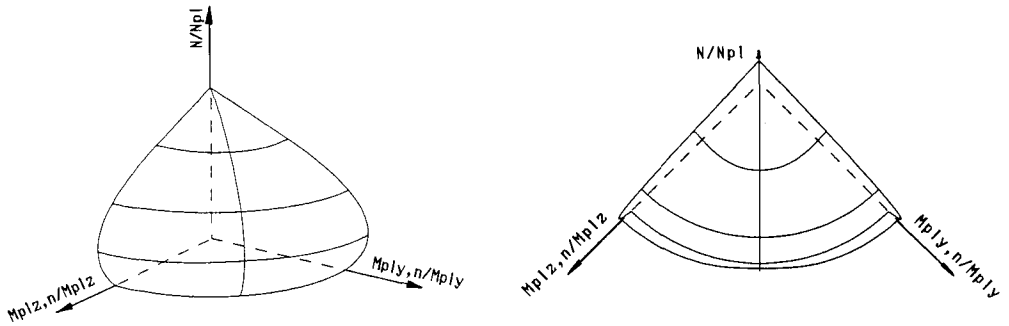


図-1 理論解による相関曲面

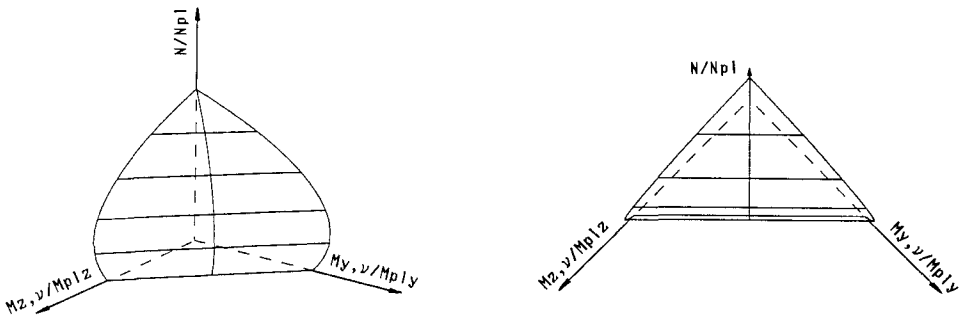


図-2 DIN18806による相関曲面

3. 理論解とDIN18806ならびに阪公指針との比較及び考察

DIN18806における二軸曲げを受ける場合の照査式は任意の軸力に対して次の通りである。

$$\frac{M_{y,\nu}}{0.9 \cdot S_y \cdot M_{pl,y}} + \frac{M_{z,\nu}}{0.9 \cdot S_z \cdot M_{pl,z}} \leq 1$$

ここに、

$M_{y,\nu}, M_{z,\nu}$: N_ν の軸力が作用しているときの曲げ

モーメント

S_y, S_z : 総曲げモーメントから不完全モーメントを差し引いた値

$M_{pl,y}, M_{pl,z}$: 全塑性抵抗曲げモーメント

0.9: 全塑性抵抗曲げモーメントがDIN1045のひずみ制限から、その最終値に達し得ないことを考慮した値

また、阪公指針における軸力と二軸曲げを受ける場合の照査式は次の通りである。

$$\nu \frac{M_y}{M_{uy}} + \nu \frac{M_z}{M_{uz}} \leq \psi$$

$$\psi = 1.0 - \nu^2 (1 + \beta) \left(\frac{P}{P_u} \right)^2 + \nu \beta \frac{P}{P_u}$$

ここに、

M_y, M_z : 付加曲げモーメントを考慮した曲げモーメント

M_{uy}, M_{uz} : 破壊抵抗曲げモーメント

ν : 荷重の組合せによる安全率

β : 鋼部材の荷重分担係数に依存する係数

これらの相関曲面を図-2~3に示す。但し、阪公指針においては安全率 $\nu = 1$ として最大耐力のものを示す。二軸の曲げモーメントを受ける場合の照査式はDIN18806、阪公指針いずれも、近似的に軸方向圧縮力と一軸の曲げモーメントを受ける場合の2つの相関曲線上で軸方向圧縮力の等しい点間を直線で結んでいることから、明かに安全側であることが分かる。今、その余裕度を曲げの45度面での相関曲線を示すと図-4の通りで、表-1は理論解に対する2つの規準類の耐力の余裕を示す。

4. あとがき

本文では、軸方向圧縮力と二軸の曲げモーメントが同時に作用したときの相関曲面を求めたが、ここで求めた式は大変複雑である。また、DIN18806及び阪公指針の照査式はとても実用的ではあるが、不経済的な要素を含んでいる。今後、曲げモーメントが直接求められるような実用的な近似式を誘導する予定である。

- 1) 笠井: 鋼・コンクリート合成柱の限界耐荷力設計法の関する研究、修士学位論文、昭和60年 2月
- 2) DIN 18806, Teil 1, Tragfähigkeit von Verbundstützen-Berechnung und Bemessung, Sep. 1981
- 3) 阪神高速道路公団: 合成柱(充てん方式)を有する鋼製橋脚の設計・施工指針(案)、昭和61年 3月

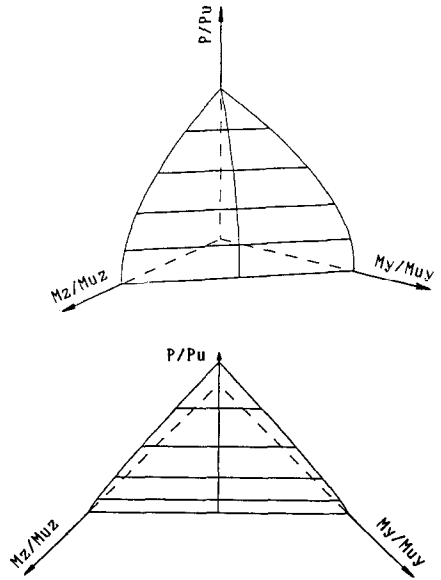


図-3 阪公指針による相関曲面

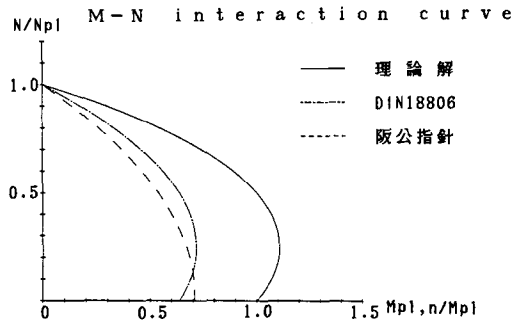


図-4 45度面での相関曲線

表-1 理論解との比較表 (単位: %)

N/Npl	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8
DIN18806	57.1	54.9	55.7	59.2	65.3
阪公指針	41.4	61.4	77.7	93.6	110.5