

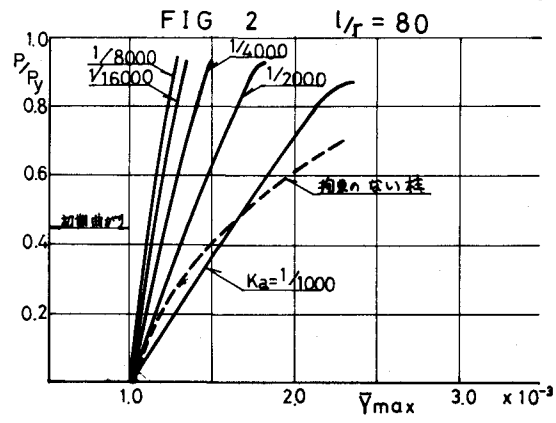
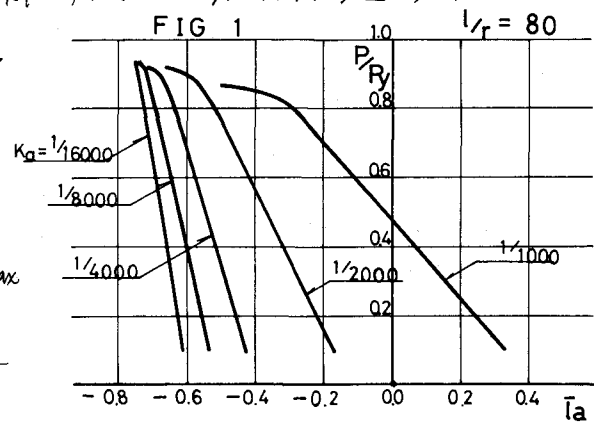
東北大学工学部 正 員 倉西 茂  
 鹿島建設設計部 〇 正 員 橋本 二郎  
 東北大学大学院 学生員 雨宮 良夫

1 まえがき 曲げモーメントと軸方向圧縮力の働く柱の解析, 実験は古くから行われてゐるが, 一般には曲げモーメントと軸力の偏心におきかえて曲げモーメントが軸力と比例する柱や, 一定曲げモーメントにして軸力が変化する柱についての解析がなされてきた。本論文は従来の偏心量が固定されてゐたり, 曲げモーメントだけが変化する柱の耐力力ではなく, 端部の回転角  $\alpha$ ,  $\alpha_2$  が軸力に比例して変形する ( $\alpha = k_a P$ ,  $\alpha_2 = k_b P$ ) という変形に対する拘束がある柱の耐力力について解析したものである。このような部材としてはトラスの腹材, フランジのアーチ弦材等があげられる。ここでは, M-P-歪曲線を用い, これより曲げ剛性の低下率を求め, 数値積分をして変形を解析していく方法を用いた。

2 解析法 計算方法の概略は, 1) 等価偏心量  $\bar{e}$ ,  $\bar{e}_2$  を仮定し, 柱の変形を計算する。(2) 変形より回転角を求め, 拘束条件をみたすかどうかをたしかめる。(3) 拘束条件がみたされない場合は等価偏心量を仮定し直す。(4) 以上をくりかえして  $\bar{e}_a$ ,  $\bar{e}_b$  を近似させる。(5) 荷重を増加させながら (4) をくりかえして耐力力を求める。なお, 詳しくは文献 2, 3 を参照されたい。

3 計算結果 図1~6にI型, およびサンドイッチ断面の場合の計算結果を示す。ここでは拘束の条件を左右両端で等しくした場合について考えた。ただし,  $\lambda$  は  $\lambda = (\frac{1}{r}) (\frac{1}{c}) \sqrt{3g/E}$ ,  $K_a$  は  $K_a = k_a \cdot E \cdot I_0 / l^2$  である。

(1) 荷重  $P/R_y$  と最大タワミ  $\bar{y}_{max}$ , 等価偏心量  $\bar{e}$  について 図1, 2にI型断面(残留応力なし),  $l/r = 80$  の場合の  $P/R_y$  と  $\bar{y}_{max}$  の関係, および  $P/R_y$  と  $\bar{e}$  の関係を示す。図2中の点線は拘束のない柱, つまり両端ピン支持の柱の  $P/R_y - \bar{y}_{max}$  曲線である。これらより, 柱全体が弾性域にある間は,  $P/R_y$  の増加に従い,  $\bar{y}_{max}$  は直線的に増加するが, 柱の一部が塑性状態に入ると,  $\bar{y}_{max}$  は急遽増加するようになる。これは逆に  $P/R_y$  はほぼ比例して減少するが, 耐力力付近では塑性状態が生じるために急激に減少して, 負の値をとっている。塑性状態が生じると曲げ剛性が低下し, そのため同じ荷重増加量に対するタワミの増加が大きくなるので上述のようなことがおこるわけである。このとき, 軸力はタワミを減少させようとする方向に偏心しているので, 柱の端部付近に負の曲げモーメントが生じ, 中央付近とは逆の位置に塑性部が生じている。ただし, このことは  $l/r$  が小さいときは, おこらない。これらのことは塑性域まで考慮した極限設計をする場合に注目して置るものと思われる。



I SEC

この比則定数  $K_a$  と耐力力  $P$  について 図3, 4 は耐力力と  $K_a$  の関係が示されてゐる。これらを見ると、 $K_a$  が大きくなるに従い、耐力力はほぼ直線的に減少するが、 $l/r$  が小さくなると  $K_a$  にあまり影響されなくなるこゝがわかる。これは、 $l/r$  が小さい場合には、曲げモーメントによる降伏より軸力による降伏の方がより支配的であることと示してゐる。これは矩形断面の場合と一致してゐる。また、I型、サントイッチ断面の場合も同様で、 $K_a$  の耐力力に対する影響は小さくなる。これは断面の弾性限界モーメント以上の捻ねモーメントの増加が小さいためである。

耐力力曲線について 図4, 6 は端部の回転角が軸力に比例するように拘束された柱の耐力力曲線を示す。I型断面の  $K_a = 1/2000, 1/4000, 1/16000$  の場合の曲線と入が変化しても常に拘束のない柱の耐力力曲線より大きな値を示してゐる。これは  $K_a$  が小さい場合には、拘束が耐力力付近でタワミを減少させる方向に働くため、両端固定の柱の様が挙動を示し、その耐力力に近づくためである。 $K_a = 1/16000$  という値はほとんど固定支持に近いものといえるだろう。サントイッチ断面の場合、 $K_a = 1/1000, 1/16000$  の曲線が示されておらず、また、他の曲線がこれらの間にはいってしまうことから見て、サントイッチ断面の場合  $K_a$  は耐力力にあまり影響しないことがわかる。

4 結論 本論文で求めた、拘束をうける柱の耐力力曲線と道路橋示方書に示された許容耐力曲線、および実験式による耐力力曲線とは一致しないことがわかる。つまり、回転角が軸力に比例するときの比則定数が小さい場合には、両端固定柱と考へれば、かなりよい一致がえられるが、しかし、比則定数が大きい場合には細長比が小さい間は拘束をうけない柱より耐力力は小さな値となるが、細長比が大きくなると、それが逆転してしまうのである。実際の構造物に用いられる柱は、常に何らかの拘束を受けてゐるものであり、本論文で示されるように、拘束をうける柱と拘束のない柱の耐力力曲線の不一致はかなりの問題と見なさるべきである。

参考文献

1. T.V. Galambos : Structural Members and Frames
2. 第25回 講演既要集 (I-39)
3. 第26回 講演既要集 (I-45)

