

I-1

ラーメン構造物の荷重および構造パラメータの違いによる等価初期不整への影響

東京都立大学 学生会員 伊藤博昭
 東京都立大学 正 員 野上邦栄
 東京都立大学 正 員 成田信之

1. まえがき

鋼構造物の安全照査は、設計において重要な役割を果たすことになるが、一般に有効座屈長法¹⁾が用いられている。しかし、この評価方法には様々な問題が指摘されており、設計上の観点から従来の有効座屈長を用いた耐力評価法に関する見直しが行われている。²⁾

そこで、弾性有限変位解析に基づく設計法において、重要な設計因子の一つである等価初期不整について、これまでである特定の柱およびラーメン構造の面内等価初期たわみ量が報告されているか³⁾⁴⁾⁵⁾、ここでは1層ラーメン構造物の面内問題を取り上げて、柱高・柱間比、剛比、荷重条件に着目したパラメータ解析により等価初期たわみの大きさに関する検討を行っている。

2. 等価初期不整の決定法

初期たわみ、初期荷重偏心、および残留応力等の不整要因の相乗作用やバラツキによる骨組構造の終局強度に与える影響を、等価な初期たわみとして全体構造系に導入することにより考慮した。この場合、初期たわみの形状については、厳密には固有値解析により明らかにする必要があるが、今回は片持ちばりの固有方程式より得られる座屈モードを採用した。等価初期たわみの決定手順を示すと図-1のようになる。

3. 解析条件

具体的な解析モデルとして両脚固定で横拘束のない1層ラーメン構造を取り上げ、決定手順に従ってそれぞれ等価初期たわみの大きさ w^0/h を算出した。用いた断面形状は、一様断面を有する2軸対象な箱型断面とする。水平部材の断面寸法(68×68×2)と部材長 l を一定とし、柱高比 $\rho = h/l$ を 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 5.0 の5種類、剛比 $\kappa = (I_b/l)/(I_c/h)$ を 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0 の6種類変化させた、合計30種類の1層ラーメンに、左右両柱上に P と、 γP ($\gamma = 0.5, 1.0, 2.0$) の2つの鉛直荷重を作用させ、左側の柱頭部に $\alpha (4M_p/h)$ ($\alpha = 0.1, 0.3, 0.5$) を作用させた荷重状態9種類、つまり270種類の解析を行った。

4. 解析結果

図-2は、等価初期たわみを細長比の関数として表したものである。いま、 $\gamma = 2$ の非対称な鉛直荷重と水平荷重の係数 α を 0.1, 0.3, 0.5 と変化させた1層ラーメンを対象にして検討した。図-2(a)では、細長比が小さい領域では多少低めではあるが $w^0/l_e = 0.0056 + 0.00004X$ (l_e : 有効座屈長、 X : 細長比 l_e/r) という一次式で近似できる。図-2(b)では、 $w^0/l_e = -0.00064 + 0.00005X$ という一次式で近似できる。図-2(c)では、2, 3, 例外もあるが、等価初期たわみを必要としない。なおこれらの結果において、最初に降伏する断面は $\kappa \leq 1.0$ の領域では右側の柱の基部、 $\kappa \geq 5.0$ の領域では、柱の頭頂部であった。図-3(a)は、以上の提案式による等価初期たわみをを座標値として導入し、初期降伏に達するときの断面力と、はり-柱の強度相関式

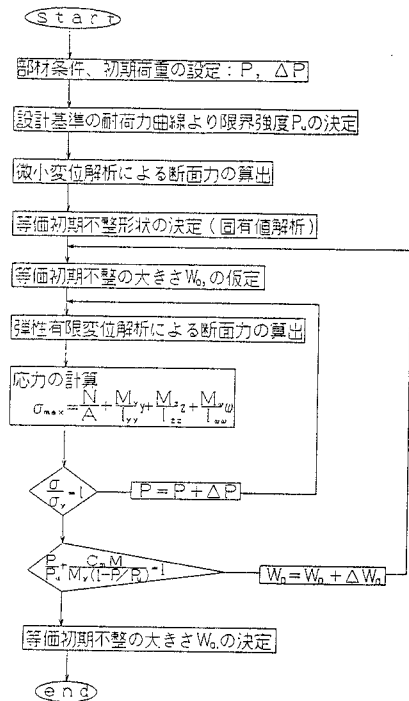


図-1 フロー・チャート

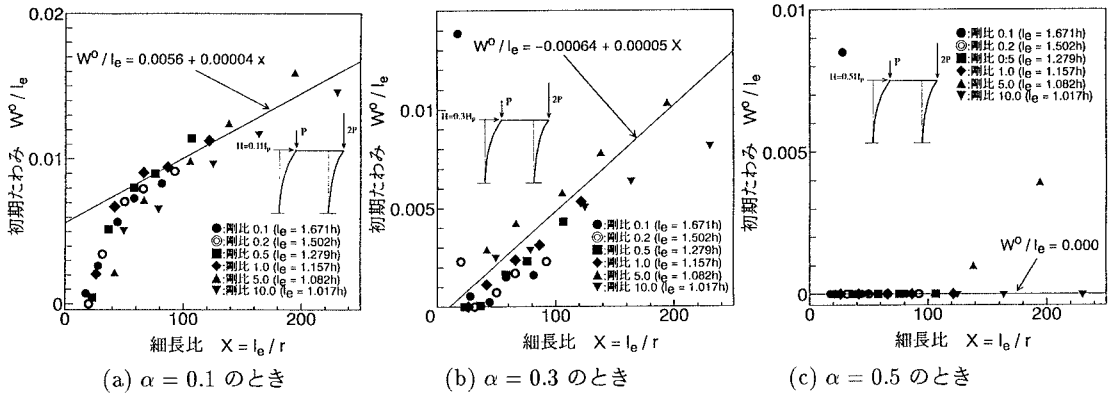


図-2 剛比の変化による等価初期たわみへの影響

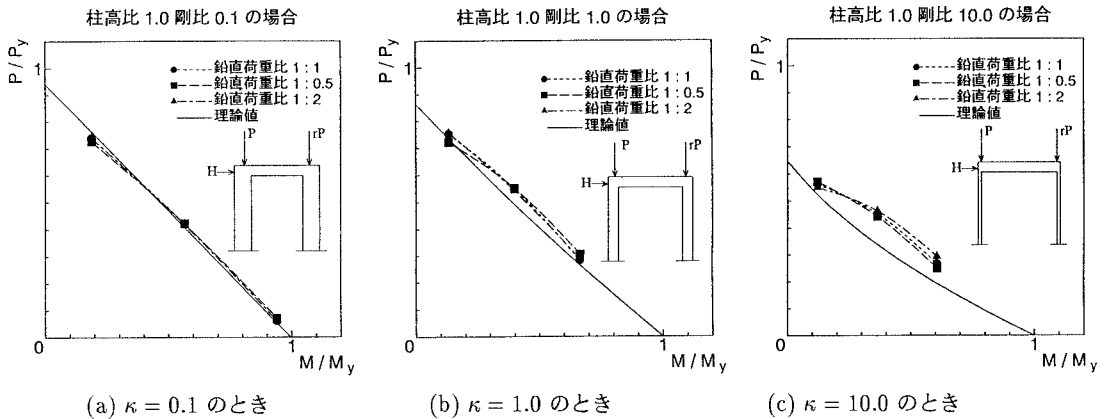


図-3 本解析と理論値との比較

$\left(\frac{P}{P_u} + \frac{C_m M}{M_y(1 - P/P_e)}\right)$ から算出したの理論値の強度の比較を表したものである。縦軸にここでは特に $\rho = 1.0$ (正方形ラーメン) のときに $\kappa = 0.1, 1.0, 10.0$ の場合を載せた。図-3(a) は $\kappa = 0.1$ のときで、本解析結果と理論値とがほぼ同じ曲線を描いている。図-3(b) は $\kappa = 1.0$ のときで、これもよいところをとらえている。図-3(c) は $\kappa = 10.0$ のときであるが、解析結果の方が少々危険側にてている。これは与えた等価初期たわみが小さすぎたためか、強引に最小座屈モードを初期形状として与えたためと思われる。

5. まとめ

本研究において、等価初期たわみは細長比をパラメータとした式、または一定値で提案できること、荷重の違いで多少パラツキが見られても、適切な値、または式で提案すれば、強度の評価も精度よくできる、ということが分かった。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説, 1990.2
- 2) 長谷川・西野：線形化有限変位解析による構造物の設計法の提案, 土木学会第44回年次講演会, 1989.10
- 3) 野上・林・高木・成田：弾性有限変位解析に基づく設計における骨組構造の等価初期不整について, 構造工学論文集, Vol.40A, 1994.3
- 4) 野上・成田：はり一柱の等価初期たわみに及ぼす荷重パラメータの影響, 構造工学論文集, Vol.41A, 1995.3
- 5) 野上・中下・山本：ラーメン構造物の等価初期たわみへの各種パラメータの影響, 土木学会第49回年次講演会, 1994.9