

I-51

ラーメン構造の等価初期たわみへの
各種パラメータの影響

東京都立大学 正会員 野上 邦栄

○ 五洋建設 正会員 中下 正勝

芝浦工業大学 正会員 山本 一之

1. まえがき

鋼骨組構造物の安全性照査は、設計において重要な役割を果たすことになるが、有効座屈長法¹⁾が規定に導入されている。しかし、この評価方法には様々な問題点が指摘されており、設計上の観点から従来の有効座屈長を用いた耐荷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が³⁾⁴⁾、ここでは柱高・柱間比、剛比、荷重条件に着目し、簡単なラーメン構造物の面内問題を取り上げて検討している。

2. 等価初期不整の決定方法

等価初期不整は、初期たわみ、あるいは初期荷重で与えることが可能であるが、ここでは面内方向の等価初期たわみを考慮した。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、今回は両端ヒンジ支持及び片持ばりの固有方程式より得られる座屈モードを採用した。その決定手順を示すと表-1のようになる。

3. 解析条件

具体的な骨組構造として下端固定またはヒンジで横拘束の無い1、2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。用いた断面は図-1に示すように一様断面を有する2軸対称な箱型断面であり、水平部材は断面寸法(68×68×2)を固定とした。柱間距離 b を一定とし、柱高・柱間比 $\rho = h/b$ は0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 5.0の5種類、剛比 $\kappa = (I_y/b)/(I_z/h)$ を0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0の6種類変化させ、柱の断面2次モーメント I_c を算出し、断面幅 a を決定した。板厚 t は水平部材と同一であり、解析構造系は30種類となる。載荷の種類は、左右両柱上に $P1$ 、 $P2$ の垂直荷重のみが作用する場合、及び垂直荷重と水平荷重の組合わせ載荷で、 $P2/P1$ 比を0.5, 1.0, 2.0に変化させ、一定の水平荷重 $H=0.1H_p$ ($H_p=4M_p/h$, M_p : 全塑性モーメント)が作用する場合の2種類とした。

4. 解析結果

1例として、下端固定で垂直荷重のみを考慮した場合の解析結果を示す。図-2~図-4は1層ラーメンの結果である。図-2のような $P2/P1=1.00$ の対称荷重の場合の等価初期たわみの大きさ W^0/h は、短柱領域において多少低めではあるが、細長比に関係なくほぼ一定値 $W^0/h=0.01$ となる、図-3に示す $P2/P1=2.00$ の非対称荷重においても、細長比をパラメータとして一次直線として決定できる。注目すべき点は、等価初期たわみが細長比 $h/\gamma > 50$ の領域で一定値となる図-2に対し、図-3では細長比の全領域で一定な割合で増加していく点である。得られた等価初期たわみ関数を用いた耐荷力計算を実施し、道路橋示方書の柱の基準耐荷力曲線

表-1 フロー・チャート

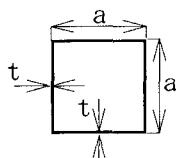
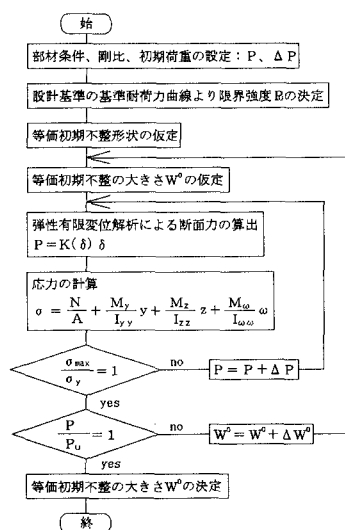
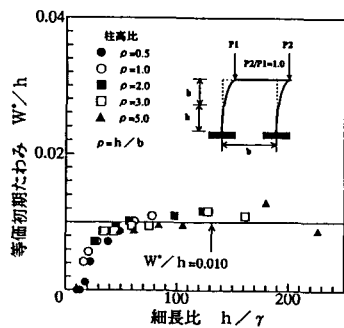
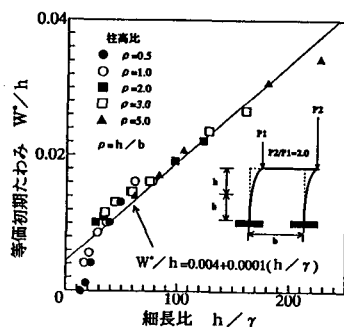
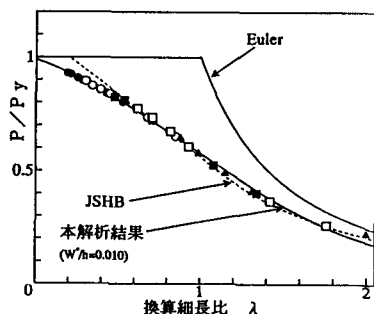
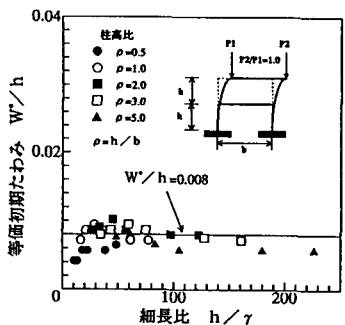
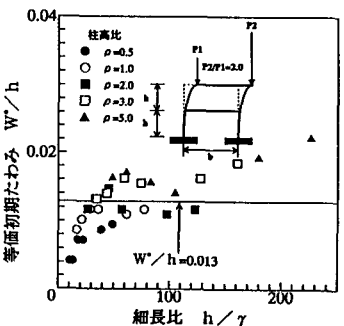
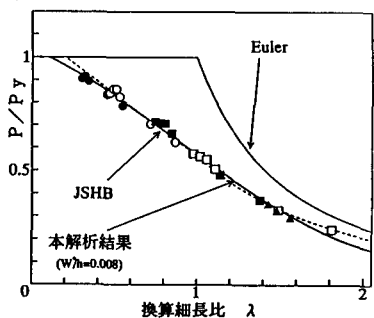


図-1 断面形状

(JSHB)と比較を行った。図-4は、図-2より得られた $W^0/h=0.01$ を用いた場合であるが、全体的に良い精度で耐力力を評価している。図-3の場合においても同様に良い結果が得られた。

図-5~図-7では2層ラーメンの解析結果を示す。図-5に示す $P2/P1=1.00$ の等価初期たわみの大きさはほぼ一定値となり、1層ラーメンの場合よりも若干低めの値で決定できる。しかし、図-6に示す $P2/P1=2.00$ の場合の等価初期たわみは各種パラメータの違いによりかなりバラツキが見られたが、細長比の全領域での平均値ではなく、耐力力算定において実務レベルでは、換算細長比の値が2.0以下となる領域が重要であることから、その領域での平均値 $W^0/h=0.013$ の一定値とした。図-7では、図-5より得られた $W^0/h=0.008$ を用いたときのJSHBとの比較を行ったものである。この場合も精度良く耐力力を評価しており、合わせて図-6の場合も同様の結果が得られた。水平荷重を組み合わせた場合も同様である。

図-2 $P2/P1=1.00$ の場合図-3 $P2/P1=2.00$ の場合図-4 JSHBとの比較($P2/P1=1.0$)図-5 $P2/P1=1.00$ の場合図-6 $P2/P1=2.00$ の場合図-7 JSHBとの比較($P2/P1=1.0$)

5. まとめ

本解析法において着目すべき点としては、得られた等価初期たわみは細長比をパラメータとして一定値または一次直線として決定できるということ、そして各種パラメータの違いで多少バラツキが見られても適切な値を決定させることによって、精度良く耐力力が評価することができるということが挙げられる。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・解説, 1990. 2
- 2) 長谷川彰夫・西野文雄：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) 野上邦栄・福田悦生：弾性有限変位解析に基づく設計における等価初期不整について, 土木学会第47回年次講演会, 1992. 9
- 4) 野上邦栄・高木真・林一輝・成田信之：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, 土木学会, 構造工学論文集Vol. 40A, 1994. 3