

東京都立大学 正 員 野上邦栄
 NKK 正 員 林 一輝
 東京都立大学 正 員 成田信之

1. まえがき

ラーメン構造物の安全性は、一般に微小変位理論による線形解析の基、部材単位の照査式を満足することにより確保している。しかし、最近計算機、および構造解析理論の進歩が著しい現状を踏まえ、鋼を主たる使用材料とする構造物の比較的たわみの有限性が問題となる鋼構造物に対しては、現在行っている微小変位解析より多少高度な弾性有限変位解析を設計技術者に要求することにより、設計手順の単純化、合理化を計るよう改善した設計法が提案されている²⁾³⁾。具体的には、既存の有効座屈長の概念などの近似的な手法を用いず、構造解析における弾性有限変位理論による非線形解析を用いること、しかも構造物の耐荷力に影響する初期不整を等価な初期不整量に置き換え、構造解析に導入することを前提に、構造物の安全性を照査する方法である。ここでは、この設計法において重要な設計因子である等価初期不整について、柱部材と一層ラーメン構造を取り上げて検討している。

2. 等価初期たわみの決定

本設計法は、既存の設計体系において強度を低減することによって考慮している初期不整の影響を構造解析に等価初期不整を導入することによって生じる付加曲げモーメントにより考慮している。具体的には、初期たわみ、初期荷重偏心、および残留応力など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 w^0/L (L : 部材長) として全体構造系に導入している。この場合、初期たわみの形状については、構造全体系の固有値解析を行い、その最小固有値に対する座屈モードに合わせれば良い。また、その大きさは図-1の手順で決定すれば良い。

3. 数値計算例

具体的な計算例として、まず図-2aの断面を持つ柱を取り上げ、基準耐荷力曲線、および境界条件が等価初期不整に与える影響について検討した。ECCSの基準耐荷力曲線に対して図-1の手順により求めた等価初期たわみ、および得られる耐荷力を示したのが図-3である。等価初期不整は換算細長比に対して一定値で与えられ、耐荷力曲線はECCS-a曲線では長柱領域で、ECCS-d曲線では短柱領域で低めの値になるが全体としてECCSの基準耐荷力曲線と良い一致がみられた。また、図-4は境界条件が等価初期不整に与える影響について示したものである。等価初期不整量は、一端固定他端自由のように拘束が少ないほど、また基準耐荷力曲線が低いほど大きくなることが判る。なお、道示の基準耐荷力曲線¹⁾を用いた場合、

$$w^0/L = 0.0026\beta \quad (\beta: \text{有効座屈係数})$$

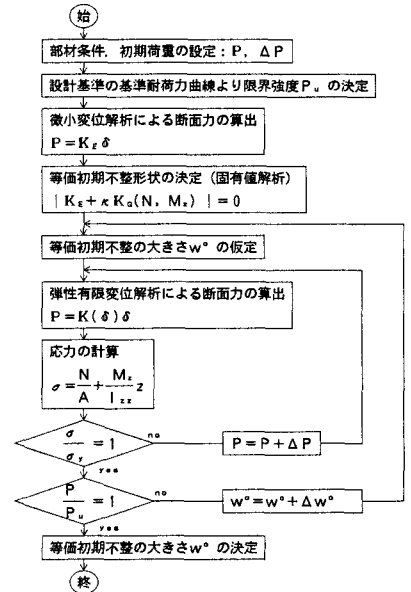


図-1 等価初期不整の大きさの決定手順

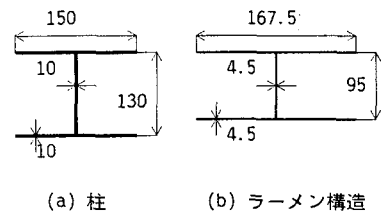


図-2 断面諸元

で与えられることがわかった。

次に、図-2bの断面を持つ一層ラーメンの等価初期たわみについて計算を行った。いま、幅 b と高さ l を同率で変化させて解析した結果を示したのが図-5である。この場合、逆対称モードを与えて等価初期たわみを求めると、破線のように換算細長比 λ の一次式

$$w^0/l = 1/1000(6.4\lambda + 1.3)$$

で与えられ、この等価初期不整から得られる耐荷力曲線は道示の基準耐荷力曲線に沿った良い精度を示した。

さらに、この方法による耐荷力評価の精度を明らかにするため、弾塑性有限変位解析⁴⁾結果と比較した。図-2bの断面の基 $b=1m$ と一定にして、高さを $l=1, 2, 3m$ と変化させた場合について求めた結果が図-6である。本解析による耐荷力曲線は、弾塑性有限変位解析による耐荷力曲線よりも多少低めではあるが良い精度の解曲線となり、提案する決定法の有効性が明らかになった。

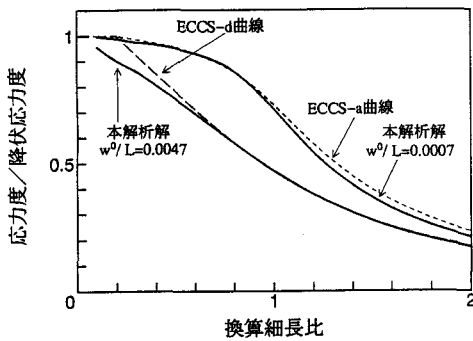


図-3 柱の耐荷力曲線

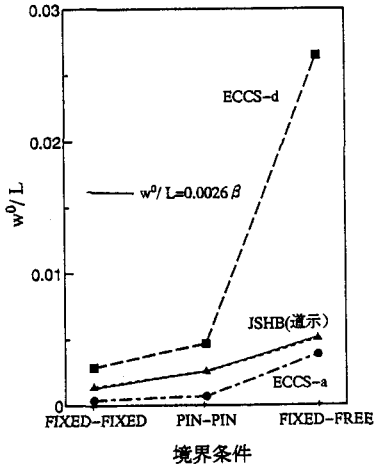


図-4 境界条件による等価初期不整への影響

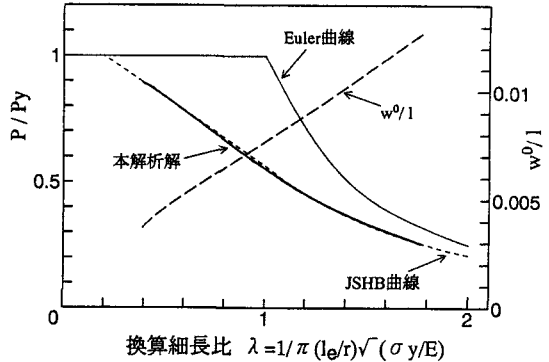


図-5 一層ラーメンの耐荷力曲線

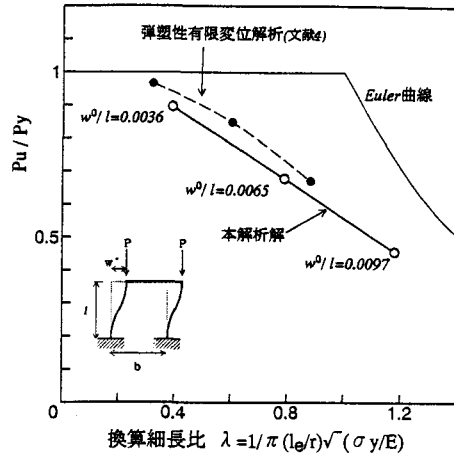


図-6 弾塑性有限変位解析による耐荷力との比較

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) 西野文雄：土木学会鋼構造委員会・鋼構造終局強度研究小委員会終局強度設計分科会成果報告書（案），1992.7
- 4) 中井博・酒造敏広・大垣賀津雄：鋼薄肉ラーメン構造物の限界強度の近似計算法，土木学会論文集，1987.4