

I-49

鋼骨組構造の簡易耐荷力算出法の提案

東京都立大学 正会員 野上 邦榮

○ 広島県 正会員 佐古田圭一

芝浦工業大学 正会員 山本 一之

1. まえがき

鋼構造物の耐荷力の厳密な評価は、耐荷力実験により行なうか、弾塑性有限変位解析により数値実験的に求める必要がある。後者の場合、そのプログラムは現状において信頼性、および経済性に問題があるとともに、設計技術者の人為的誤差が入りやすく、精度的に充分な解を得ることは大変困難である。

ここでは、弾性有限変位解析により、簡易にしかも精度の高い耐荷力を算出できる一方法を提案する。この方法は、本州四国連絡橋公団の吊橋主塔設計要領・同解説¹⁾で採用されている有効接線弾性係数法(E_f 法)をヒントにして、作用軸圧縮力により求まる見かけの接線弾性係数 E_f を考慮した ζ 関数²⁾の値に加えて、曲げ変形による接線係数の低下を評価することにより、有限変位と弾塑性を考慮した方法であり、骨組の終局耐力に影響する非線形性を簡易に取り込み、計算労力を少なくするというものである。

2. 非線形モデル

1) 接線剛性

柱としての要素剛性を計算する場合、塑性化による弾性係数の低減を精度よく評価する必要がある。ここでは、作用軸圧縮力から評価される ζ 関数(図-1)を用いることによりモデル化する。

2) 曲げ変形による剛性低減

軸力の他に大きな曲げ変形を受ける構造の場合、軸力による剛性低減のみの評価では不十分であり、付加的な塑性領域の広がりによる非弾性曲げ剛性の低下を考慮する必要がある。ここでは、この影響を考慮するために軸力と曲げモーメントにより与えられるはり-柱の強度相関式の関数 α により変化するパラメータ ϕ を導入することによりモデル化する。

ϕ は、各節点の塑性領域の影響による非弾性剛性低減パラメータであり、弾性状態で1、塑性ヒンジ状態で0になる関数である。

残留応力を考慮した初期降伏は初期降伏曲面値 α_0 を基礎にして生じるものと仮定し、 α が初期降伏曲面にぶつかる時の値を β とする時、 ϕ は β を境界として減少し剛性低減を起こす。 α 、 α_0 は図-2のように定義され、例として $\alpha_0=0.5$ における降伏曲面と塑性強度局面を示す。 ϕ は β の値により経路が変化し、 β を境界として剛性低減することにより、降伏後の塑性領域の徐々の広がりを考慮できる。 ϕ は、塑性領域の影響を適切に評価した剛性になるような簡単な式であることが重要であり、解析モデルを単純にする思想から図-3のような二次式で定義した。

ζ 関数および剛性低減パラメータ ϕ を用いた弾性有限変位解析による設計手順の概略の流れ図に示すと表-1のようになる。

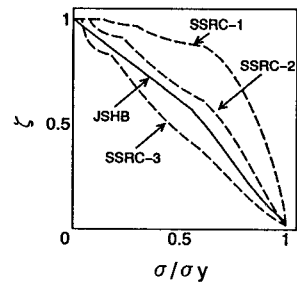
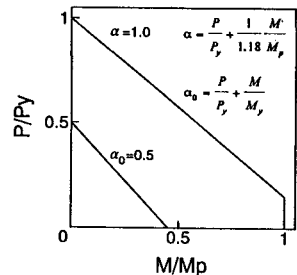
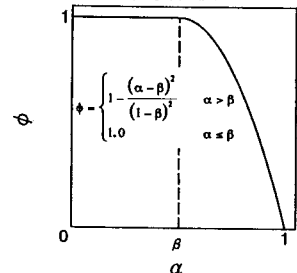
図-1 ζ 関数の例

図-2 強度相関式

図3 剛性低減パラメータ ϕ

3. 解析結果

この提案法の有効性を明らかにするため、具体的計算例として柱およびラーメン構造を取り上げ、他の解析法³⁾⁴⁾と提案法との比較検討を行った。その結果を示したのが図-4,5である。ここでは例として道路橋示方書およびSSRC curve-1の二種類の柱の基準耐力曲線から得られる ζ 関数を用い、箱型断面およびI形断面は残量応力を考慮して、それぞれ $\alpha_0=0.4$ 、 $\alpha_0=0.5$ を用いて解析を行っている。

道路橋示方書の ζ 関数を用いた提案法による解曲線は、他の解析法に比べてかなり低めの値を与えているが、SSRC curve-1による曲線では図-5において経路に差が見られるものの、耐力評価としては大変精度の良い結果を示している。

表-1 簡易耐力算出法

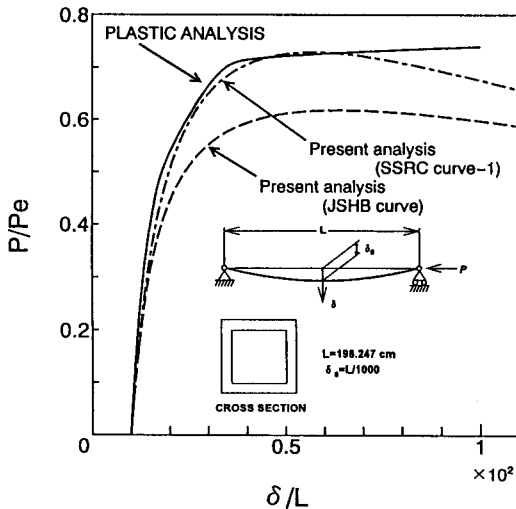
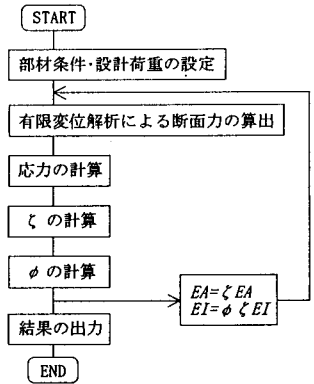


図-4 柱の荷重変位曲線

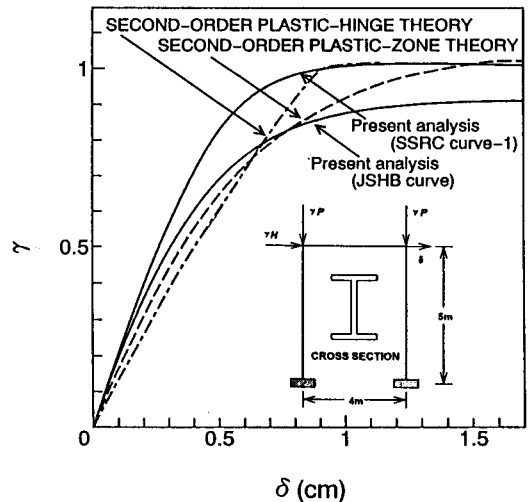


図-5 ラーメンの荷重変位曲線

4. まとめ

前節から明らかなように、提案法は ζ 関数として使用する柱の基準耐力曲線の選択により求められる耐力に大きな影響を与えることになるが、その適当な選択によって他の解析法による耐力力と同等の評価を可能にすることが明らかになった。

参考文献

- 1) 本州四国連絡橋公団：吊橋主塔設計要領・同解説，1988
- 2) 野上邦栄：鋼ラーメン柱の実用的座屈設計法に関する一提案，土木学会論文集，No. 460/I-22，1993. 1
- 3) Komatsu, S and Sakimoto, T: NONLINER ANALYSIS OF SPATIAL FRAMES CONSISTING OF MEMBERS WITH CLOSED CROSS-SECTIONS, PROC. OF JSCE, No252, AUG. 1976
- 4) Toma, S: European calibration frames for second-order inelastic analysis, Eng. Struct. 1992, Vol. 14, No1