

岐阜大学工学部 学生員 ○石原嘉典

岐阜大学工学部 学生員 河原秀聡

岐阜大学工学部 正会員 藤井丈夫

〈序文〉混合型変分エネルギー原理に基づく構造解析手法の有用性についてはすでによく知られており、特に幾何非線形問題においてもその解析上の利点が認識されつつある。例えば、A. K. N. O. 教授を中心としたNASAの研究グループは、早くからこのことに注目し、非線形解析における混合法の基礎的研究を続けている[3], [4]。混合法を分岐や飛び越しを伴う非線形弾性不安定現象に適用するにあたっての問題点としては、分岐点などの不安定点付近でも数値的に安定して解曲線を追跡できるアルゴリズムを開発し、複数個ある解曲線の中から、力学的に意味のある解曲線を見付け出すための実用的判別式の確立などにあるが、いずれにしても変分エネルギー理論を起点とする基本研究としての特色をもっている。

〈混合型変分エネルギー原理〉混合法のベースとなる混合型変分エネルギー原理は、その汎関数表現にも変種が多く、定式化の段階での束縛条件もゆるいので、比較的自由的な理論開発が可能である。平面骨組を扱った昨年度までの研究[1], [2]では、曲げ変位モードを最低次のC⁰-級の剛体変位モードにまで落とし、必要によっては適当な変数変換を行なうことによって混合型支配方程式を次のような形にもってこることが可能であることを示した（total量に対して）。

$$\left[\begin{array}{cc} \text{(力量パラメーター)} & \text{(変位量パラメーター)} \\ \begin{array}{cc} \sigma & \epsilon \\ \begin{array}{c} \text{剛体変位モード} \\ \text{曲げ変位モード} \end{array} \end{array} & \begin{array}{c} \text{力量パラメーター} \\ \text{変位量パラメーター} \end{array} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{非線形外力ポテンシャル} \end{array} \right]$$

ここに左辺の係数行列は定数行列で、解ベクトルは一般に、力量パラメーターと変位量パラメーターを含む。剛体変位モードのみを仮定できるため、内部弾性ひずみから出てくる係数行列は非線形項を含まず、すべての非線形性は、右辺の荷重項に集められる。本年度は、このような基礎支配方程式の構造上の特徴を生かして、Bunchの方法と併用した非線形解追跡用のアルゴリズムを考案した（増分法と反復法の併用）。

〈計算例〉これまで計算した簡単な系の非線形弾性不安定現象のうち、2例をFig. 1とFig. 2に示す。

Fig. 1は、初期不整合を含む安定分岐の問題であり、Fig. 2は、同じく初期不整合を含む、片持ちばりの後座屈挙動を示す。これらの荷重-変位曲線より、対称安定分岐問題における初期不整合は

、分岐点(不安定点)付近ではかなりの影響をもたらすが(すなわち、臨界荷重が激減する)、分岐後の座屈挙動にはあまり著しい影響を持たないことが伺える。

その他の分岐問題と飛び越し現象に対する例題、混合型エネルギー原理における数値計算上の特徴については講演当日発表する予定である。

〈付記〉 本研究は、文部省科学研究(課題番号57750379)「スプライン混合法による板殻の非線形座屈安定解析」の一環として行なわれ、その補助金の一部があてられた。

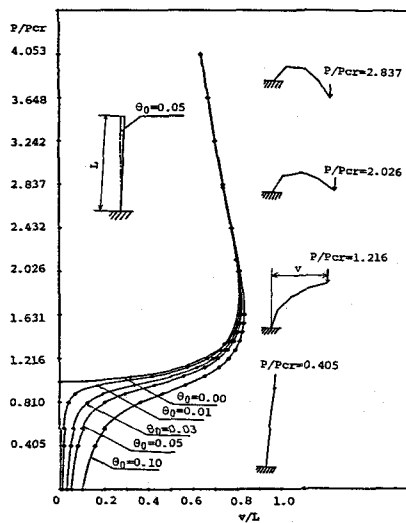
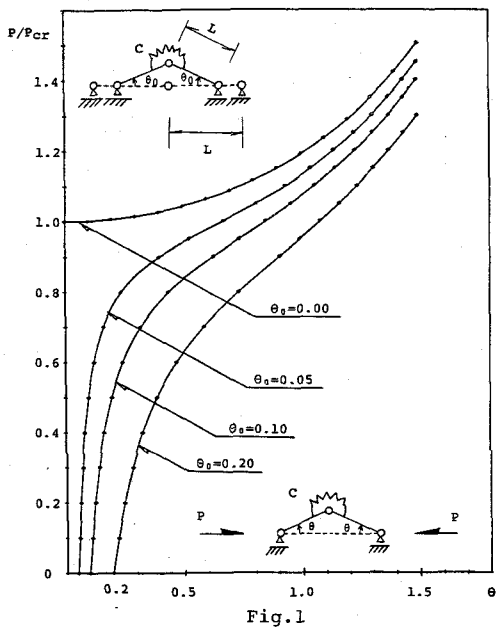


Fig.2

- [1] F.Fujii
A Simple Mixed Formulation for Elastica Problems
Computers & Structures, 1982 (submitted)
- [2] 小森俊浩, 藤井文夫
混合型変分エネルギー原理によるエラスチカ問題解法の試み
土木学会中部支部研究発表会講演概要集, p.8-9, 昭和57年2月, 岐阜大学にて
- [3] Ahmed K.Noor and Jeanne M.Peters
Nonlinear Analysis via Global Local Mixed Finite Element Approach
International Journal for Numerical Methods in Engineering, vol.15, 1363-1380 (1981)
- [4] Ahmed K.Noor and Jeanne M.Peters
Mixed Models and Reduced/Selective Integration Displacement Models for Nonlinear Analysis of Curved Beams
International Journal for Numerical Methods in Engineering, vol.17, 615-631 (1981)
- [5] J.N.Reddy and I.R.Singh
Large Deflections and Large Amplitude Free Vibration of Straight and Curved Beams
International Journal for Numerical Methods in Engineering, vol.17, 829-852 (1981)