

I-18

繰り返し圧縮・引張を受ける部材の

局部座屈の影響を考慮した弾塑性有限変位解析

早稲田大学 学生員 ○小玉 乃理子

早稲田大学 正員 依田 照彦

1. はじめに

地震のような繰り返し荷重を受ける鋼構造物においては、構成部材の応力レベルが弾性域を超え、塑性域に達することが考えられる。このような繰り返し荷重下における、鋼構造物の弾塑性有限変位挙動を有限要素法などの解析手法を用いて表現するためには、繰り返し荷重を受ける鋼材の応力～ひずみ関係を、できるだけ簡便に、かつ適当な精度で表現できる弾塑性モデルを構築する必要がある。

一方、実際の構造物に大変形が生じる場合においては、変形が局所化し、部材の一部が局部座屈を起こすことが十分に予想され、その局部座屈の発生の仕方が構造物全体の耐荷力および安定性に大きな影響を与えるものと考えられる。

本報告では、文献1)で開発された鋼材に対する修正二曲面モデルに、さらに局部座屈の影響を考慮できるように断面剛性の変化を取り込み、初期たわみを有する繰り返し軸方向力を受ける部材の弾塑性有限変位問題の解析を行った。解析手法としては増分過程に弧長法、反復過程に不平衡変位最小法を用いている²⁾。

2. 鋼材の構成則と局部座屈モデル

鋼材の構成則モデルである修正二曲面モデルに用いたパラメータは、降伏応力 $\sigma_y = 2330 \text{ kgf/cm}^2$ 、形状パラメータ $h = 901.3 \delta$ 、境界線の勾配 $E_0^p = 0.15 \text{ kgf/cm}^2$ 、境界線の切片 $\sigma_{By} = 1.37 \sigma_y$ である。また、境界線の移動量および拡大率は、塑性ひずみ ϵ_p の関数とした¹⁾。

一方、局部座屈は、局所的に部材の剛性が低下する現象として捉えることができるので、局部座屈を考慮する方法として、要素の応力レベルに応じてその要素の断面剛性を変化させることとした。ここでは、圧縮荷重が繰り返し載荷される毎に、要素の圧縮応力がある一定値を超えると、その要素の断面積が減少するものとした。

3. 局部座屈を考慮した解析

図-1に示すような初期たわみを持つ二種類の鋼柱に、軸方向の繰り返し荷重 P を載荷したときの、柱先端の軸方向変位 u および軸直角方向変位 v を弾塑性有限変位解析により求めた。

局部座屈を生じない場合の荷重～変位関係を図-2、図-3に示す。また、局部座屈を生じる場合の荷重～変位関係を図-4、図-5に示す。ここで、柱Ⅰでは最大荷重に達する前に局部座屈が生じ、柱Ⅱでは最大荷重に達した後に局部座屈が生じている。これらの図より、最大荷重に達する前に局部座屈が生じる柱Ⅰの方が、繰り返し二度目の圧縮耐荷力に大きな低下が見られることがわかる。したがって、局部座屈の開始時点は、その後の繰り返し荷重に対する耐荷力の低下量に影響を与えるものと考えられる。

4. あとがき

修正二曲面モデルを用いた、局部座屈の影響を考慮した繰り返し圧縮・引張を受ける部材の弾塑性有限変位解析により、以下の知見を得た。

- 1) 局部座屈の影響を、要素の断面剛性の低下としてモデル化できることがわかった。
- 2) 局部座屈の発生時点の相違が、繰り返し荷重を受ける構造物全体の耐荷力に影響を与えることが、数値解析により確認できた。

参考文献

- 1) 水野英二、沈赤、宇佐美勉：鋼素材に対する修正二曲面モデルの一般定式化、構造工学論文集、Vol. 40 A, pp. 235-248、1994. 3.
- 2) 石川智巳、依田照彦：骨組構造物の幾何学的非線形解析における不つり合い力の補正、構造工学論文集、Vol. 40A, pp. 415-423、1994. 3.

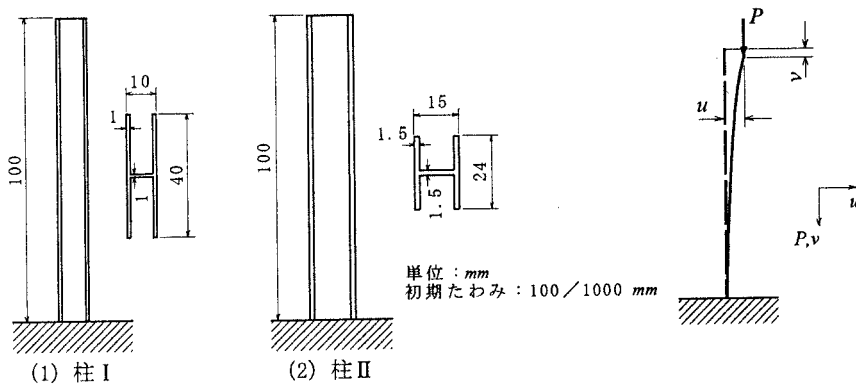


図-1 解析モデル

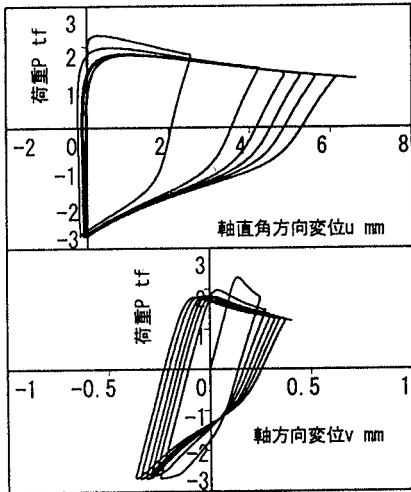


図-2 局部座屈が生じない柱 I の解析結果

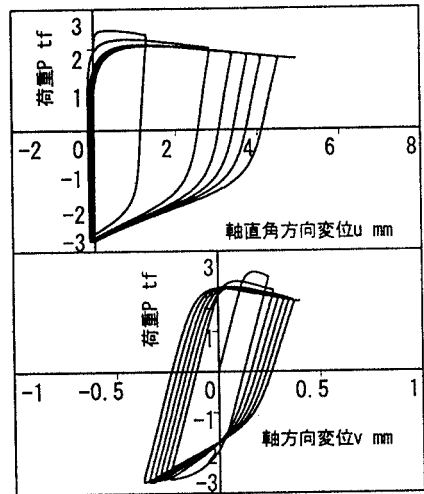


図-3 局部座屈が生じない柱 II の解析結果

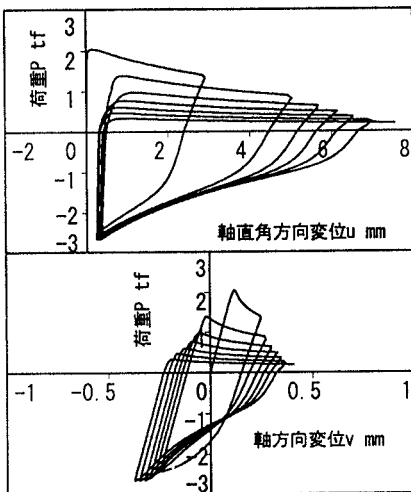


図-4 局部座屈を考慮した柱 I の解析結果

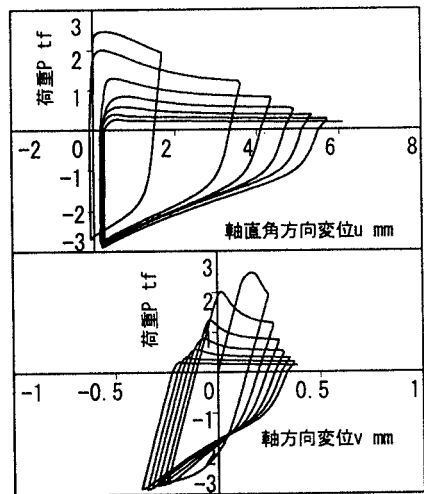


図-5 局部座屈を考慮した柱 II の解析結果