

I-A 77

局部座屈を考慮した構成則による鋼製橋脚の弾塑性有限変位解析

日本車輛製造 正会員 小澤一誠
 名古屋工業大学 正会員 後藤芳顯
 名古屋工業大学 学生会員 高橋宣男
 名古屋工業大学 学生会員 石川貴士

1. まえがき。

橋脚の耐震性に関する鋼製橋脚の耐荷力等の研究が実験を中心に行われているが、経済的な制約もある為実際に複雑な構造物の設計に用いるには簡易な解析によるサポートが必要不可欠と考えられる。

特に局部座屈を考慮し後座屈状態まで精度良く解を得ることが重要であるが、これを行うには通常板要素を用いたFEM解析によらなければならず膨大な計算が要求される。一方、通常の骨組の弾塑性有限変位解析では局部座屈を直接考慮出来ないのが難点であった。本稿ではこの難点を克服する為あらかじめ局部座屈が予想されるパネルを取り出し別途FEM弾塑性有限変位解析を行って平均応力-平均ひずみ関係を求め、それを骨組の弾塑性有限変位解析プログラムに組み込んで解析する手法を提案し、全体FEM弾塑性有限変位解析の結果と比較し、簡易解析手法の妥当性を検討するものである。

2. 局部座屈を考慮した鋼製橋脚の簡易弾塑性有限変位解析。

圧縮を受けるフランジは一樣圧縮板パネルの解析で求められた平均応力-平均ひずみの関係を適用する。一方、引張側フランジとウェブには素材の応力-ひずみ関係を用い、等価無補剛断面1)の考え方により残留応力を考慮して解析する。また、圧縮フランジに於いて圧縮板の構成則を利用するに当たっては弾性限界以降は平均応力-平均歪みの関係に於ける接線剛性 E_t から次式で塑性剛性 E_p を計算する。

$$E_p = E_e \cdot E_p / (E_e + E_p) \quad (\text{ここに } E_e \text{ は弾性剛性を示す}) \quad (1)$$

用いたプログラムは文献2)の理論を用い任意の弾塑性構成則を考慮できるよう新たに開発した有限変位立体骨組解析プログラムを使用する。解析対象として図1の鋼製橋脚を選定し、幅厚比パラメーター R の大きき別に3種類(タイプ1、2、3)を検討する。但し、 $\gamma/\gamma^* \geq 1$ とし、残留応力、初期たわみは文献1)による。また、応力-ひずみ関係はBilinear形($E_t = E/100$)を用いる。解析モデルは格点数6、部材数5、1部材中の要素数110の簡易な片持ち梁とする。

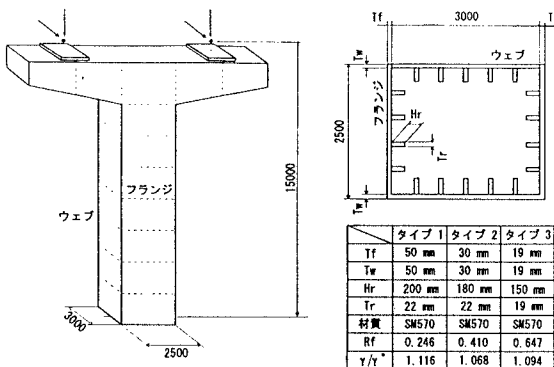


図1

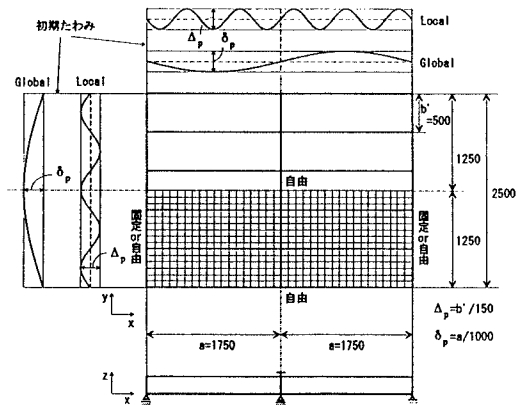


図2

3. 圧縮補剛板の解析。

圧縮補剛板パネルの関係は図2に示す解析モデルによって求める。解析では残留応力、初期たわみを考慮し、汎用FEM解析用プログラム・ABAQUSによる。得られた平均応力-平均ひずみ曲線を図3に示す。

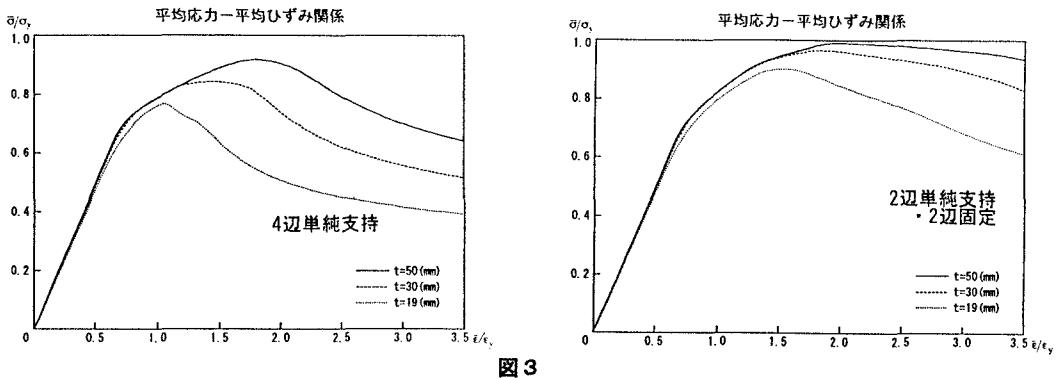


図3

4. 全体モデルによるFEM弾塑性有限変位解析。

全体モデルによるFEM弾塑性有限変位解析は図4に示すメッシュ分割で、残留応力、初期たわみを考慮して行った。使用プログラムはABAQUSである。解析結果を図5に骨組の簡易解析結果と共に示す。

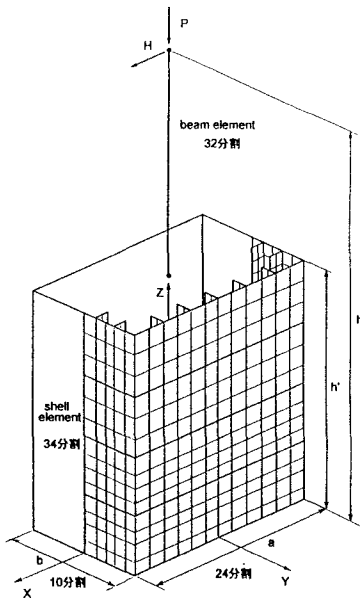


図4

5. 比較結果とまとめ。

図5に示す様に、「4. 全体モデルによるFEM弾塑性有限変位解析」と「2. 骨組の簡易弾塑性有限変位解析」の結果を比較すると、①圧縮補剛板の拘束条件は4辺自由よりも2辺固定2辺自由の方が良く適合し後座屈状態まで全体モデルの解析結果とほぼ類似の結果が得られている。②タイプ1はタイプ3に比べ後座屈挙動で両解析方法で差がやや大きいこれは骨組の弾塑性有限変位解析では平均応力-平均ひずみの関係を求める時ウェブの拘束を無視した事。等が考えられ、幅厚比Rの小さい範囲の橋脚では何らかの配慮が必要であるが、安全側の結果を与えている。以上から本方法によれば幅厚比Rが大きい範囲では後座屈挙動を比較的精度良く簡易に計算する事が出来、今後は更に複雑な構造物等広範囲の適用が期待される。

【参考文献】 1) 宇佐美勉、他：コンクリートを部分的に充填した鋼製橋脚の地震時保有水平耐力照査法の提案、土木学会論文集 No. 525/I-33, 1995. 10 2) Yoshiaki GOTO and so on :Analysis of Greenhill Problem by a Co-Rotational Method, JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING Vol. 41A (March 1995)