

徳島大学工学部	正会員	児嶋弘行
〃	〃	平尾潔
徳島県庁	〃	○天野照雄

1. 要旨: 本研究は各節段に一定荷重と比例漸増荷重をうける仕巻の立体剛滑節滑組を対象として、軸力と2軸まわりの曲げおよび捻りの組合せ降伏条件式を使用し、有限変位を考慮した非線形変形法の基本式を用いて、安定解析も含めた弾塑性解析と重子計算機により自動的に行なわんとするものである。

2. 解析上の仮定： 弾塑性解析に際して、1) 材料は必ず硬化しない完全弾塑性体とし、材料の応力-ひずみ特性は時間に独立とする。2) 材料の降伏剪断応力度 τ_0 は Von Mises の降伏基準に従って、 $\tau_0 = \sigma_0 / \sqrt{3}$ とする。3) 降伏条件式におよぼす剪断力の影響は無視する。4) 断面の形状係数は1とし、塑性域の部材軸方向の捻じりは無視する。5) すべての荷重は節点に作用し、その強度は一定、または、同一割合で変化するものとする。6) 局部座屈はオイラー値による弾性座屈とする。7) 部材は2軸対称な一定断面を有する直線部材とする。8) 降伏直後の発生位置は各部材の材端に限定する。などの仮定をもうけ、基本式の誘導に際して、1) 部材の湾曲による軸方向変位は無視する。2) 回転変位に伴う断面(主軸)の回転は無視する。3) 曲げと捻じりとは互いに独立とし、曲げ捻りの拘束に伴う剪断力の变化などは無視する。などの仮定をもうけている。

3. 降伏条件式: S. J. Fenvesらは軸力, 2軸まわりの曲げおよび捩りの組合せ降伏条件式に対する理論式を誘導しているが, これらの理論式は多くの中立軸の位置によって異なる複雑な形のものであり, 本解析のように荷重係数を用いて荷重強度を変更しようとする解析ではこれらの理論式を直接使用することは困難なため, 本解析では上記の理論式をともに, 最小2乗法により, つぎのような近似式を誘導して用いている。

$$f(p, m_1, m_2, m_3) = ap^2 + m_1^2 + bm_1^2 + cm_2^2 + dpm_1 + em_1m_2 + fm_2p = 1 \quad \text{--- (1)}$$

なお、各断面形に対する係数の値はそれぞれつぎのようである。

1) 矩形断面: $a=1.07, b=c=1, d=f=0.4, e=0.1$

2) 箱形断面: $a=1.1$, $b=c=1$, $d=0.5$, $f=0.55$, $e=0.1$

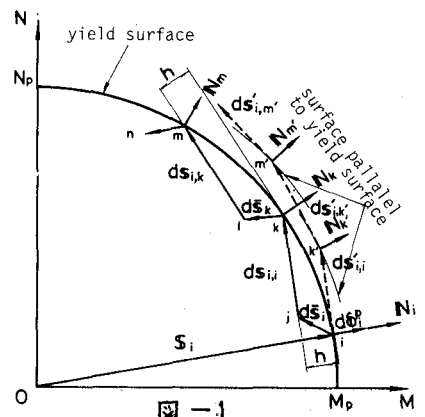
ただし, $\{m_1=0, 0.686 \leq p \leq 0.825\}, \{m_5=0, 0.534 \leq p \leq 0.87\}$
 の範囲では: $a=1, b=0.52, c=0.61, d=1.44, e=1.12, f=1.56$

3) I形断面: $a=b=1$, $c=0.65$, $d=f=0.3$, $e=0.6$

$FFL, \{m_1=0, 0.368 \leq p \leq 0.99\}, \{m_3=0, p=0\}$
 の範囲では: $a=c=1, b=0.69, d=e=1.67, f=2.0$

4) パイプ断面: $a=1.19$, $b=c=0.98$, $d=f=0.27$, $e=-0.06$

なお、本文のような組合せ降伏条件式を使用して、塑性流れ理論



を導入した解析では降伏断面における材端力増分 $d\delta$ と塑性変位増分 $d\delta^p$ との関係が非線形となるため、これらの関係を線形化しておく必要がある。この方法には図-1の実線で示すような下界近似の方法と、点線で示すような上界近似の方法とがあるが、本解析では降伏条件を犯さないようにするため前者の方法を採用している。

4. 解析に用いた基本式: 本文の解析で用いた, 部材軸と主軸とが一致するような, 部材固有の座標系 x_1-x_2 (右手系) に対する非線形な変形法の基本式は弾性降伏部材については式(2), 降伏後部材については式(3)のように表わされる。 $S_{ij} = K_{ij} \cdot \delta_i + K_{ji} \cdot \delta_j + L_i$, $S_{ji} = K_{ji} \cdot \delta_i + K_{ij} \cdot \delta_j + L_j$ —— (2)

$$S_{ij} = K_{ii} \cdot \delta_i + K_{ij} \cdot \delta_j + L_i \quad \text{--- (3)} \quad \text{ただし, } S \text{ は杆端力, } \delta \text{ は節点変位を表わす列ベクトルであ}$$

1) 1 端固定, 2 端弹性支承: $K_u = K_u - K_u \cdot N_i \cdot N_i^T \cdot K_u \cdot T_i$, $K_v = K_v - K_u \cdot N_i \cdot N_i^T \cdot K_u \cdot T_i$
 $L_u = K_u \cdot N_i \cdot N_i^T \cdot (S_{p2} - L_i) \cdot T_i + L_i$, $T_i = (N_i^T \cdot K_u \cdot N_i)^{-1}$

3) 弾塑性, 降伏部域: $T_2 = (N_1^T \cdot K_0 \cdot N_1)^{-1}$
 $K_0' = K_0 - K_0 \cdot N_1 \cdot N_1^T \cdot K_0 \cdot T_2$, $K_0' = K_0 - K_0 \cdot N_1$

5. 解析手順: 本文の弾塑性解は, 1) 任意の荷重強度 $\{P\}_{n,m}$ に対する $\{S\}_{n,m}$, $\{\delta\}_{n,m}$ の収束値, ならば,

6. 計算例: 矩形ラーメンなどに対する2,3の計算例を講演会当日スライドで紹介し、線形解析との比較と

7. 参考文献: 1) 星, 児嶋, 平尾: 軸力の影響を考慮した平面剛節架構造物の自由動弾塑性解析, 土木学会

