

弾塑性断面モデルの開発に関する研究

京都大学大学院 学生員 ○北原武嗣

京都大学工学部 正 員 渡辺英一

京都大学工学部 正 員 杉浦邦征

1. はじめに コンピュータの発達にともない、梁-柱の非弾性挙動についての研究は比較的容易に行われるようになった。しかし非弾性解析時に応力-ひずみのレベルで材料非線形特性を考慮することは、コンピュータの記憶容量や計算時間などの経済的制約を受ける。よって本研究においては、梁-柱の非弾性挙動を一般化荷重-変形空間においてモデル化することを試みる。このとき、塑性理論の適用性について考察する。

2. 塑性理論の適用性 本研究では軸力 P と曲げモーメント M を受ける矩形断面の梁-柱を考える。一般に塑性理論の基本概念は1)降伏関数、2)流れ則、3)硬化則であるが、これらを一般化荷重-変形空間に適用することを試みた。まず降伏関数について考察する。応力-ひずみ関係を完全弾塑性と仮定すると降伏関数として初期降伏曲線 f と全塑性相関曲線 F が次式のように与えられる。

$$f: |P/P_y| + |M/M_y| = 1 \quad (1), \quad F: |M/M_y| + (3/2)(P/P_y)^2 = 3/2 \quad (2)$$

ここに、 P_y , M_y はそれぞれ初期降伏軸荷重、初期降伏モーメントを示す。また初期降伏曲線は弾性限を示し全塑性相関曲線は終局荷重域を示している。ここで、断面がある塑性変形履歴を受けたときを考えると、断面が部分降伏することによって降伏曲線は絶えず変化する。このような変化を法則化するのは困難なため、ここでは簡便法として弾性限の存在を認めず、荷重位置がどこにあっても絶えず塑性変化が起ると仮定した。次に流れ則について考察する。Fig. 1にある荷重を行ったときの塑性ひずみ増分の方角性を示す。このとき図に示した点線によって降伏した場合を考えている。また、図中に破線によって初期降伏曲線と全塑性相関曲線上の塑性ひずみ増分の方角性を示している。この図より、荷重位置が初期降伏曲線から全塑性相関曲線に向かうにしたがって塑性ひずみ増分の大きさはだんだん大きくなり、方向は初期降伏曲線上における法線方向から全塑性相関曲線上の法線方向に近づくことがわかる。このことにより、一般化荷重-変形空間においても流れ則の妥当性がうかがえる。

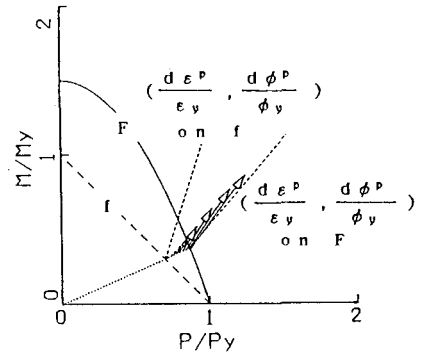


Fig. 1 塑性ひずみ増分の方角性

3. モデル化 Fig. 2に示す荷重位置 $(P/P_y, M/M_y)$ においてひずみ増分 $(d\varepsilon/\varepsilon_y, d\phi/\phi_y)$ が与えられるとき、このひずみ増分の方角の延長と全塑性相関曲線との交点 Q を求め、この交点 Q における塑性ひずみ増分方向の単位ベクトルを (n_1, n_2) とする。ここで、次のような負荷判定関数 L を定める。

$$L = (d\varepsilon/\varepsilon_y) n_1 + (d\phi/\phi_y) n_2 \quad (3)$$

$L > 0$ のときは載荷、 $L \leq 0$ のときは除荷に移ったことを示す。除荷に移った場合その点を初期荷重位置とし、そこから新たに載荷を開始したと考える。ここに、初期荷重位置とは載荷が開始された荷重位置のことである。さらに一般化塑性係数 $1/H$ を考える。これは塑性ひずみの大きさを規定するものであり、初期荷重位置から全塑性相関曲線上の交点 Q までの距離を δ_{in} 、現在の荷重位置から全塑性相関曲線までの距離を δ として次式で $1/H$ を与える。

$$1/H = f(\delta, \delta_{in}) \quad (4)$$

Takeshi KITAHARA

Eiichi WATANABE

Kunitomo SUGIURA

