

東北大学 〇学生員 原 隆一

東北大学 正会員 尾坂 芳夫

東北大学 正会員 鈴木 基行

1. まえがき. 従来設計に基いた線形理論に基づいた許容応力度設計法では, 構造解析におけるすべての量を確定量としてあつかっていたのが計算された耐力と指定された荷重の比, すなわち安全率が1.0以上の場合には, その構造物は絶対的に安全なものと考えられてきた。

しかし, 実際には構造解析における量は, 本来バラツキを持った確率量である。そのため, 構造物の安全性を議論する場合には, 確率論的方法を用いて行なう必要があり, 現行の決定論的な意味での安全率という概念は極めてあいまいな量の理論的根拠のとばしいものと言えよう。この確率論的方法を用いた安全性の評価法として考え出されたものが信頼性理論であり, 二重では荷重及び耐力を確率量として扱い, その耐用年限中に構造物が破壊しない確率を用いて信頼性の基準としている。

2. 非線形構造物の安全性の検討 普通, 我々が知ることは二重の, 荷重とは外力の変数で表現された荷重の分布であり, 耐力とは荷重作用の変数によって表現された耐力の分布である。したがって荷重と耐力を比較して安全性を検討するためには, 両者が同じ座標軸上で分布を持つように変換されねばならない。しかし, 非線形挙動を示す構造物の場合, 直接非線形変換を行って破壊の確率を計算すればよいのであるがこれは極めて困難なことであるので, 普通, 線形近似を用いることによって線形変換を行ない計算の簡略化が図られている。この線形化点として, 破壊確率を計算するためのみ積分が最も高密度に行なわれる点を選ぶのが妥当である。

そこで線形化点を決めるために次のような計算を行なってみる。

(i) 荷重と耐力が同じ座標軸上にあるとき, ため込み積分が最も高密度に行なわれる位置を求める。その点を S_{max} とし, この位置をパラメーター $z = (S_{max} - \bar{S}) / (\bar{R} - \bar{S})$, 二重 $\bar{S}$; 荷重の平均値, $\bar{R}$; 耐力の平均値) で表わす。荷重と耐力の変動係数の各組ごとに, このパラメーター z と中央安全率 r_0 の関係を調べた。(図1参照)

(ii) 非線形挙動をいく種類が仮定して, この非線形変換によってため込み積分が最も高密度に行なわれる位置がどのような影響を受けるか調べた。(図2参照)

これらの結果に基づいて, 線形化を行なうべき位置の簡便な決定方法として図3に示すような方法を提案する。

すなわち, 荷重を線形挙動部に基づいて荷重作用に変換した時

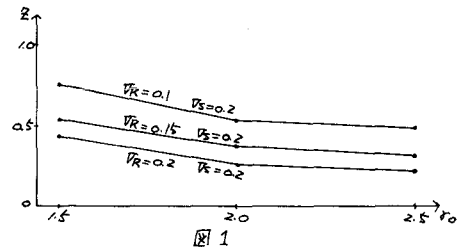


図1

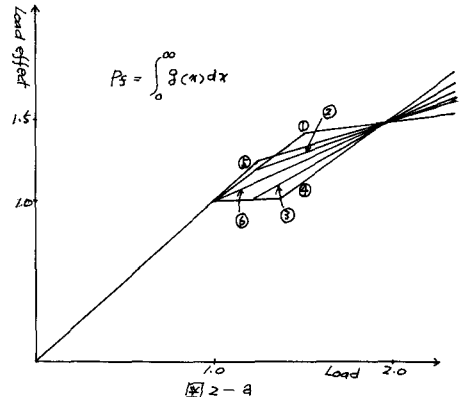


図2-a

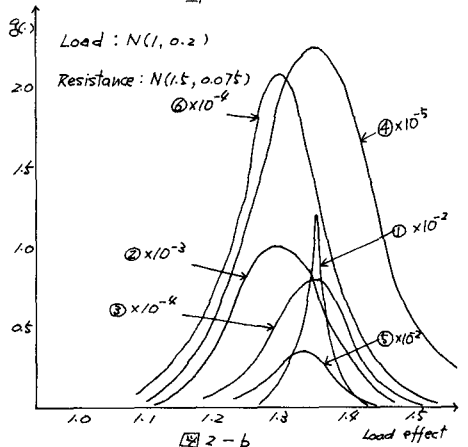


図2-b

の線形化点を G_{max} とし、線形挙動の時の荷重作用 G_{max} に対応する荷重を Q_{max} とすると、線形化点として荷重 Q_{max} に対応する非線形挙動面上の点を線形化を行なうものとする。この方法で線形化点を決定すると、実際、真の破壊確率の値に忠実な形で線形近似を行なうことが可能と考えられる。

このようにして決められた線形化点を用いた線形近似の方法として図3に示すような割線法と接線法が考えられる。後者の方法による近似は破壊確率の算定に忠実な形で線形近似も行なわれている。従ってこの方法で荷重を荷重作用へ変換した場合、破壊確率の真の値と余り違わずに変換が行なわれる。この意味でこの近似法は安全性の基準として直接破壊確率を用いることができ、確率論的方法に迫った安全性の検証が可能であり、これは水準Ⅱの方法に相当する。

それに対し前者の方法では、線形化の位置は確率論的に決められているが、この方法によって荷重を荷重作用へ変換した値はもはや確率論的意味合いは希薄なものとなっている。しかし、この方法は簡便でしかも原点を通る近似式であるという点から現行の線形理論に基づく方法とも整合性が高いという利点をもっている。従って荷重係数法等の現行の水準Ⅰの安全性の検証において有効に用いることができると考えられる。

3. あとがき 本研究では、構造物の安全性評価における非線形挙動の影響について考えこみた。非線形挙動を示す構造物の安全検証では、これを実際の設計段階でも手軽に行なえるようにするためには、どうしても線形近似を用いた簡略化が必要であるという考えから、線形化の可能性を調べた。その結果、構造物の安全性の基準として用いられる破壊の確率はある限られた領域内ではほぼその値が定まるので、この領域における非線形挙動に忠実な形で線形化を行なえば線形近似が十分可能であることがわかった。

