

1 まえがき

これまで設計において用いられてき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で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で理論的根拠の乏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だされたものが信頼性理論であり、ここでは荷重およ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、我々が知ることは荷重では外力の変数で表現された荷重の分布であり、耐力で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なって破壊の確率を計算すれば良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破壊の確率の計算の簡略化が図られている。ところがこの問題となるのは挙動面のどこで線形近似を行なうかということである。この位置として最も合理的と考えられるのは、破壊の確率を計算するたにみ込み積分が最も高密度に行なわれる点であろう。なぜなら、この位置で線形近似を行なうことが最も真の破壊の確率に忠実な値を与えることになると考えられるからである。

この破壊確率を計算するたにみ込み積分が最も高密度に行なわれる点を線形化点とし、この点を決定するために次のような計算を行なってみた。

(i) 始めに、荷重と耐力が同じ座標軸にある時、たにみ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 $Z = (S_{max} - \bar{S}) / (\bar{R} - \bar{S})$ 、ここで $\bar{S}$: 荷重の平均値、 $\bar{R}$: 耐力の平均値) で表す。荷重と耐力の変動係数の各組ごとに、このパラメータ Z と中央安全率 $\bar{r}_0$ の関係を調べた。(図1参照)

(ii) 非線形挙動をいく種類か仮定して、この非線形変換によってたにみ込み積分が最も高密度に行なわれる位置 S_{max} はどのような影響を受けるかを調べてみた。(図2参照)

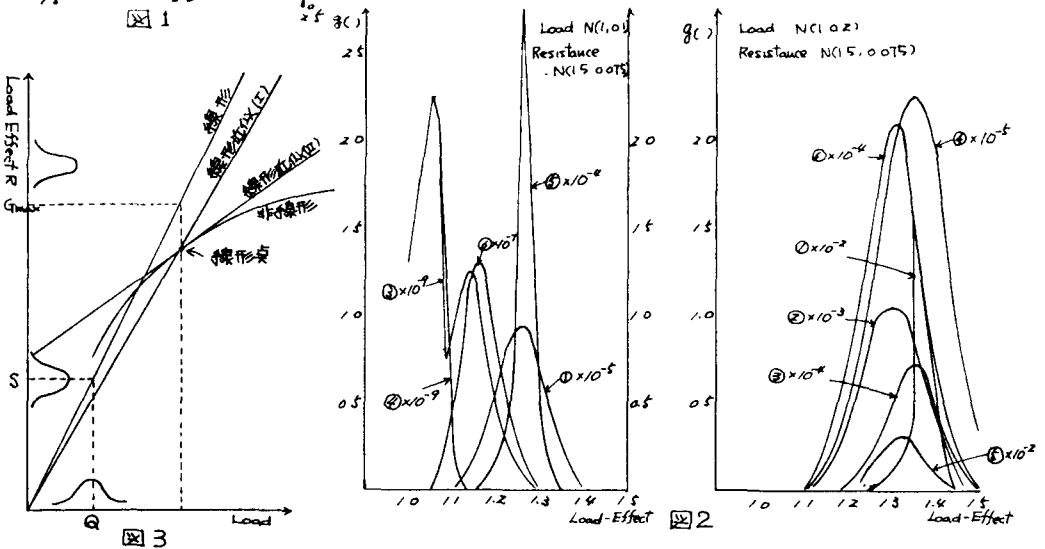
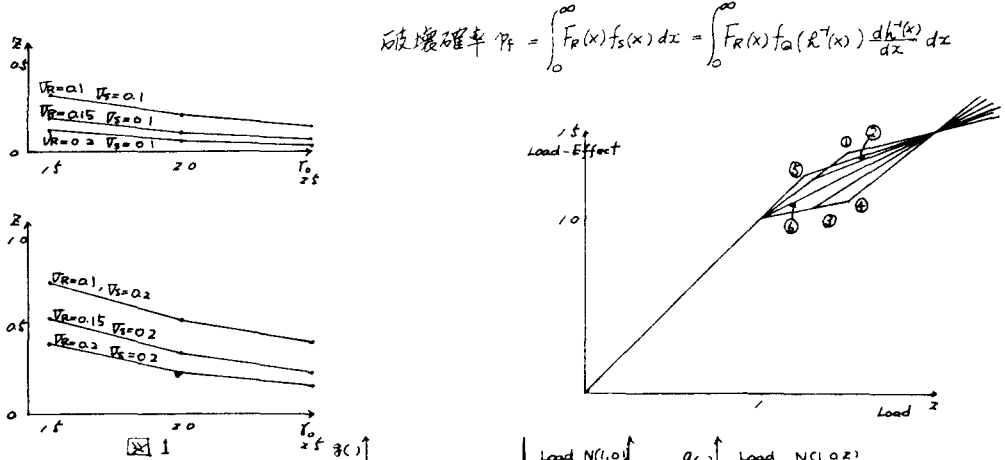
これらの結果に基づいて、線形化を行なうべき位置の簡便な決定方法として図3に示すような方法を提案する。すなわち

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で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、真の破壊の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の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、破壊の確率は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の確率を用いることができ、確率論的方法に基い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。

それに対して前者の方法では、線形化の位置は確率的に決められているが、この方法によって荷重と荷重作用へ変換した値はもはや確率的な意味あいも希薄なものとなっている。しかし、この方法は簡便なにもかゝる原典を越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良いという利点を持っている。従って荷重係数法等の現行のレベルⅡ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、建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てみた。非線形挙動を示す建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方に立て、線形化の可能性を調べた。その結果、建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。