

動的計画法に基づく潜在すべり面の決定(第3報)

徳島大学工学部 正 山上 拓 男
" 正 植 田 康 宏
徳島大学大学院 学 小 山 正 之

1. まえがき : 変位法に基づく通常のFEMは変形の問題には大変強力な手段であるが、安定問題には余り適していない。すなわち、局所的な安全率の分布はともかく、構造物全体としての安全率をFEM解析の結果からただちに知ることはほとんど不可能といわねばならない。こうしたFEMの欠点を補うべく、前報^(1,2)において、FEMで与えられた応力場に潜在する安全率最小のすべり面(潜在すべり面)の位置、形状および安全率の値を探索するDPアルゴリズムを提案し、簡単な適用例を示した。本文ではこの手法の基本的特性とその位置付けを一層明確にするため、三軸圧縮試験時応力状態の如き一様応力場を例にとり、2,3の検討結果を述べてみたい。

2. DPに基づく潜在すべり面探索手順の要約 : 与えられた応力場の2点A,Bを結ぶ任意の仮想すべり面に沿って安全率 F_s を $F_s = \int_A^B \tau_t ds / \int_A^B \tau_t ds \dots (1)$ で定義する。ここに、 $\tau_t = C + \sigma \tan \phi$ はすべりに対する抵抗力、 τ はせん断応力、 σ は垂直応力である。また s はすべり面に沿う長さである。このとき、新たな変数 G を持ち込んで $G = \int_A^B (\tau_t - F_s \tau) ds \dots (2)$ と定義すれば、式(1)の F_s を最小にすることと、式(2)の G を最小にすることがまったく同等であることが知られている。つまりA,B2点間を結ぶ曲線の選び方に依じて式(1)の F_s の値が変化するが、求めるA,B2点間の潜在すべり面はいうまでもなく F_s を最小とするものであり、そのとき式(2)の G 自身も最小となっているのである。理論構成上、式(1)を直接最小化することはできないので、これに代り、式(2)の G の最小化を計るのである。その際、数値解析の便宜上式(2)を離散形で表示し、さらに、DPを適用するに当って与えられた応力場を適当な数のstageとstateに分割しなければならないが、これについては文献(1)を参照されたい。また、DPの中心概念である最適性原理およびこれの数学的表現としての関数再帰方程式も本研究にとって極めて大切な点であるが、これらもやはり文献(1)に譲ることにする。さて、DPアルゴリズムのもとに式

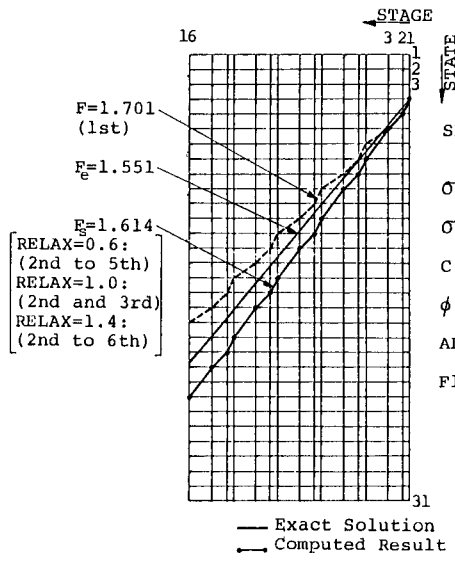


図-2 問題1と探索結果(三軸供試体)

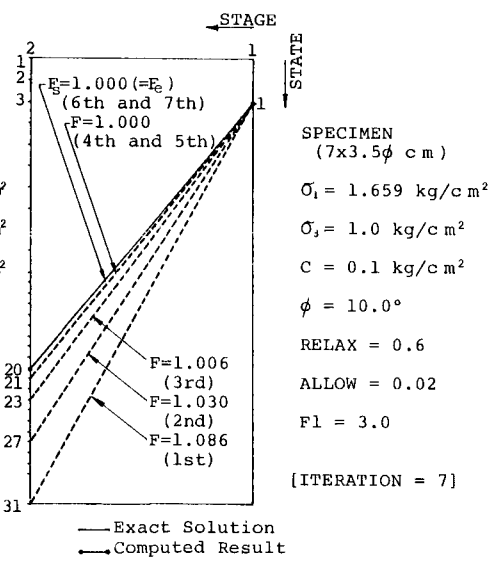


図-3 問題2と探索結果(三軸供試体)

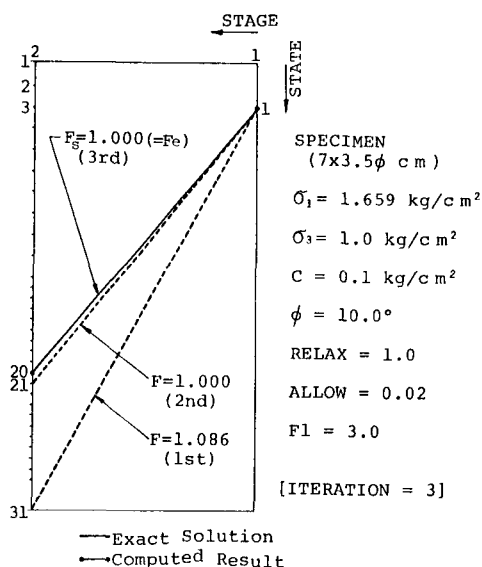


図-4 問題3と探索結果(三軸供試体)

(2)を適用するに当って、 F_1 としては
FE解析などで既知とされている
が、 F_2 は未知である。そこでまず
最初 F_2 の仮定値から出発して、解
が収束するまで反復計算を行わな
ければならない。すなわち、ある
反復計算段階の出発点において F_2
の値を仮定し、この F_2 のもとに式
(2)の F を最小とする曲線 AB を探索
する。そして探索された AB に沿
って式(1)で F_2 の値を計算し、こ
れが出発点の仮定値と許容値内で
一致しているか否かをチェックす

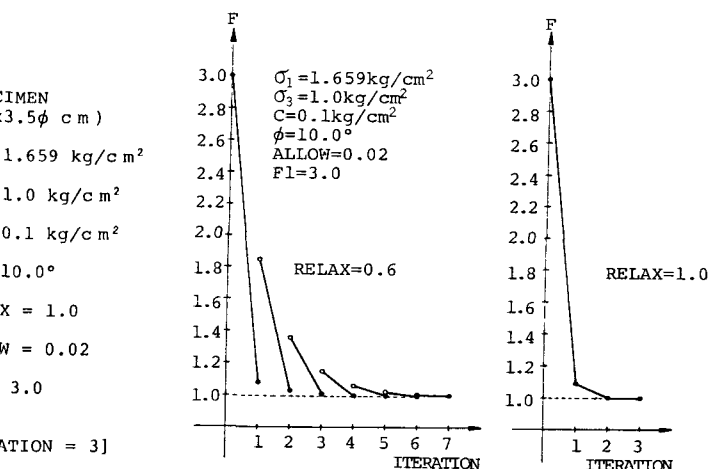


図-5 問題2,3の安全率の推移

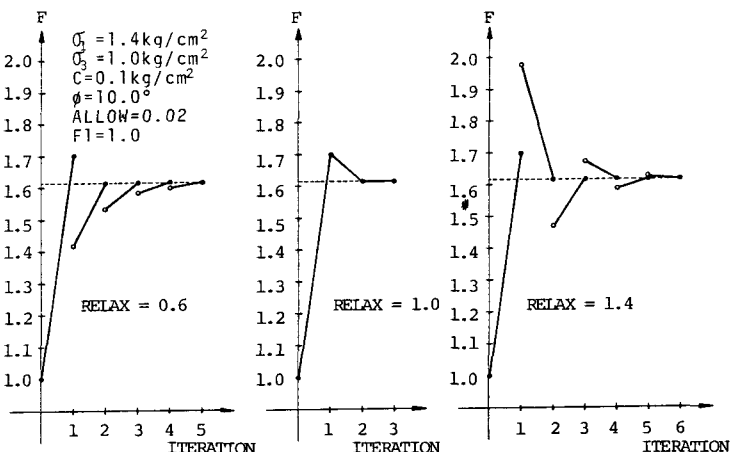


図-6 問題1の安全率の推移

る。一致しておれば解は収束したことになり、このときの AB が求めるべき潜在すべり面、 F_2 の値が求めるべき
構造物全体としての最小安全率ということになる。もし一致していなければ、式(2)の F_2 の値を仮定しなおして再
度上と同じ手順を繰返すのである。この際、 F_2 を仮定しなおすやり方は、安全率の値の差のRELAX倍を一步手
前の値に加える方法を採用している。なお、上記した許容値はALLOWなる記号で示している。

3. 適用例と結言 : 文献1)と同じ三軸供試体に対して、図-1~3に示す3つの条件のもとにすべり面を探索
した。図-1はstage 16個、state 31個(ただし第一stage上ではstateは1個のみ)、他の2例はいずれも
stage 2個、state 31個である。図中 F_e は厳密解、 F_2 は由Pによる探索結果、 $F1$ は最初の安全率の仮定値を示す。
図-5に図-1の、また図-4に図-2,3の問題に対する反復過程での安全率の推移を示した。これより、RELAX
は1.0とするのが最も効率的であることがうかがわれる。また最初の仮定安全率は予想される厳密解より
大きい値にとることが望ましいといえそうである。【参考文献】1) 山上・植田: 動的計画法に基づく潜在
すべり面の決定、第19回土木工学発表会。2) 山上・植田・小山: 動的計画法…、昭和59年度土木学会発表予定。