

III-317 安定解析と変形解析の関連

不動建設㈱ 一本英三郎

奥山 一典

○野津 光夫

1. 概説

地盤の安定と変形の問題は、現状においては構造力学としての数値解析法から安定解析（極限平衡法など）と変形解析（FEMなど）に区分して取り扱われるのが一般的である。したがって、進行性破壊を安定解析に取り入れようとする、従来の安定解析手法（極限釣り合いを前提）を用いる限りはピーク強度の代わりに残留強度を用いることになる。

安定解析において多用される現状の分割法は（ $n-2$ ）個の未知量残数の不静定問題となり、これを静定化するには、一般に2つの方法がある¹⁾。

- ① 土の応力とひずみの関係を用いる。
- ② 何らかの仮定を設けて、（ $n-2$ ）個の条件を付与する。

①は、唯一の正解が定まるが、不静定内力の評価ができていない現状では実際的でないと言われるが、逆に言えば、応力とひずみの関係の研究が重要であるとも言える。

②は、付与条件の実用的な克服が問題であり、取り扱い方の相違によって諸種の手法が考えられ、唯一の正解というよりも手法の相違などからその解はある巾をもって分布する。

本文は、①については応力とひずみ関係の近似的構成表示⁴⁾を、②については実用的に妥当とみられる²⁾フェレニウス法を用いて、①と②の関連性を比較検討するものである。

2. 安定と変形の解析手法

例えば、Kulhawy によれば、「構造物の安定性の推定が、局所的な過剰応力に関するものであっても、安全率を決めるのにFEM法によって計算された応力値が用いられる」³⁾としている。

すなわち、一般には下記の①、②は互いに異なる。

- ① 応力レベルに基づく安全率（拘束力 σ_3 一定で σ_1 を増加させ破壊すると仮定）
- ② せん断応力に基づく安全率（与えられた面に働

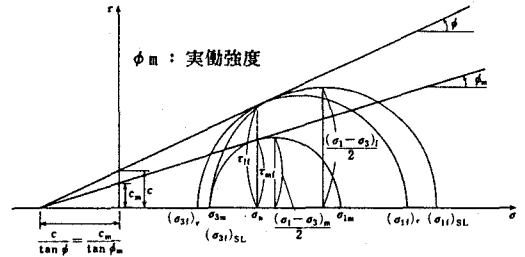


図-1 実際に生じている応力状態と破壊時の応力状態との比較⁴⁾

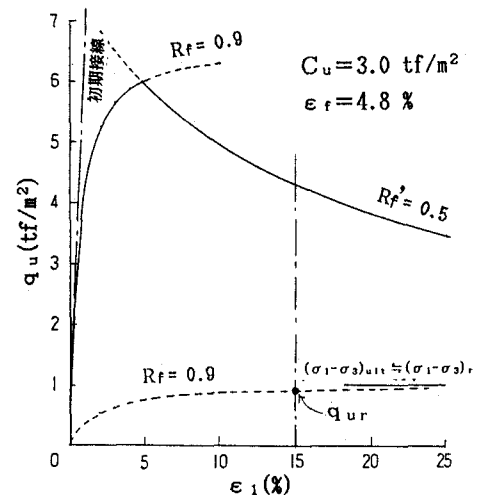


図-2 粘性土の構成的表示

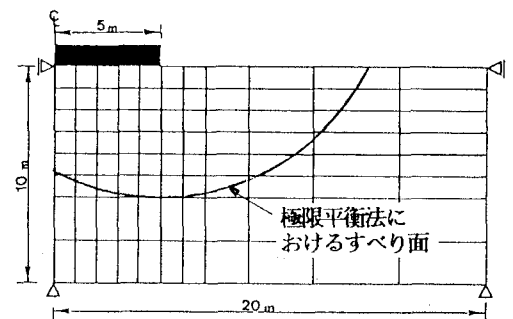


図-3-1 計算モデル

く垂直応力 σ_n が一定の状態破壊すると仮定)

図-1において、①の安全率 F_{SL} と②の安全率 F_{ST} は、 $F_{SL} \geq F_{ST}$ である。

このような知見をも考慮して、図-2に示す粘性土の構成的表示⁴⁾を用いて、FEM計算し、フェレニウス法の結果と比較する。

なお、FEM計算においては、手法の限界から、ひずみ軟化の表現が可能かどうか詳らかでない点もあるが、本文においては、ひずみ制御の条件によって計算を試みる。

3. 計算例

簡単な例として、次の条件で計算した。

- ① 深さ10mの粘土地盤 ($C_u=3\text{tf/m}^2$)
- ② 帯荷重で段階的に 20tf/m^2 程度まで増加
- ③ $\varepsilon_1/\varepsilon_3=0.495$ (一定)

計算結果例を図-3-1～3-3に示す。FEM計算に用いた応力とひずみ関係は、図-2の構成的表示の他にDuncan-Changの双曲線表示（ひずみ硬化状態）と塑性（ひずみ軟化状態の領域で一定）を組み合わせたものの結果も検討している。

4. あとがき

今後課題を残しているが、実用面における事前と現場（建設中）の検討とその関連をみるために、現場で実測しうるデータに基づいて、例えば、松尾・川村の管理図 ($\delta/d \sim d$)への活用が本研究の狙いである。

本研究においては、京都大学 赤井教授、柴田教授、愛媛大学 八木教授、援助教授に多大な御指導と御援助を戴いている。ここに感謝の意を表する。

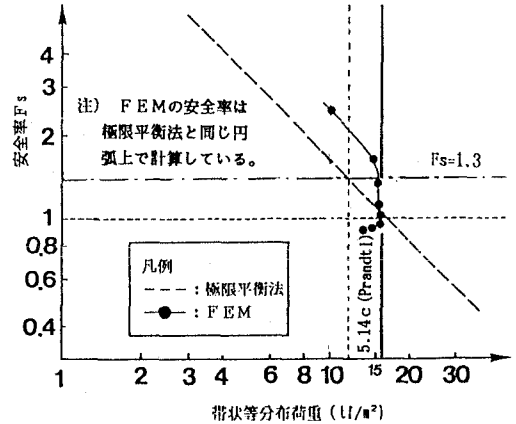


図-3-2 計算結果例（安全率と荷重の関係）

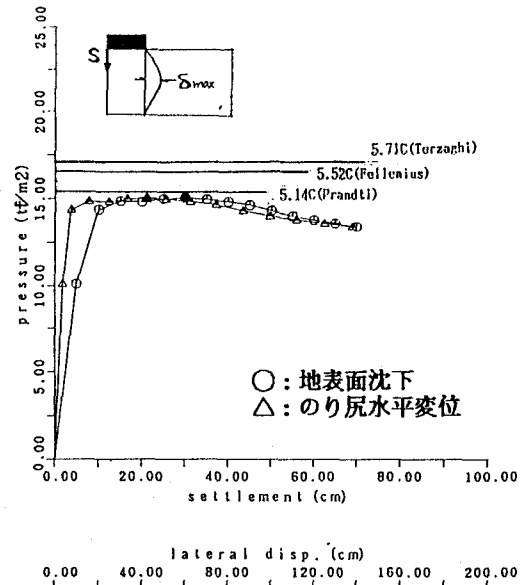


図-3-3 計算結果例（沈下量、水平変位と荷重の関係）

参考文献

- 1) 土質工学会 (1982) : 土質工学ハンドブック、第7章斜面安定、7.4.安定解析各論、PP.234.
- 2) 榎明潔、八木則夫、矢田部龍一 (1988) : 最も一般化された安定解析（スライス分割法）、土木学会第43回年次学術講演会、講演概要集。
- 3) 川本眺万、林正夫 (1978) : 地盤工学における有限要素解析、6.4.フィルダムおよび盛土、培風館。
- 4) 一本英三郎、奥山一典、野津光夫 (1989) : 複合土に係わる応力とひずみの関係、土木学会第44回年次学術講演会、講演概要集。