

2 次元解析に基づいた地震時の擬似 3 次元地盤安定評価法 (その 1)

(株) 地震工学研究所 正会員 ○宇高 竹和
同上 正会員 大島 快仁

1. はじめに

傾斜地盤に代表される地盤安定評価法には色々な手法が考えられるが、2次元解析に基づいた手法が最も一般的な方法である。この方法は比較的簡単ではあるが、すべり面が2次元的なため、最小安全率よりも高いと考えられる側方のすべり面を無視する事により、安全率は安全側に過小評価する傾向にある。一方、実現象を最も再現できると考えられる3次元解析は精度の向上が期待できる上に、不必要な安全裕度を取り除き、より経済的な設計及び安全評価に結びつくと考えられる。しかしながら、複雑な地盤の3次元解析モデルの作成にはかなりの時間を要し、動的な応答計算にも計算能力の優れたコンピュータが必要になってくる。特に複雑な地盤の場合には2次元解析の数十倍の人力と計算能力が要求される。

ここでは、複数の2次元解析を用いてすべり面を3次元的に取り扱うことができる擬似3次元地盤安定評価法を提案する。

2. 擬似3次元地盤安定評価法の概要

図1に地盤安定評価法のフローを示す。図中、今回着目したのは静的と動的解析のFEM解析部である。このFEM解析部中、2次元の地盤安定評価法を概念を図2(a)に示した。図に示すようにすべり面は奥行き方向に変化しないすべり線として定義される。一方図2(b)で示す3次元の検討では3次元的な広がりや変化のあるすべり面として定義される。ここで図2(b)で表される地盤が奥行き方向に大きな変化がない場合は、便宜上2次元解析の応答の平面ひずみ状態と仮定しても地盤応力の精度に問題はないと考えられる。言い換えると、地盤の応答は2次元平面ひずみ状態と仮定するが、実際のすべり面は3次元で考える2次元解析と3次元すべり面を組み合わせたハイブリッド法である。

応力について考えると2次元解析で得られる地盤応力は σ_x , σ_z , τ_{xz} であるが、実際には面外方向の σ_y も存在する。一方3次元場では、 σ_x , σ_y , σ_z , τ_{xy} , τ_{yz} , τ_{zx} の6成分であるが、平面ひずみ状態、またはそれに近い状況では τ_{xy} , τ_{yz} はゼロまたは無視できる大きさになるので2次元の応答とほぼ同じになる。この為、図1の最後のすべり安全率の計算では3次元解析と同等の結果が期待できる。

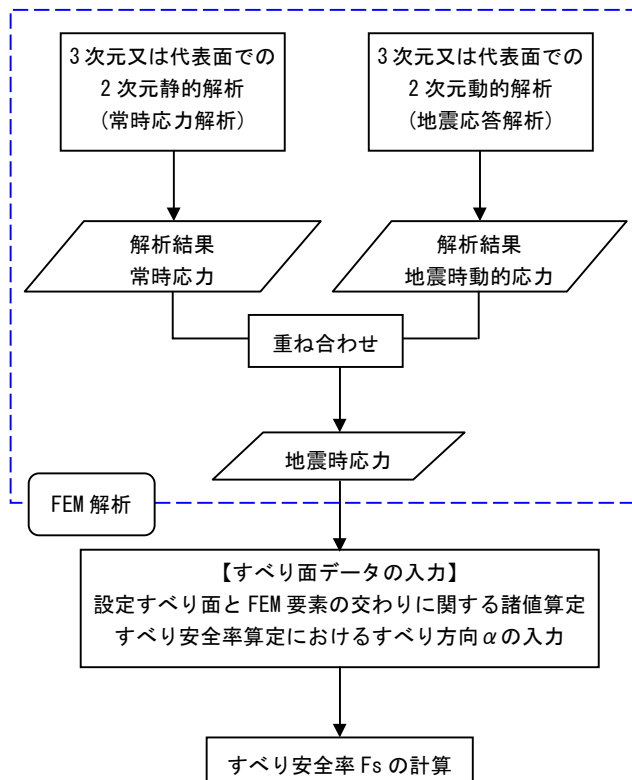


図1 擬似3次元地盤安定評価法と従来の3次元解析による地盤安定評価法のフロー

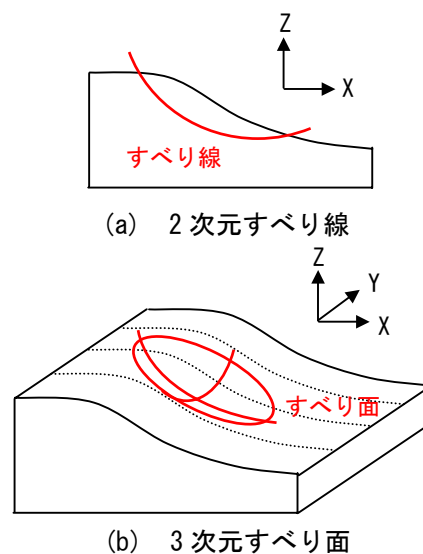


図2 2次元すべり線と3次元すべり面

キーワード 地盤安定評価, 3次元解析, 2次元解析, 地震応答, すべり

連絡先 〒160-0004 東京都新宿区四谷4丁目27番2号 新宿Yビル3階 (株)地震工学研究所 TEL 03-3226-8733

また、すべりに対して大きな影響を及ぼさないと考えられる面外の加振に対して同様な事が言える為、面内(xとz方向加振)と面外(y方向加振)の3方向同時加振の影響を考慮可能な評価法と言える。

ここで奥行き方向に地盤の形状及び物性に变化が認められる場合を考えてみる。この場合は2次元の代表断面を複数個設定し、各々の断面で支配幅を考慮して全体の3次元モデルを形成させる。図3に2次元断面の支配幅を考慮した複合断面の概念図を示す。この場合でもすべり面は3次元的に考慮して考える。簡単な例として、図4に図3に基づいた複合断面の切断面を示した。この場合、各断面の支配幅の境界面で応答が不連続となるが、基本的にはすべり面は連続として取り扱う。しかしながら、特殊な場合として断層面や軟弱層などが存在し、すべり面が不連続な取り扱いをしなければならない場合もあり得る。

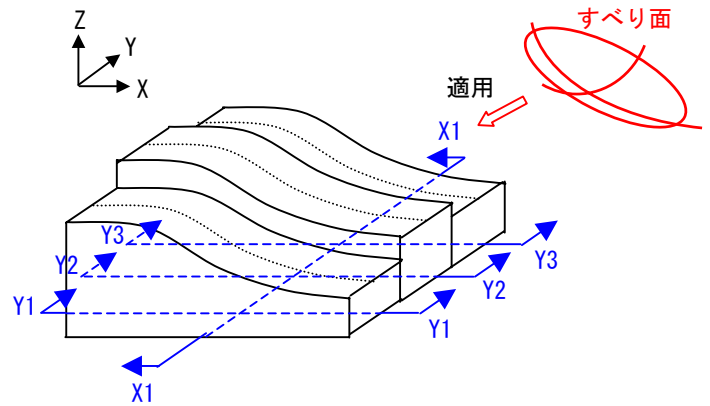


図3 2次元複合断面

3. 本評価法の利点と欠点

ここで本評価法の利点と欠点を挙げる。まず、利点としては、

- 1) モデルの作成及び計算時間が、従来の3次元解析に比べると格段に少なくてすむ。
- 2) 2次元モデルの作成に当たって、隣接する2次元モデルの制約はまったく受けない。要素の数、種類、大きさ等、自由に選択が可能である。
- 3) 3方向同時加振の影響を考慮可能な評価法である。
- 4) すべり安全率、要素毎の局所安全率、すべりの方向等の計算は、3次元解析と同じ仮定で行うことができる。つまり、滑り面がどの角度で要素を横切っていても良い。
- 5) 静的及び動的解析ともに、3次元解析に近い精度が得られると仮定できる。この為、2次元解析よりもかなり現実に近い結果が得られると思われる。
- 6) すべり面の滑る方向も360度考慮することが可能である。

次に、欠点としては次のことが考えられる。

- 1) 薄い軟弱層が数多く存在する場合に、すべり安全率の計算はその軟弱層を通過するすべり面を仮定せざるを得ない。この場合、隣接するすべり面とは不連続になる。
- 2) また、すべり面は水平面となり、このブロックの軟弱層については2次元解析の安全率と大差がない。

以上より、利点と欠点を併せ持つが明らかに利点が多く、この評価法を用いることにより、従来の2次元の方法に比べ、より合理的で、より経済的な設計に貢献できると思われる。

しかしながら、奥行き方向に地盤の形状及び物性に变化が著しい場合に、3次元解析との比較で、この評価法の適用範囲、精度等、更に検証を重ねていかねばならない問題があり、今後の研究の成果を期待したい。

参考文献

- ・ SuperFLUSH/2D 使用説明書
- ・ FLUSH/3D 使用説明書
- ・ MIDAS/Gen ユーザーマニュアル 第2巻 Analysis&Design

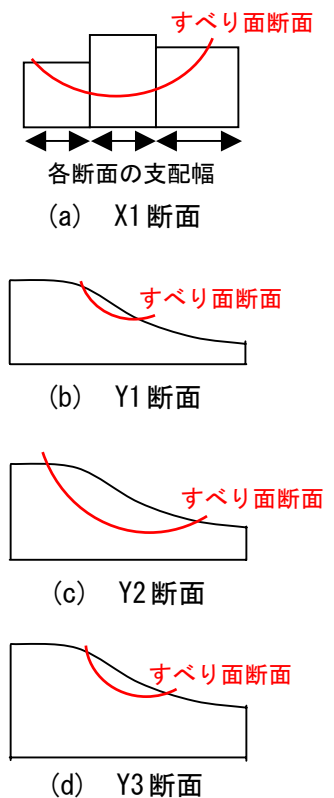


図4 切断面のすべり面位置