

# 逐次すべりを考慮した安定解析 Stability Analysis Of Slope Considering Gradual Collapse

○ 青野 智則・近藤 秀一・青山 咸康\*・小林 晃\*  
Tomonori AONO, Shuichi KONDO, Shigeyasu AOYAMA and Akira KOBAYASHI

## 1. 概要

地すべりと地下水面位置の関係を見るために室内模擬実験を行った。模擬実験では2台のカメラを用いて斜面表面の3次元変位の観測を行い、その結果からすべり面を推定した。一方、模擬実験で観測された水位を用いて円弧すべり法による安定解析を行い、最小の安全率を与えるすべり面を求めた。両すべり面を比較すると、実験では地下水面より上部からすべりが生じており、円弧すべり面法では、水面と斜面が接するところからすべりが生じていた<sup>1)</sup>。本論では、その違いを考察するために逐次崩壊による斜面形状の変化を考慮に入れた地すべり面の解析法を開発した。

## 2. 室内模擬実験による地すべり面算定

### 2.1 実験装置

装置は地すべり斜面をつくるための土槽部と、土槽を傾ける傾斜台、そして地下水位をコントロールする注水槽からなる。土槽の容積は75.5×53.0×48.5(cm<sup>3</sup>)(L×W×D)、マンメータ用の穴が底面に3個ずつ上下流方向に5列計15個開いている。マンメータを穴に接続し、模型斜面内部の水位を観測する。実験中に注水槽の高さを調節することで水位を任意の高さに保つことができる。マンメータの様子を記録できるように土槽の側面からマンメータ観察用のビデオカメラを設定した。また斜面表面に7×7=49個のマーカを設置しその変位を天井に設置した2台のカメラで撮影する(Fig.1)。また供試体の材料物性をTable1に示す。

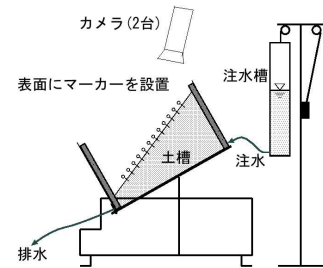


Fig.1 全体図

Table1 材料特性

斜面の乾燥密度	1.63g/cm <sup>3</sup>
透水係数	0.029cm/s
せん断抵抗( $\phi'$ )	31.8°
粘着力( $c'$ )	23.5kPa

### 2.2 実験手順

実験では、傾斜台によって斜面角度を28度に保つ。そして注水槽を上げていき、上流側の水位を徐々に上げていく。崩壊状況を天井からのカメラで撮影した。

### 2.3 マーカー追跡によるすべり面推定

2台のカメラでマーカ的位置を三次元座標で追うことによってマーカの変位を得る。また、すべり面の亀裂部分はカメラの画像(Fig.2)から測定する事ができる。亀裂部分とマーカ変位の三次元座標から、すべり面を算定する<sup>1)</sup>。

この実験における推定すべり面はFig.3となった。

### 3. 円弧すべり法による地すべり面算定

実験で斜面が崩壊したときの水位を用いてFellenius法を用いて円弧すべり解析を行った。結果Fig.4となり、実験でのすべり面(Fig.3)より下流側に円弧が形成される結果となった。

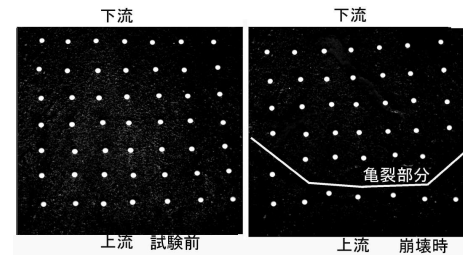


Fig.2 マーカの移動状況の例

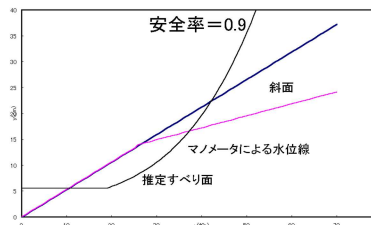


Fig.3 実験すべり面

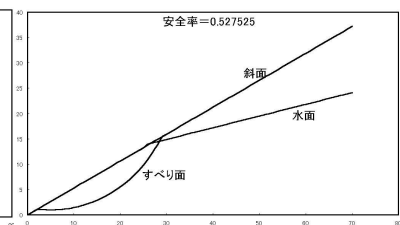


Fig.4 円弧解析すべり面

\*京都大学大学院農学研究科：Graduate School of Agricultural Science, Kyoto Univ.

## 4. 逐次崩壊を考慮した地すべり面推定

### 4.1 手順

実験では、水位の上昇とともに地すべりが段階的に発生する様子が観察された。そこで地すべりを逐次的な崩壊と考え、途中の地すべり崩壊による地形形状の変化を考慮した解析を行った。解析フローを Fig.5 に示す。水位を実験で最初に崩壊した時の状態にし、その時の最小安全率を算出する (Fig.7)。その値が 0.9 を下回るときその部分が崩壊したとし、下流部分に崩壊円弧部分の面積と同じ量の土塊が、実験で観察された崩壊斜面角度  $20^\circ$  ですべると仮定する (Figs.6, 8)。次にこの地形において再び最小安全率を測定し、0.9 を下回るなら崩壊、上回るなら安定状態とする。安定状態に達する (Fig.9) と水位を上昇させ (Fig.10)、再び最小安全率を算出し 0.9 を上回るまで崩壊させる。

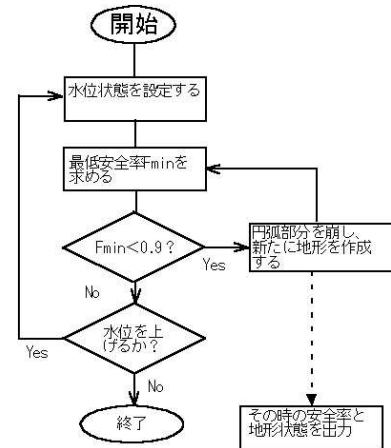


Fig.5 逐次崩壊のフローチャート

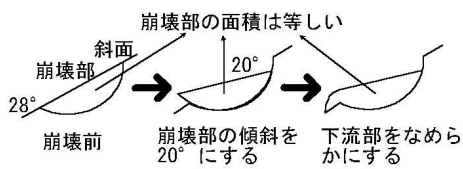


Fig.6 崩壊後の斜面形成

### 4.2 解析結果

本論では水位を 6 段階に上昇させ解析した。各水位段階における最初の崩壊の様子は、Fig.7, Fig.10~Fig.14 となり、最終すべり面は Fig.14 のようになった。水位を上昇させるにつれすべり面が徐々に上昇している事がわかる。Fig.14 と実験でのすべり面 (Fig.3) と比較すると、すべり面上端部がほぼ一致している。

## 5. 結論

本論では、1) 実験で得られたすべり面の位置はその時の水位に対する円弧すべり面より上部にある。2) このようなすべり面の位置の上昇は、逐次すべり面を考慮することで予測可能であることがわかった。円弧すべり面の位置を精度よく推定する事は対策工の検討において非常に重要であり、本論で用いたような下流部の安定性を考慮した解析が有効であろう。

### 参考文献

- 1) 青野智則・近藤秀一・青山成康・小林晃：3次元変位を用いた地すべり実験，第37回地盤工学研究発表会（投稿中），2002。

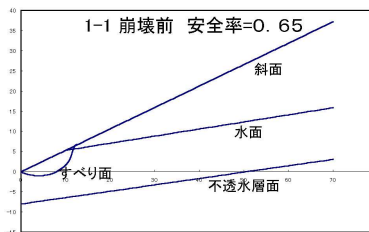


Fig.7 水位段階1のすべり面

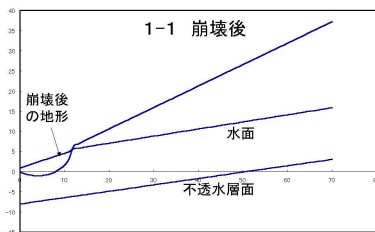


Fig.8 水位段階1の地形修正例

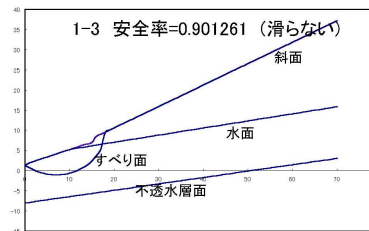


Fig.9 水位段階1の最終安定状態

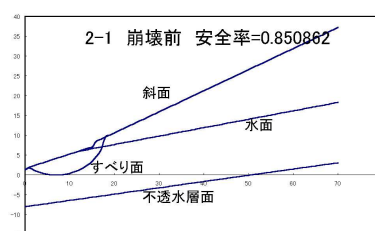


Fig.10 水位段階2の最初のすべり面

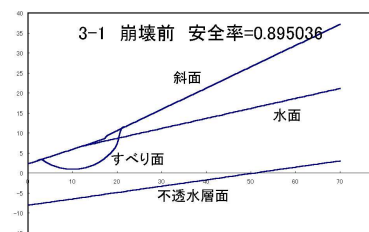


Fig.11 水位段階3の最初のすべり面

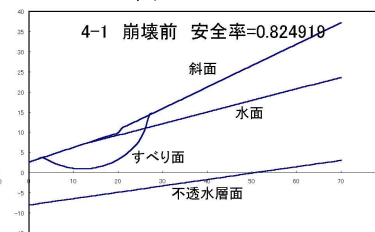


Fig.12 水位段階4の最初のすべり面

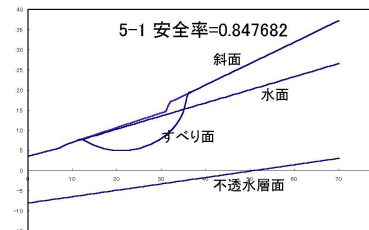


Fig.13 水位段階5の最初のすべり面

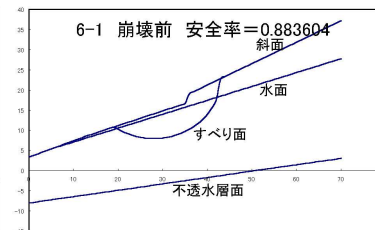


Fig.14 水位段階6の最終のすべり面