

地すべり断面形状と安定解析図の関係

Influence of geometric elements and groundwater level of landslides on the $c' - \tan \phi'$ diagram of stability analysis

○木村 匠*, 宜保 清一**, 中村 真也**, 陳 伝勝***

Sho KIMURA, Seiichi GIBO, Shinya NAKAMURA, Chuansheng CHEN

1. はじめに

地すべりの安定解析においては、通常、安全率 F_s を仮定して解析図 ($c' - \tan \phi'$) を作成し、地すべり対策に必要なすべり面の平均強度定数を決定している (例えば、宜保ら, 1981; 山上, 植田, 1984, 1994; 宜保, 1996)。中国・薛城鎮地すべり (周ら, 1997), 沖縄・仲順地すべり (中村ら, 2004), 大阪・亀の瀬地すべり (Gibo et al., 1987) および新潟・大所地すべり (佐々木ら, 2001) などの地すべり事例研究の中で、修正簡便式により作成した $c' - \tan \phi'$ 図は地すべり毎に異なった形となった。地すべりの形状や規模、斜面勾配等に関する研究は多くあるが (例えば、水野, 1984; 上野, 2001), $c' - \tan \phi'$ 図との関係を明確にした報告は見あたらない。 $c' - \tan \phi'$ 図に及ぼす地すべりの形状の影響を明らかにすることは、実務における $c' - \tan \phi'$ 図の作成とその合理性確認に有益である。

本研究では、モデル地すべりを用いて、地すべり斜長、地すべり厚、斜面勾配および地下水位と $c' - \tan \phi'$ 図の変化の関係を明らかにした。

2. モデル地すべりの形状諸元および分析方法

L , $D \cos \alpha$, α , 地下水位の 4 つを要素としてシンプルなモデル地すべりを設定し、修正簡便式により $c' - \tan \phi'$ 図を作成して各要素の影響を調べた。モデル地すべりの形状要素の定義は次の通りである。地すべり斜長 L : すべり土塊の頭端と末端を結ぶ直線の長さ。地すべり厚 $D \cos \alpha$: すべり土塊の斜面に垂直方向の最大厚さ。斜面勾配 α : すべり土塊の頭端と末端を結ぶ直線の傾斜角。すべり面は L を弦として最大厚さの点 d を通る円弧とし、地下水は“なし”と“地表面”までの 2 通りとした。上野 (2001) を基に発生頻度の高い地すべりの規模や断面形状 (縦断形状比 $L/D = 2.8 \sim 19.2$) を想定し、各要素を変化させた。

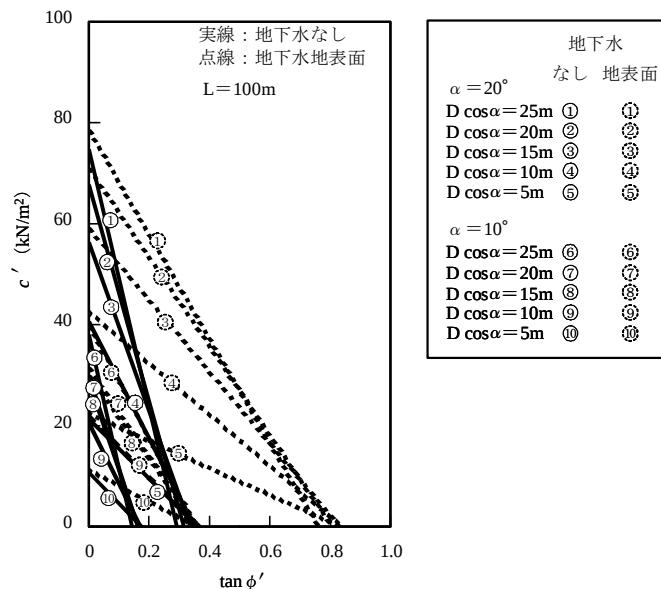


Fig. 1 地すべり厚の異なるモデル地すべり ($D \cos \alpha = 5m, 10m, 15m, 20m, 25m$) の $c' - \tan \phi'$ 線

The $c' - \tan \phi'$ lines for the model landslides of varied thicknesses ($D \cos \alpha = 5m, 10m, 15m, 20m, 25m$)

3. 結果および考察

3.1 $c' - \tan \phi'$ 図と影響要素の関係

地下水の影響については 3.2 で詳述するので、3.1 では地下水なしに限定した。**地すべり斜長 L の影響:** $\alpha = 20^\circ$ のモデル地すべりを用いて、 $L = 50, 100, 200$,

*鹿児島大学大学院連合農学研究科 The United Graduate school of Agricultural Sciences, Kagoshima University

**琉球大学農学部 Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus

***琉球大学客員研究員 Visiting Researcher, University of the Ryukyus

キーワード: 土の静力学的性質, 安定解析, モデル地すべり

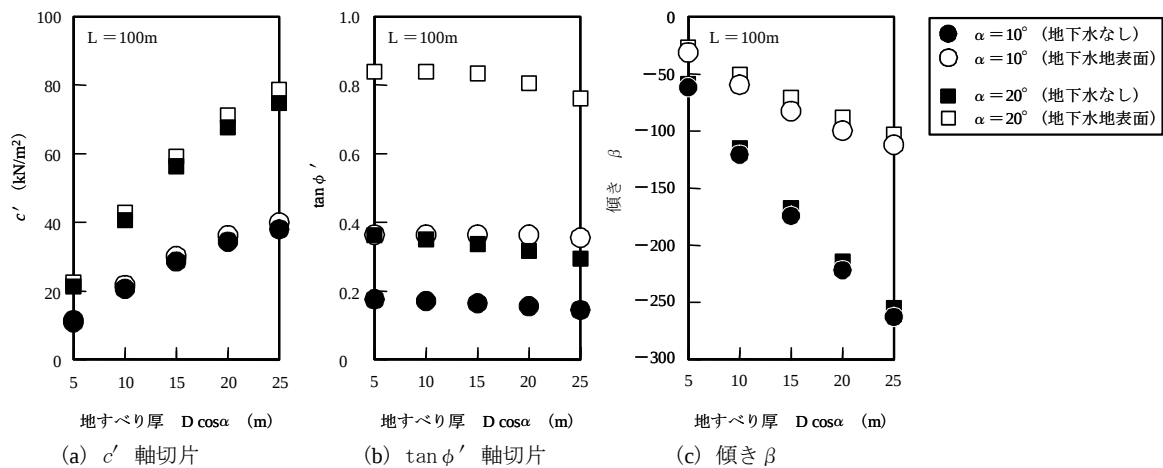


Fig. 2 $c' - \tan \phi'$ 線の c' 軸切片, $\tan \phi'$ 軸切片および傾き β と地すべり厚 $D \cos \alpha$ の関係
The c' -intercept, $\tan \phi'$ -intercept and inclination β for $c' - \tan \phi'$ line as a function of landslide thickness $D \cos \alpha$

300, 400, 500m に設定し, $D \cos \alpha$ を 10m と 20m について検討した。 $D \cos \alpha = 10m$ と 20m の両者において, c' 軸切片(以下 c')および $\tan \phi'$ 軸切片(以下 $\tan \phi'$)は L の増大に対して変化が小さく, β は変化がわずかであった。

地すべり厚 $D \cos \alpha$ の影響: $L = 100m$ のモデル地すべりを用いて, $D \cos \alpha$ を 5, 10, 15, 20, 25m および $\alpha = 10^\circ$ と 20° に設定し, 地下水なしと地下水地表面のそれぞれの場合について $c' - \tan \phi'$ 図を作成した(図-1)。図-2 に c' , $\tan \phi'$ 軸切片および β と $D \cos \alpha$ との関係を示した。 $\alpha = 10^\circ$ および $\alpha = 20^\circ$ のいずれにおいても, c' は $D \cos \alpha$ の変化に対して増大傾向を示し, その増分は $\alpha = 20^\circ$ の場合により大きくなった。 $\tan \phi'$ は $D \cos \alpha$ に対して, $\alpha = 10^\circ$ と 20° の両者で変化が小さかったが, β は $D \cos \alpha$ の増大に伴って減少した。 $c' - \tan \phi'$ 図において $D \cos \alpha$ の影響は, c' と β に顕著に現れるが, $\tan \phi'$ に対しては小さいと言える。

斜面勾配 α の影響: $L = 100m$ のモデル地すべりを用いて, α を $10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ$ に設定し, $D \cos \alpha = 10m$ と 20m について検討した。 c' は $D \cos \alpha = 20m$ の場合に $D \cos \alpha = 10m$ におけるより 2 倍近く大きく, α の増大に伴う増分が大きかった。 $\tan \phi'$ は, $D \cos \alpha = 10m$ および 20m の双方において, α の増大に対して増加した。 $c' - \tan \phi'$ 図において α の影響は, c' と $\tan \phi'$ に顕著に現れるが, β に対して増加した。

3.2 地下水の有無の影響

地下水の有無による c' , $\tan \phi'$ および β の変化を各モデル地すべりより捉えた。 c' は, 地下水地表面の場合に幾分大きくなった(例, Fig.2(a))。 $\tan \phi'$ においても, 地下水地表面の方で大幅な増大を示し, α が大きいほどその増分は大きくなった(例, Fig.2(b))。同様に β でも地下水地表面においてより大きく, $D \cos \alpha$ が大きいほどその増分は大きくなった(例, Fig.2(c))。すなわち, 地下水の上昇に伴う $c' - \tan \phi'$ 線の変化は, c' 軸切片の上方へのわずかな移動と $\tan \phi'$ 軸切片の右側方への大移動, β の緩やかな変化として現れ, 影響が大きい。

参考文献 宜保(1996): 地すべり, Vol.33, No.2, pp.46-50. Gibo et al.(1987): Canadian Geotechnical Journal, 24(3), 456-462. 宜保ら(1981): 地すべり, Vol.18, No.2, pp.11-18. 水野(1984): 地すべり, Vol.21, No.1, pp.33-41. 中村ら(2004): 農土木学会論文集, No.229, pp.47-53. 佐々木ら(2001): 地すべり, Vol.37, No.4, pp.22-31. 上野(2001): 地すべり, Vol.38, No.2, pp.1-10. 山上・植田(1984): 地すべり, Vol.21, No.2, pp.17-21. 山上・植田(1994): 土と基礎, Vol.42, No.3, pp.45-50. 周ら(1997): 農土木学会論文集, Vol.187, pp.23-29.