

III-106

対数ら線を用いたすべり面の屈折

京都府 正会員 ○ 乾 隆之
岐阜大学工学部 正会員 宇野尚雄
岐阜大学工学部 正会員 杉井俊夫

異なる強度の多層からなる斜面において、すべり面が層の境界線を横切る場合にどのように変化するかは、境界線の位置と形、応力場、土質の力学的特性が絡んでいると考えられる。実務では、Bishop法などの円弧すべり面法が常用されているが、斜面の地山土質が不均質な場合にはそれに応じて複合したすべり面になると考えられる。宇野、浅井、五十嵐らは、異なる強度の二層からなる斜面について、層境界でのすべり面屈折を考慮に入れて、Baker法に基づく数値計算を行った。同解析での基本的仮定は、

『 1. すべり面は対数ら線で表される。

2. 異なる強度の地層の境界線と交差するとき、すべり面は、 $\alpha_2 = \alpha_1 + (\phi_2 - \phi_1)$

という関係で屈折する（図-1参照）。ただし、 $\phi_i = \arctan(\psi_i / F_s)$ $\psi_i = \tan \phi_i$ 』

またこの解析では、すべり下端を始点にして、 θ の減少する方向に計算している。解析結果から得た図では、一部仮定2の屈折条件に合致していないのではないと思われるものもあった。解析結果の図の一部を図-2～図-6に示した。斜面は、傾斜角45度、高さ5m、土の単位重量1.8tf/m³である。斜面地山を一点鎖線で二層に分け、初めに計算する層を第一層、次の層を第二層としている。また土の強度定数は、各層のせん断抵抗角 ϕ は図に示すとおりで、粘着力 c は両層とも0.4tf/m²である。補助線で示した α は、境界面との交点でのすべり面の接線と水平方向のなす角度である。Fsは各ケースでの安全率を示し、上の（）内はのり先の座標を（0,0）として、右側に+をとる水平距離と上側に+をとる鉛直距離のメートル単位の極の座標を示している。図-2～図-6を仮定2に基づいて検討すると、図-2～図-4は合理的な屈折を示している。図-2、3は第二層のせん断抵抗角（ ϕ_2 ）が第一層のそれ（ ϕ_1 ）より大きい場合で、図示していない合理的と思われるケースの多くもこれに該当している。図-5、6は、第二層の ϕ_2 が第一層の ϕ_1 より小さい場合である。図-5は境界線が斜面に対する法線方向の場合で、 $\phi_1 > \phi_2$ のため $\alpha_1 > \alpha_2$ となり第一層のすべり面は緩くなる筈だが、計算したすべり面形は、より小さい安全率を取ると思われる次第に立ち上がる形となっている。図-6は境界線が斜面に沿う方向で、すべり面と境界線が一致した場合である。計算上は、のり先から始まる対数ら線すべり面が下層を通して境界線を横切り上層にはいると、小さい ϕ_2 の値のためにら線が水平に近い緩いすべり面に屈折して再び下層に戻る、ということを繰り返しているので境界線とすべり面が一致して見えるのである。つまりすべり面は境界線近傍で微少な屈折を繰り返していて、図-6に示す $\alpha_1 = 54^\circ$ はこのような微少な屈折関係を示したもので、全体的に図を見た印象とかなり違っている。

以上の考察から、次のことが明らかとなった。

『 Baker法による対数ら線すべり面を屈折させる条件（仮定2）は境界での屈折を強制しているが、結果的に最小安全率を与えるすべり面の全体的な屈折関係と合致する場合とそうでない場合があるようにみえる。このため仮定2のような関係を、実験的にすべり面の屈折を観察して確認することはできない。』

一方、対数ら線をすべり面に仮定した場合、従来の円弧すべり面や直線すべり面のように面上の土塊が剛体であると見なせるのとは異なり、ら線上の土塊はすべり発生と同時に降伏し塑性破壊を起こしていると考えられる。このため、異なる強度の上下二つの層が塑性破壊を起こしている条件で境界面でのすべり面の屈折及びすべり面形状を調べるため、Sokolovskyに習って斜面の塑性解析に基づくすべり線を追跡してみた。その結果は均質断面のときを図-7、二層斜面のときを図-8に示している。図-8によればすべり面の屈折は仮定2をほぼ満足することが判明した。

【参考文献】宇野尚雄・浅井圭二・五十嵐誠：対数ら線を用いた斜面安定解析の試み，土と基礎，Vol. 35，No. 11，pp.33-38，1987

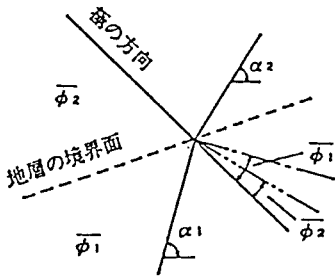


図-1 すべり面の屈折

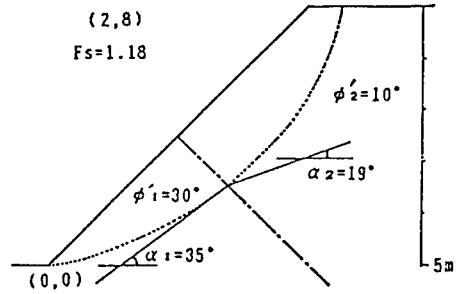


図-5

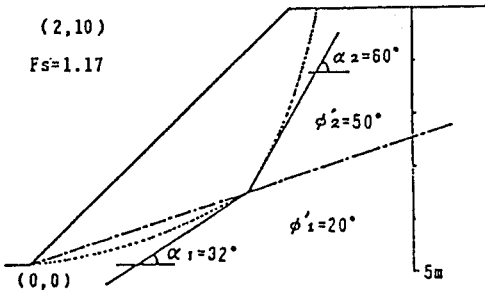


図-2

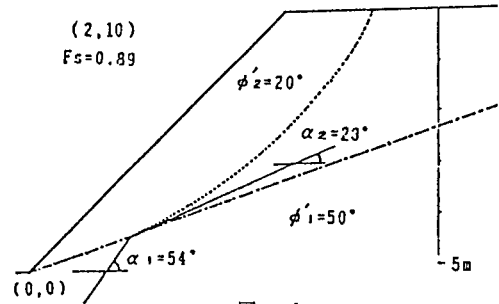


図-6

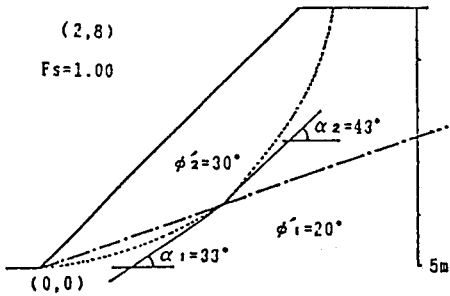


図-3

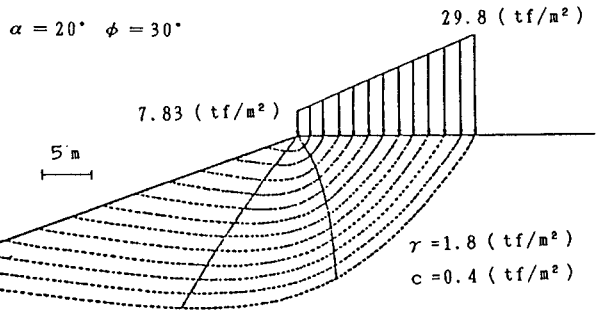


図-7 すべり線図 ($\alpha < \phi$)

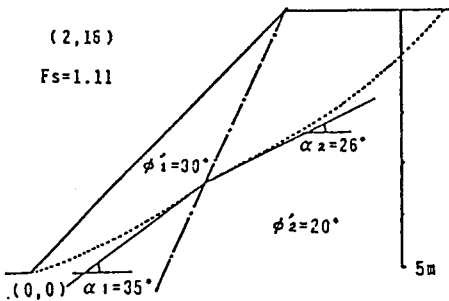


図-4

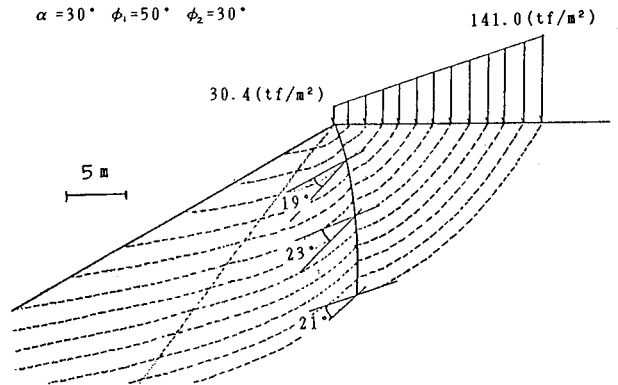


図-8 二層斜面すべり線図（屈折条件満足）