

徳島大学工学部 正 山上 拓男
同上 正 の植田 康宏

1. まえがき

建設工事と関連して、健全な自然斜面を切り取り、いわゆる切土斜面を形成する事例は極めて頻繁に見受けられる。ところが、構成材料の多様・多様性に起因して健全な自然斜面の強度定数 C , ϕ を合理的に決定する手法が確立されていないことから、切土斜面の安定性評価はいつも技術者を悩ませる困難な課題となっている。一方、同じ自然斜面^{1)~5)}であっても地すべり斜面の場合は事情は一変し、逆算法によって C , ϕ を無理なく決定することが可能である。それは、地すべり斜面の場合、その斜面が持つ現状の安全率の値を容易に設定できるからである。そこで本研究の終極目標は、筆者らが地すべり斜面に対して展開した逆算法の概念を拡張応用して、与えられた健全斜面に人為的外力を与え、その応答から逆に C , ϕ を推定する新しい方法を開発するところにあるが、本文はその第一歩として、現在我々が想定している方法論を提示し、各位の批判と御がんとするものである。

2. 逆算法の要約

筆者らの提案する地すべり地強度定数 C , ϕ の逆算法を要約すれば次のようである：

図1に示される斜面で、曲線 $\overline{AB}$ が現状すべり面であるとする。まず、現状すべり面に沿って現状安全率 F_0 を適切に仮定する。そして、安全率算定式において $F = F_0$ とし、図2に示すように $C - \tan\phi$ 関係を定める。逆算すべき C , ϕ がこの曲線上に存在しなければならないのはいうまでも

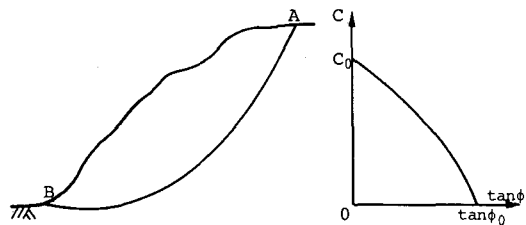
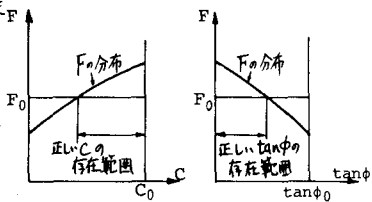


図1 現状すべり面

図2 $C - \tan\phi$ 関係

ない。次に、現状すべり面 $\overline{AB}$ の近傍に適当な数の試行すべり面を選出す。そして、各試行すべり面について、図2で定められる $C - \tan\phi$ 関係を満たすように強度定数 C , ϕ を変化させたとき、安全率 F がどのように変化するかを調べる。すなわち、それぞれの試行すべり面に対する安全率算定式に含まれる C , ϕ に $C - \tan\phi$ 関係を満足する値を代入し、各 C , ϕ と F_0 の関係をみるのである。ここで、逆算法が満たさなければならない条件の一つ F_0 はその近辺の試行すべり面の中で最小の安全率でなければならない⁶⁾を考慮すると、一つの試行すべり面より、正しい C , ϕ の存在範囲が図3に示すように制限される。この操作を幾つかの試行すべり面について実行すると C , ϕ の存在範囲は極端にせばめられ、精度上ほとんど問題のない程度で逆算が可能となる。こうした概念のもと、これまですべり面形状が円形に限定される場合の簡便分割法およびBishop法に基づく逆算方法⁴⁾⁵⁾、さらには非円形すべり面を対象としたJanbu法に基づくそれをすでに開発している。特に、非円形すべり面が与えられたときの C , ϕ 逆算が可能となった事実が本研究着手の直接の契機となった点を一言付記しておきたい。



(a) C に基づく場合

(b) $\tan\phi$ に基づく場合

図3 強度定数の存在範囲の制限

3. 健全自然斜面の C , ϕ 逆算の方法論

上述した逆算法が適用し得る条件は、すべり面形状とそれに沿う安全率(現状安全率と称している)が与えられることである。したがって健全な斜面を対象とするからには、これになんらかの手段で外力を作用させ、人為的にすべり面を発生させなければならない。この場合、いかなる外力を与えるかが最も重要な点の一つになる。これについて当初は図4の模式図に示すような鉛直方向の平板載荷試験を頭に描いていた。しかしながら、自然

斜面は重機が容易に搬入できる平地部と違って、地山に大きい外力を作用させるとき、その反力受けを設定することがきわめて困難となる。このため図4の如き平板載荷試験は断念せざるを得なかった。そこで次に考案したのが図5に示すアイデアである。すなわち、 C 、 ϕ を求めんとする箇所に適当なサイズのテストピットを穿ち、斜面にほぼ平行な方向に2ヶ所で同時に平板載荷試験を実施し、相互に反力受けの役割をも持たせる方策である。この場合、おののの受働領域内において、あらかじめすべり面が発生すると予想される範囲をカバーするように適切な数のすべり面位置計測器（仮称）を打設しておく。

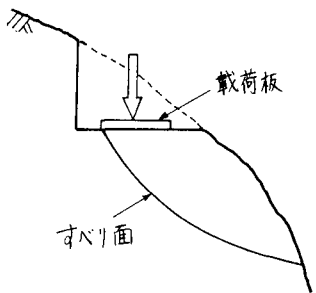


図4 鉛直平板載荷試験の模式図

そして荷重-変位曲線およびすべり面位置計測器の情報を総合して、すべり面の発生時期、その形状（非円形のはず）ならびに荷重強度を特定する。これだけのデータが求められると、あとはすでに開発しているJanbu法に基づく逆算手順が適用可能となる。なぜなら、特定された受働破壊状態を、この系の持つ安全率が1.0（もしくはこれよりやや小さい値）の状態であると考えれば、現状安全率が確定されたことになり、かつすべり面形状も既知となっているからである。この手法は特に表層の浅い部分の強度定数を求めたいとき、装置も軽微なものとなって、有効であろうと思われる。またピットを掘削することによって地山の単位重量を推定することもできるし、上下2ヶ所にすべり面を発生せしめることができれば、おのののすべり面に対する逆算値から、より信頼性の高い（平均値としての） C 、 ϕ を定めることもできる。他方、問題点としては実現象が3次元的であるのに対し、逆算理論が2次元解析であること、深い部分の強度定数を逆算せんとすれば掘削規模、載荷装置共にスケールの大きいものとなって種々の面で困難が伴うこと、などが指摘できる。こうした点については今後模型実験等を踏えて地道に解決してゆかねばならないと考えている。

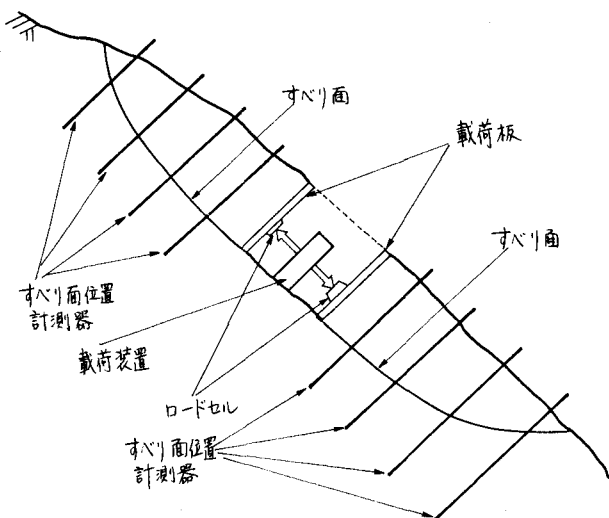


図5 提案する手法の概念図

4. おすび

健全な自然地山の強度定数を実験的に決定することは構成材料の複雑・不均一性のためきわめて困難である。一方、地すべり斜面についてはすべり面が与えらるると、現在まがりなりにも C 、 ϕ を逆算することが可能である。そこでこの地すべり斜面に対して評価されている強度定数と同程度の精度で C 、 ϕ を逆算せんとして1つの可能性をまとめてみた。すなわち、地山に人為的な外乱を与え、その反応としてのすべり面をキャッチし、これとJanbu法に基づく逆算手順を結びつける方法である。無論ここで記した内容は単なる方法論であり、実現可能か否かはすべて今後の検討に待たねばならない。各位の忌手のない批判を期待する次第である。

【参考文献】1) 山上、植田：地すべり地強度定数の新しい逆算法（Ⅰ）—基本概念—，地すべり，Vol. 21, No. 2, pp. 16～21, 1984. 2) 山上、植田：地すべり地強度定数 C 、 ϕ の新しい逆算法（Ⅱ）—簡便（分割）法に基づく逆算法—，地すべり，Vol. 21, No. 3, pp. 24～31, 1984. 3) 山上、植田：地すべり地強度定数 C 、 ϕ の新しい逆算法（Ⅲ）—Bishop法に基づく逆算法—，地すべり，Vol. 21, No. 4, 1985. 4) 山上、植田：Janbu法に基づく地すべり地強度定数 C 、 ϕ の逆算法，第6回岩の力学国内シンポジウム講演論文集，pp. 299～304, 1984. 5) 山上、植田：地すべり地強度定数 C 、 ϕ の新しい逆算法（第3報）—Janbu法に基づく場合—，第20回土工学会，1985.