

不飽和せん断強度定数 c' , ϕ' , ϕ^b の逆解析法に関する実験的研究

徳島大学工学部 正会員 () 細野 和博
 徳島大学工学部 正会員 山上 拓男
 (株)阪神コンサルタンツ 正会員 植田 康宏

1. まえがき 我々は、これまでに簡便分割法¹⁾とBishop法²⁾による不飽和強度定数 c' , ϕ' , ϕ^b の逆算法を提案している。この逆算法は原地盤に強制外力を加え、異なる2つのすべり面を発生させるとともに、各すべり面周辺のサクシオン分布を測定し、得られた情報よりすべり面に沿った平均的な c' , ϕ' , ϕ^b を知ろうとするものである。そして、いくつかのサクシオン分布を仮定し、仮想斜面に対して逆解析を行った結果、地盤内のサクシオンが図-1に示す分布をする場合と、地表面より連続的に減少する場合唯一の解を決定できることが分かった。そこで、ここでは本逆解析法の妥当性を検討するために、室内小型模型盛土を用いた破壊実験を行ない、得られた情報をもとに簡便分割法とBishop法による逆解析を行った結果について報告する。

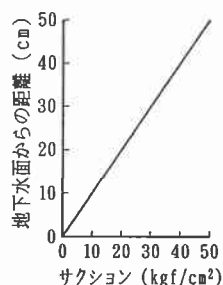


図-1 サクシオン分布

2. 実験方法・実験結果 試験装置の模式図を図-2(a), (b)に示す。試料には豊浦標準砂 ($G_s = 2.64$)を用いた。斜面の作成方法は、含水比3%に調整された豊浦標準砂を、一層の厚さ5cmになるようにランマーで締め固め、所定の高さまで積み上げ、次いで目的の斜面形状にカッティングする方法をとった。盛土内には図-2(a)に示すようにすべり面の位置を測定するための着色砂を鉛直に入れている。また、斜面内に図-1に示すサクシオン分布を与えるために地下水面を作り、斜面が水を吸っても常に地下水面の高さが一定に保たれるように調節している。そして、定常状態になった後、図-2に示すように1本のジャッキを用いてすべり面を発生させ、実験終了後すべり面の位置を測定した。なお、本逆解析の理論が2次元のそれであることと整合させる目的で図-2(b)に示すフリクションカットを設けた。

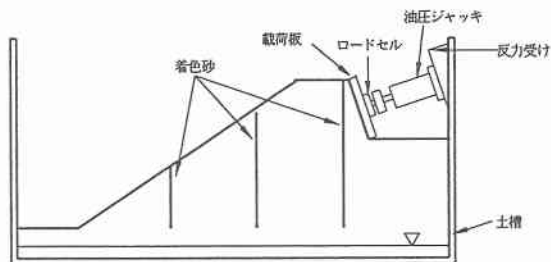


図-2(a) 断面図

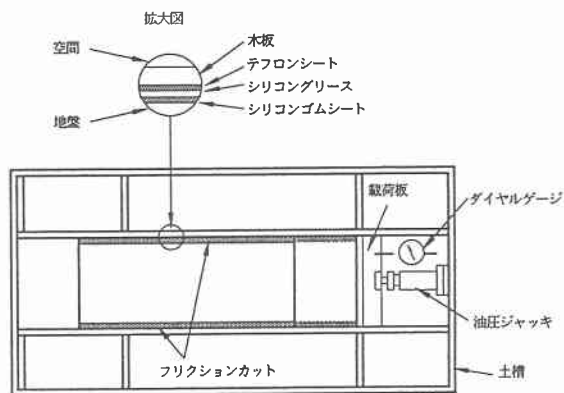


図-2(b) 平面図

図-2 実験装置

図-3、4に実験結果を示す。図-3、4中の黒丸は着色砂による観測点を示し、実線は観測点より推定したすべり面を示している。このときの斜面1の状態は $\gamma_1 = 1.789 \text{ tf/m}^3$, $e = 0.715$, 水浸期間は4日であり、斜面2の状態は $\gamma_1 = 1.661$

tf/m^3 , $e = 0.718$, 水浸期間は5日であった。また、斜面1、2のサクシオンを直接測定するのは困難であるため、地下水面を一定に保った状態で、斜面1、2が図-1に示すサクシオン分布をとるまでの時間を飽和・不飽和浸透解析によって求めた。その結果、斜面1、2共に12時間後には定常状態、つまり図-1に示すサクシオン分布をとることが分かった。よって斜面が吸水しなくなって2日後に、斜面1、2は定常状態になったとみなし、すべり面を発生させた。以上の情報をもとに、すべり面1、2の安全率を $F = 1.0$ として簡便分割法、

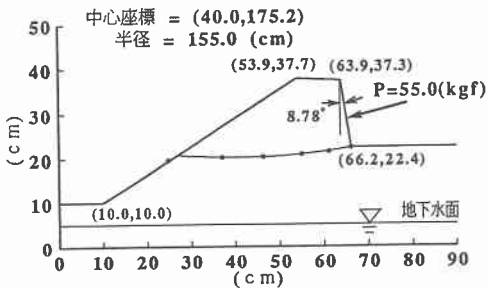


図-3 実験結果（斜面1）

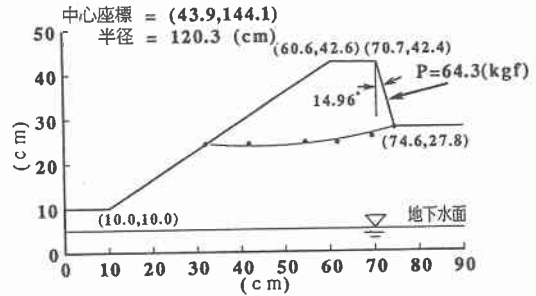


図-4 実験結果（斜面2）

Bishop法に基づく不飽和強度定数の逆解析を行った。

3. 逆解析結果

図-5は、Bishop法による逆解析結果を $\tan \phi'$ ～ $\tan \phi^b$ 平面に示した図である。この図において、逆算値は斜面1、2において狭められた解の存在領域と、現状曲面の交線との交点によって与えられる。その結果、逆算値は2つ求まった：

逆算値1は $c' = 0.291 \text{ tf/m}^2$ 、 $\phi' = 8.396^\circ$ 、 $\phi^b = 40.915^\circ$ ；

逆算値2は $c' = 0.084 \text{ tf/m}^2$ 、 $\phi' = 50.321^\circ$ 、 $\phi^b = 10.583^\circ$ である。よって逆算値1、2のうちどちらがより妥当な値であるかを判定する必要がある。そこで、逆算値1、2を用いて斜面1、2の安定解析を行った。その結果を図-6、7に示す。斜面1において逆算値1、2より求まったすべり面と、斜面2において逆算値2より求まったすべり面は、それぞれ現状すべり面とよく一致している。しかし、斜面2の逆算値1より求まったすべり面は、現状すべり面から離れた位置に求まった。よって、この場合逆算値2が妥当であると判断せざるを得ない。この逆算値2に関して、 ϕ' は豊浦標準砂の取り得る範囲のうちの最大値に近いが、力学的に矛盾のある値とも思われない。つまり、Bishop法による逆解析はよい結果を与えるとの感触を得た。

図-5 Bishop法による逆解析結果

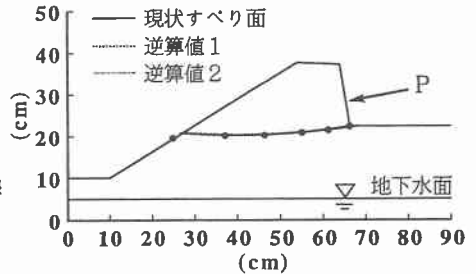


図-6 安定解析結果（斜面1）

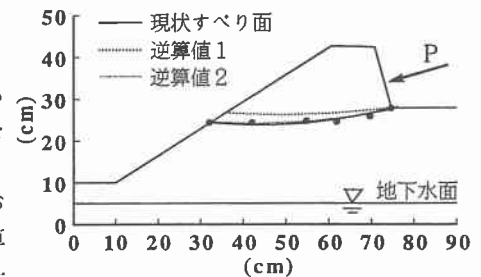


図-7 安定解析結果（斜面2）

続いて、図-8に簡便分割法に基づく逆解析結果を $\tan \phi'$ ～ $\tan \phi^b$ 平面で示す。この図において逆算値は斜面1、2において狭められた解の存在領域と、現状平面の交線との交点によって与えられる。逆算値は $c' = 0.292 \text{ tf/m}^2$ 、 $\phi' = 10.395^\circ$ 、 $\phi^b = 37.630^\circ$ となった。この値は、豊浦標準砂の取り得る値と大きく離れたものである。このような逆解析値が得られた原因としては、簡便分割法の式自体の精度に問題があると考えられる。

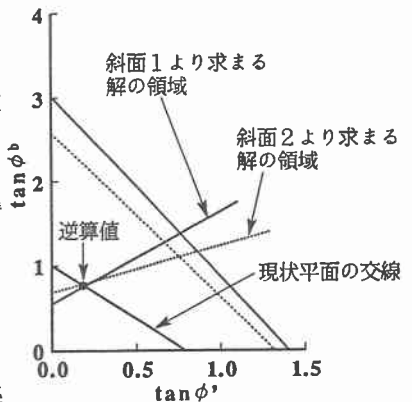


図-8 簡便分割法による逆解析結果

【参考文献】1) 山上拓男、植田康宏、辻哲：不飽和強度定数 c' 、 ϕ' 、 ϕ^b の原位置推定法、第28回土質工学研究発表会講演集、pp. 2151～2152、1993。2) 山上拓男、植田康宏、細野和博：Bishop法による不飽和強度定数 c' 、 ϕ' 、 ϕ^b の逆算法、第30回土質工学研究発表会講演集1995。（投稿中）