

III-A 215 不飽和強度定数 c' 、 ϕ' 、 ϕ^0 の逆解析法に関する研究

(株)仁田ソロック 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とBishop法による不飽和強度定数 c' 、 ϕ' 、 ϕ^0 の逆解析法を提案している¹⁾。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、得られた情報によりすべり面に沿った平均的な c' 、 ϕ' 、 ϕ^0 を知ろうとするものである。そして、幾つかのサクシオン分布を仮定し、仮想斜面に対して逆算を行ったところ、地盤内のサクシオンが図-1に示すように地下水面から線形分布をとる場合と、地表面から連続的に減少する場合、唯一の解を逆解析できることが分かった。そこで、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った。しかし、載荷に伴う載荷板の回転、および斜面側面の板のたわみの問題があり、精度の良い実験結果を得るに至らなかった²⁾。本報告ではそうした問題点を改良した実験を基にBishop法による逆解析を行った結果について報告する。

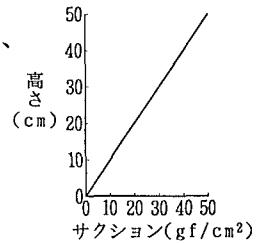


図-1 サクシオン分布

2. 実験方法・実験結果 実験装置の図を図-2(a),(b)に示す。試料には豊浦標準砂 ($G_s=2.64$)を用いた。今回の実験は、載荷変位に伴う載荷板の回転を防ぐために載荷板とジャッキを剛結し、また斜面側面の板のたわみを少なくするために鉄製の側板を用いている。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。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つくり、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に示すように一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。

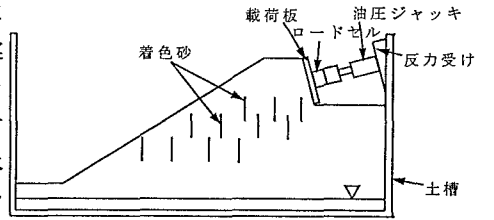


図-2(a) 断面図

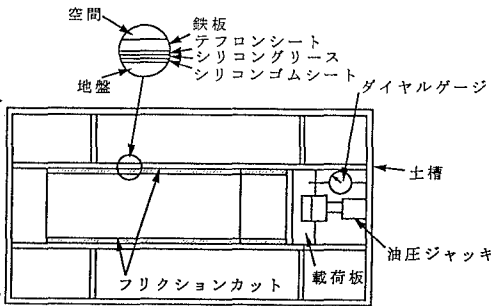


図-2(b) 平面図

図-2 実験装置

図-3, 4に実験結果を示す。図-3, 4の黒丸は着色砂によって得られたすべり面上の点を示し、実線はこれらの点より推定したすべり面形を示している。この時の、斜面1の状態は $\gamma_c=1.72\text{tf/m}^3$ 、 $e=0.75$ 、水浸期間は7日間であり、斜面2の状態は $\gamma_c=1.69\text{tf/m}^3$ 、 $e=0.76$ 、水浸期間は7日間であった。また、斜面内のサクシオン分布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、つまり定常状態にな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になることが分かった。そこで、余裕を見込んで斜面が吸水をしなくなって2日後に、斜面1, 2が定常状態になったとみなしすべり面を発生させた。以上の情報を基にすべり面1, 2の安全率(現状安全率)を $F_0=1.0$ としてBishop法に基づく不飽和強度定数の逆解析を行った。

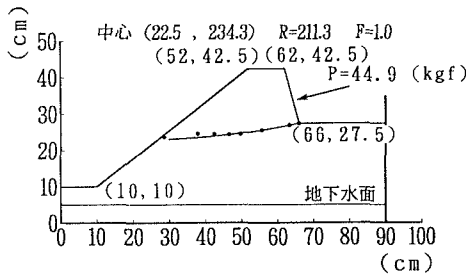


図-3 実験結果(斜面1)

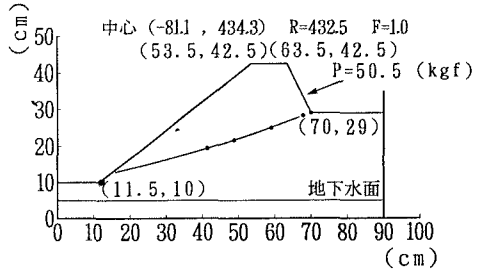


図-4 実験結果(斜面2)

3. 逆解析結果 図-5は、Bishop法による逆解析結果を $\tan \phi' \sim \tan \phi^b$ 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より求まる解の存在領域と現状曲面の交線によって与えられ、黒丸で表される。その結果、逆算値 $c' = 0.013 \text{kgf/cm}^2$, $\phi' = 39.799^\circ$, $\phi^b = 7.687^\circ$ が求まった。この値は豊浦標準砂の取りうる値の範囲に入っていると考えられる。

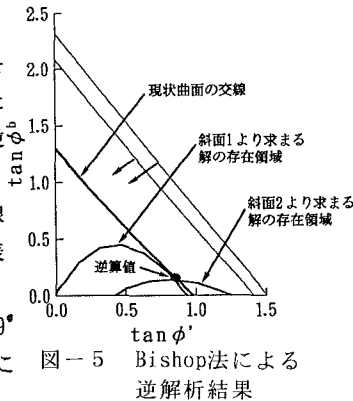


図-5 Bishop法による逆解析結果

続いて、本逆解析結果の検証を行うために、得られた結果を用いて斜面1, 2に対して安定解析を行った。その結果を図-5, 6に示す。斜面1においてすべり面の位置はよく一致しているが、現状安全率($F_0=1.000$)に対して低めの最小安全率($F_{min}=0.889$)が得られている。また斜面2に関しては、最小安全率は現状安全率とほぼ等しい値($F_{min}=1.003$)が求まっているが、臨界すべり面の位置は現状すべり面の上方に現れている。このように、逆解析値が実現象を必ずしも再現し得ていない理由は幾つか考えられる。例えば、逆解析理論が均質・等方性の地山を想定しているのに対し、現実是非均質・異方性を呈していると考えられること(ただしそれらの定量評価はできていない)；あるいは、側板と地山及び載荷板と地山との摩擦のため、ジャッキを介して伝えた力が必ずしも全て有効にすべり土塊へ伝達されているとは限らないこと；また、すべり面が必ずしも円形とは言えないこと、などである。こうした点を考慮すると今回得られた逆解析値はほぼ満足できる結果だと考えている。

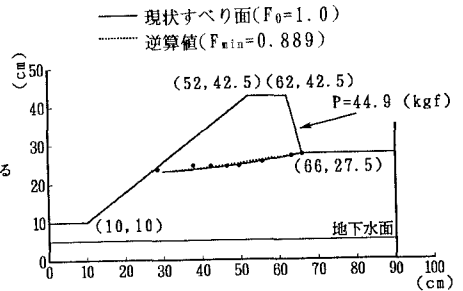


図-6 安定解析結果(斜面1)

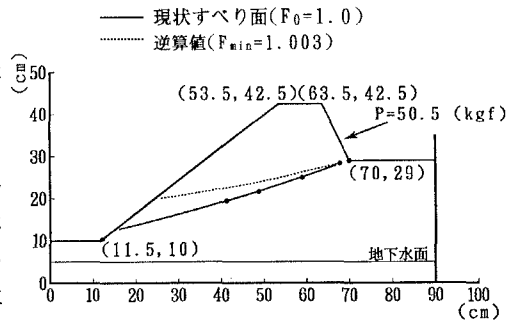


図-7 安定解析結果(斜面2)

【参考文献】1) 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 の逆解析法, 第30回土質工学研究発表会講演集, pp. 1781, 1782

2) 山上拓男, 植田康宏, 細野和博: 不飽和強度定数 c' , ϕ' , ϕ^b の逆解析法に関する実験的研究, 第1回土木学会四国支部技術研究発表会概要集, pp. 280, 281