Bakerらの方法を用いた斜面安定解析の試み(その３)

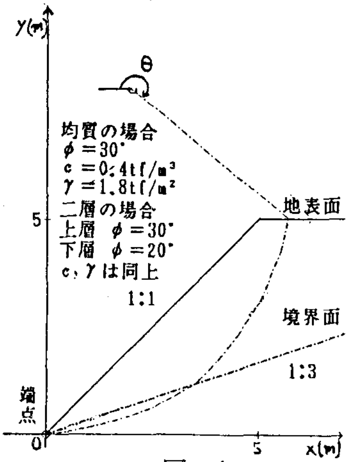
岐阜大学大学院　学生会員　○浅井　圭二
日本電信電話(株)　正会員　五十嵐　誠
岐阜大学工学部　正会員　宇野　尚雄

研究目的　Baker とGarberが、1978年にGeotechnique,28巻,No.4,395-411に発表した一般すべり面解法は、すべり面形状を仮定せずに安全率と同時にすべり面形状をも求める方法である。本報告は、Bakerらの方法をも用いた斜面安定解析を試み、その適用性をBishop法による解析結果と比較することによって、とくに粘着力がゼロに近い条件のときの検討結果を述べるものである。

研究概要　Baker らは平面歪みと極限平衡概念に従って斜面の釣り合い式を変分問題として解くことによって、すべり面の形状が対数ら線もしくは直線となることを示した。本研究では、Baker らの示した対数ら線が直線に近いものまで表し得るものであるので、対数ら線のみを解析に用いた。

Baker らによって示された対数ら線は(1)式のようなものである。

$$r(\theta)=A\exp\left[\left(\frac{\psi}{F_s}\right)\theta\right]\quad (A:\text{定数}\ \ \psi:\tan\phi) \qquad (1)$$



図－1

本研究では、図-1に示されるような簡単な均質斜面と二層斜面について解析を行った。この時Baker らの方法では、斜面の安全率は分割法を用いて(2)式で表される。

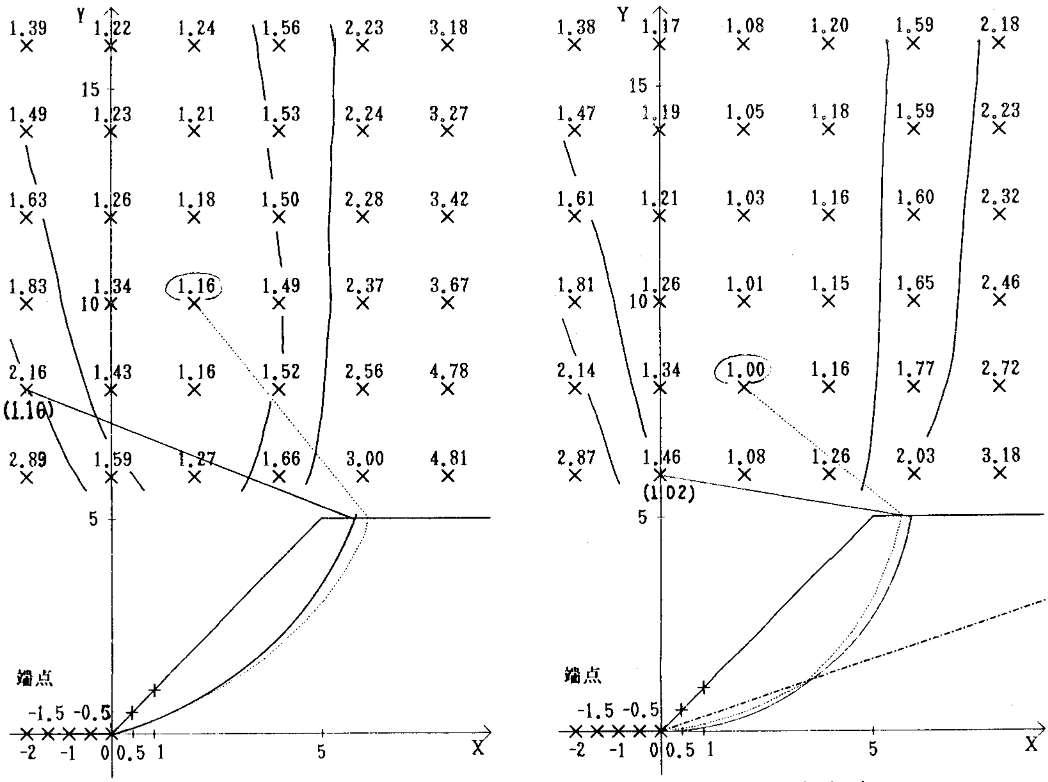
$$F_s=\min\frac{(C_i-\psi_i U l_i)\sqrt{(x_c-x_i)^2+(y_c-y_i)^2}}{\sum_{i=1}^{n}\Delta W_i(x_i-x_c)}\times \cos\left\{\arctan\left(\frac{\psi_i}{F_s}\right)\right\} \qquad (2)$$

i:i番目分割部を示す添え字　Ci＝ciΔli（Δl:分割部の底面長）
n:分割数　ΔWi:分割部の自重　Xc、Yc:極の座標　Xi:分割部の底面中心座標　下線部:筆者らの修正点

計算の概要は、極と端点の座標及びFsを仮定し、(1) 式によってすべり面 r(θ)を決定し、それに対して (2)式の右辺の計算式に従って計算した値が仮定したFsと等しくなるまで計算する。その時の安全率が、仮定した極と端点を持つすべり面の安全率である。１つの極に対して複数の端点についての計算を行うので、複数の安全率を得る。それらの最小値が、その極についての安全率となる。更に、複数の極について同様の計算を行って各極の安全率を得る。それらの安全率の最小値が、その斜面の安全率となる。計算においては、端点からら線の頂角を減少させてら線を追跡しながら行った。二層の場合には、原論文での層の境界でのすべり面の屈折についての記述が理解し難いため、筆者らは、すべり面が層の境界にきたときは、次の層では極はそのままにして、その層を用いたら線に屈折すると考えて解析を進めることにした。これと並行して、同じ斜面についてBishop法を用いて解析を行った。

解析結果と考察　本研究のBaker らの方法を用いた解析結果を均質斜面の場合を図－２(a) に、二層斜面の場合を図－２(b) に示す。図に書き込まれている数値は各極の安全率である。破線で示したものが、その内の最小値を与えるすべり面形状である。参考までに、Bishop法による解析結果を実線で記入し、その安全率を括弧内に示した。これは既報(その２)の図－４にあった計算ミスを訂正した結果である。

Baker らの方法による解析結果においても、Bishop法の解析結果のように安全率の等分布線ともいうべきものが描ける。　Bishop法の解析結果では円弧すべり面が半径に依存するので、斜面に垂直な方向に軸をもつような分布であるが、Baker らの解析結果では鉛直に近い方向に軸をもつような分布となっている。Bakerらの方法では、同様な極と端点に関しては円弧に比べてら線が立ち上がる為と考えられる。Bishop法と比較すると、安全率もすべり面もほぼ一致した。二層の場合は、解析上当然ではあるけれどもBaker らの方法によって求められたすべり面が層の境界で屈折しているのがわかる。



(a)　　　　(b)

図 － 2

Bishop法とBaker らの方法で求まった最小安全率を与える極の違いにもかかわらず、すべり面の形状がよく似ている。このことは、Baker らの方法で用いられているら線がFsとφに依存したかたちであり、直線から円形に至るまでの任意形状を表し得るものであることを示している。　更にφ＝0°、即ち粘土の場合には、すべり面形状が円弧であることはよく知られた事実であるが、Baker らの方法で用いられているら線は円となる、この点でもBaker らの方法は的を得ているといえる。　円形と見える実際のすべり面が、実はら線であるのではないかと考えることもできる。　さて、既報でも指摘したBaker法の問題点、粘着力c＝0のとき式(２)によるとFs＝0となる不合理な点について述べる。恐らくc＝0というケースはBaker法では特異点のごとき意味を持っているのではないかと考え、数値計算上で実施できる最小のゼロでない cの大きさを模索したところ、

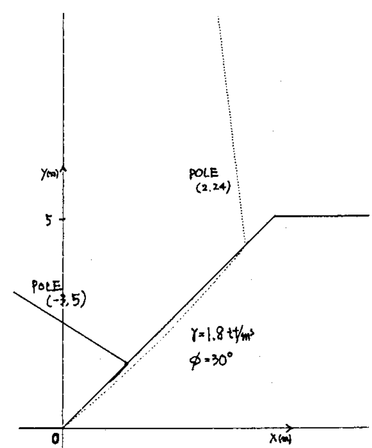


図 － 3

c＝0.001tf/m² のときに図－３の破線で示されるすべり面及び安全率0.59が算出された。これに対して c＝0のときのBishop法の結果は実線で示すように、表層をかすかに切る薄層すべりで、安全率は0.59となって両者とも一致した。Baker 法の方がすべり形状としては実際の表層すべりに近いように思われる。c＝0.001tf/m² という値は実際の精度上ほとんどゼロとみなし得るので，c＝0の特異な条件をこれで代用することができそうである。

参考文献　1)　浅井圭二・宇野尚雄：Bakerらの方法を用いた斜面安定解析の試み　(その１),
土木学会中部支部研究発表会概要集,pp226～227,1985.
2)　浅井・五十嵐・宇野：同タイトル(その２),第20回土質工学研究発表会概要集,1985.