

III-87

地すべり地強度定数逆解析法の一適用例と2, 3の比較計算

徳島大学 工学部 正 山上 拓男
阪神コンサルタンツ 正 ○植田 康宏

1. まえがき

筆者らはこれまで、地すべりや一般の変状をきたした破壊斜面に対し、すべり面に沿う強度定数を逆解析するための2つの異なる手法を提案してきた：1つは均質斜面だけを対象とした数学的に極めて単純なアイディアに基づく方法、他の1つは非線形計画法の支援のもとに目下の逆問題を非線形最適化問題として定式化する方法^{1), 2)}である。後者は非均質な地山中のすべりに適用し得る^{3), 4)}という大きい特徴を有す。

さて、前者の均質な地山のみを対象とする逆算法については、安全率算定式としてすべり面形状が円弧の場合の簡便分割法とBishop法、及び非円形すべり面場のJanbu簡便法⁵⁾、Janbu厳密法⁶⁾、ならびに複合すべり面法⁷⁾の各々について論じてきた。しかし、特に非円形すべり面理論に立脚した3つの方法に関しては、未だ現実のすべり面に対する十分な検討を積み重ねてきたとは言い難い。このような情況のもとで、今回幸運にもこれら3方法を実際問題に適用する機会を得た。本報告は、この事例解析と関連して行った2, 3の検討結果を述べるものである。

2. 問題の設定

本事例解析の対象となったすべりの概況を図-1に示した。

種々の事情により詳細は記述できないが、図-1の地山において、すべり面末端部近傍の表層部を掘削除去中に、図示するすべり面に沿って顕著な変状が認められたものである。地山の土

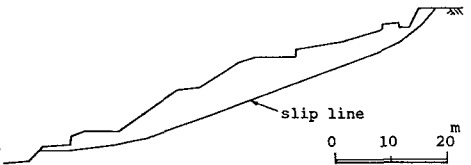


図-1 問題の説明

性は必ずしも均質ではないと見受けられたが、理論構成の必要上これを均質と仮定した。また、比較的短期間の急激な掘削（切り取り）に伴って激しい変状（すべり）が誘発された事実と、地下水が余り存在していないことより、このすべりを短期安定問題として捉えることとした。つまり、以下の検討はいずれも全応力解析の立場でなされたということである。

3. 事例解析

図-1から明らかなように、すべり面は典型的に非円形であるが、2円弧+1直線の複合すべり面⁷⁾で近似することもできる。そこでJanbu厳密法⁶⁾、簡便法⁵⁾及び複合すべり面の3方法に基づき、幾つかの基礎的事項を検討した。それらは地山の単位体積重量の影響、現状安全率の効果、安全率算定式の相違の影響などである。

a). Janbu厳密法に基づく逆解析： 図-2は地山の単位重量を $\gamma_t = 1.8 \text{ tf/m}^3$ として、現状安全率 F_0 の

値を1.0と0.95 2つについて逆解析した結果を示す。この比較計算の目的は、現状安全率設定の規程が不明確であるため、この値に応じて逆算値が大きく変動し得るのではないかと懸念が絶えず発せられることに対する1つの回答を示すところにある。同様に図-3は $F_0 = 1.0$ に固定して γ_t を3種に変化させたときの逆算結果である。逆算された強度定数の値は以下の計算例も含めてすべて表-1中にまとめられている。

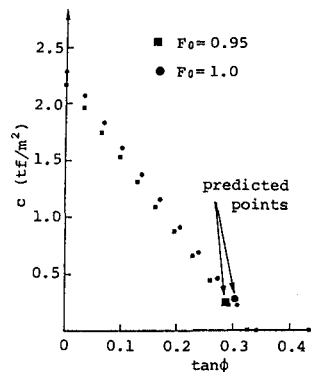


図-2 Janbu厳密法, F_0 の相違の影響 ($\gamma_t = 1.8 \text{ tf/m}^3$)

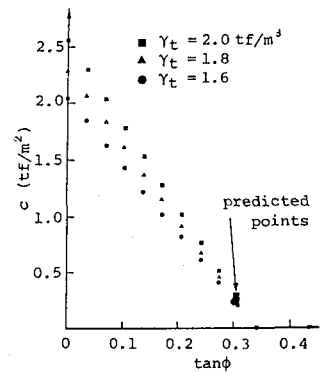


図-3 Janbu厳密法, 単位重量の相違の影響 ($F_0 = 1.0$)

これら逆算値をみる限り、 F_0 、 γ_t いずれもそれ程大きい影響は及ぼさないといえそうである。こうした地すべり地山の強度定数逆算の目的を考えるならば、余り神経質にならずともよいことを物語っている。

b). Janbu簡便法に基づく逆解析： 図-4、5はそれぞれ図-2、3と同じ条件のもとに、Janbu簡便法を用いて逆解析した結果を示している。

Janbu簡便法と厳密法の違いはスライス側面のせん断力の勾配を無視するか否かにあるが、その功罪は今の場合、主として粘着成分に現れているようである（表-1参照）。ただし表-1における両者の差を有意と見なすべきか否かはにわかに断じ難い。もし許されるならば、簡便法に基づく方法が計算上は相当に有利である。いずれにせよ、この場合も F_0 、 γ_t の及ぼす効果は大きくないといえよう。

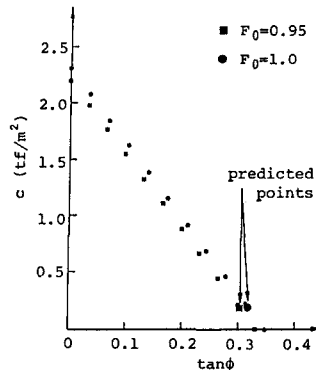


図-4 Janbu簡便法、 F_0 の相違の影響（ $\gamma_t = 1.8 \text{ tf/m}^3$ ）

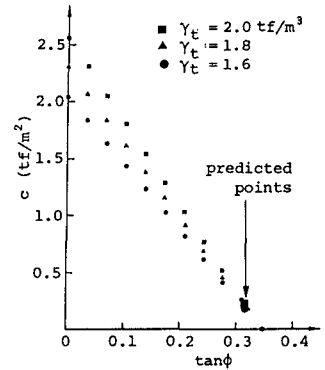


図-5 Janbu簡便法、単位重量の相違の影響（ $F_0 = 1.0$ ）

c). 複合すべり面に基づく逆解析

図-6、7はそれぞれ図-2、3ないし図-4、5と同一条件のもとに得られた逆解析結果である。ただし、複合すべり面の場合は $C - \tan \phi$ 関係が理論上1本の直線となるためJanbu法とは違ってそれらが実線で表示されている点に注意。ここにおいても、他の2方法と同様 F_0 や γ_t の影響は余り大きく出ていない。

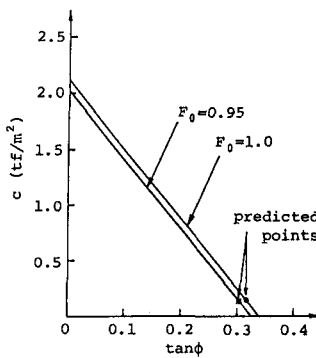


図-6 複合すべり面法、 F_0 の相違の影響（ $\gamma_t = 1.8 \text{ tf/m}^3$ ）

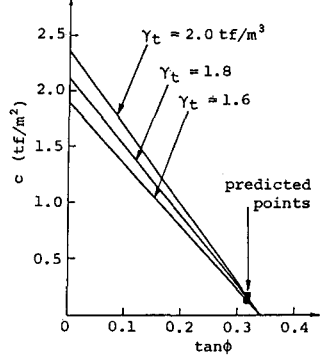


図-7 複合すべり面法、単位重量の影響（ $F_0 = 1.0$ ）

d). 安全率算定式の相違の影響：

最後に、以上の結果を一括して表

-1にまとめ

表-1 安全率算定式間の比較

た。この表より安全率算定式間の比較は一目瞭然であろう。内部摩擦角が三者ほとんど似通っている事実は興味深い。

F_0	γ_t (tf/m³)	Rigorous Janbu method		Simplified Janbu method		Compounded slip surface method	
		C (tf/m²)	ϕ (°)	C (tf/m²)	ϕ (°)	C (tf/m²)	ϕ (°)
0.95	1.8	0.240	16.0	0.180	16.8	0.136	16.8
	1.6	0.230	16.8	0.175	17.6	0.128	17.6
	1.8	0.265	16.9	0.190	17.7	0.142	17.6
	2.0	0.285	16.9	0.220	17.6	0.160	17.6

ほとんど似通っている事実は興味深い。

4. むすび： 均質斜面を対象とした非円形すべり面場の強度定数逆解析法を全応力解析の立場で比較検討し、2、3の知見を得た。いま1つ、有効応力解析としての検討が望まれよう。このためのデータはすでに入手しており、次の機会に発表の予定である。【参考文献】

- 1). 山上・植田：第41回土木学会，pp. 623～，2). 山上・植田：Proc. 8th ARC.，PP. 513～，3). 山上・植田：第23回土質工学会，4). 山上・植田：本学会ポスターセッション，5). 山上・植田：6th岩の力学国内シンポ.，pp. 299～，6). 山上・植田：第42回土木学会，pp. 66～，7). 山上・植田：第22回土質工学会，pp. 1487～

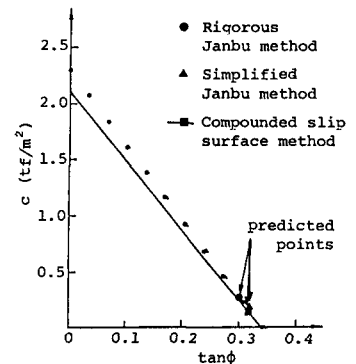


図-8 安全率算定式の相違が及ぼす影響