

1986年鹿児島市集中豪雨災害を事例とした 斜面安定解析に関する一考察

鹿児島大学工学部 正員○北村良介

同上 城本一義

同上 入佐譲二

1. まえがき

1986年7月10日、鹿児島市中央部は局所的な集中豪雨に見舞われ、市内の100ヶ所以上の斜面で崩壊が発生した。そして、その中の7ヶ所で合計18名の方が亡くなられた。災害発生後、調査、実験が関係機関でなされ、鹿大においても、研究グループが結成され、調査研究が進められている¹⁾²⁾。

ここでは、現在までに得られた結果の中から、土質工学に関連するデータを取り出し、斜面安定解析に関して若干の考察を加えることにする。

2. 斜面崩壊特性

春山³⁾は、南九州しらす地帯で発生した斜面崩壊を調査し、崩壊の形態を11に分類している。今回の斜面崩壊は、その中の表層すべりに分類されるものがほとんどである。春山が定義した表層すべりとは、次のようである。「勾配30-60度の斜面、とくに50-60度の斜面に多い形態である。基岩上の腐食土層、ローム層、シルト層、あるいは、基岩の風化層などが数10cmないし1m内外の厚さで滑落している。基岩はしらす、安山岩、凝灰岩、あるいは、砂岩、頁岩類などである。基岩がしらすの場合、さらに前述の侵食を受け、崩壊規模を大きくしている。この崩壊は降雨の浸透による土の自重の増加、地盤の飽和に伴うせん断抵抗の低下、過剰間隙水圧の発生、表層土内における中間流の発生などによって起こるものと考えられる。」

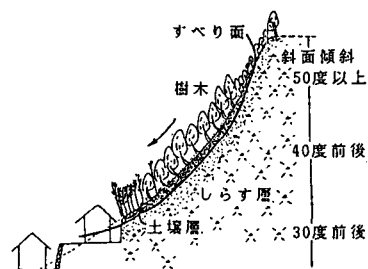


図-1 表層すべり型の崩壊

図-1は、今回発生した表層すべり型崩壊の典型的な状況を示した模式図である。図-1と春山の記述を参照しながら、今回の斜面崩壊の特徴を以下に述べる。崩壊斜面の高さは10-50mであり、傾斜は上部で50度以上、中部で40度前後、下部で30度前後である。崩壊面の頂部は必ずしも斜面の法肩とは一致していない。また、斜面上には樹齢20-60年の広葉樹が茂っている。このことは、少なくとも(樹齢+ α)年は斜面が安定していたことを意味する。崩壊は斜面の微地形がわずかではあるが谷型斜面となっていたところで発生しており、降雨時に表面水が集中した可能性がある。しらす斜面の表層には森林土壌が形成され、その厚さは、斜面崩壊上部の10cm程度から斜面下部の1m程度まで変化している。土壌層の下には新期火山灰堆積物は存在せず、土壌層から直接しらす層に移行している。このことは、斜面傾斜が急で、新期火山灰堆積物を堆積させることができなかったためと考えられる。しらす層の上部は風化しており、山中式土壌硬度計による指標硬度は10-25cm程度である。崩壊地、あるいは、崩壊地に隣接した斜面の状況から判断すると、樹木の根や竹の地下茎は土壌層には張っているが、しらす層にはほとんど入っていなかった。崩壊はこの土壌層としらす層の境界付近をすべり面として発生している。

3. 斜面安定解析に関する考察

図-1に示すような斜面崩壊の発生機構を土質力学の立場から考察するため、斜面安定解析の手法を適用してみる。

図-2に示すように、すべり面が直線的である場合、斜面のすべりに対する安全率は次式でもとめられる。

$$F = \frac{c \cdot l + W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi}{W \cdot \sin \alpha} \quad (1)$$

ここに、F：安全率、c：見かけの粘着力、 ϕ ：内部摩擦角、

W：崩壊土塊の重量、l：すべり面の長さ、

崩壊地に隣接する場所で採取した乱さない試料を用い、一面せん断試験、および、各種の土質試験を行った。採取地点は、上竜町、平之町、新照院町であり、各場所において、地表面下50cm前後と1m前後の地点で試料を採取した。試験結果が表-1にまとめて示してある。

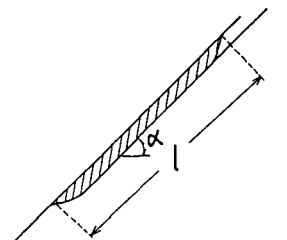


図-2 表層すべり型のすべり

表-1で与えられる値を(1)式に代入し、次のような4つの場合について安全率を計算した。すなわち、

i) 表-1の各場所での50cm前後の深さのデータをそのまま(1)式に代入(試料採取時の安全率に対応)、

ii) 試料が飽和したものとし、飽和単位体積重量 T_{sat} を用い、他はi)の場合と同じ値を用いる(雨水の浸透による崩壊土塊の自重増加に対応)、

iii) 見かけの粘着力cをゼロとし、他はi)の場合と同じ値を用いる(雨水の浸透によるインターロッキング効果の消滅に対応)。

表-2はこれらの計算結果を示している。表より、降雨がない場合には安全であった斜面が、土塊の自重増加、インターロッキング効果の消滅等によって安全率が低下していることがわかる。より精度のよい斜面安定解析を行っていくためには、土中の間隙水圧、浸透力、樹木の自重、根の引張強度等を考慮していかなければならないし、しらす斜面での乱さない試料のサンプリング技術の改良は不可欠である。また、崩壊を予知するためには、降雨と浸透の関係(浸透能)、浸透による強度定数の変化の定量的把握、斜面の風化の程度、風化の速度等に関する考察が行われる必要がある。

4. あとがき

今回のようなしらす斜面の崩壊は未知の崩壊要因が数多くあり、精度のよい斜面安定解析を行うことは困難である。しかし、崩壊の機構を明かにするためには、このような研究を続けられなければならない。一方、防災という見地に立てば、斜面の安定度を簡単に評価できる手法の確立が必要である。

本研究は科研費(自然災害特別研究)の援助を受けたことを付記し、謝意を表します。また、宮大藤本教授、九大落合、林両助教授から貴重な助言をいただき、感謝いたします。

表-1 土質試験結果

採取場所		湿潤度 (g/cm^3)	間隙比	含水比 (%)	飽和度 (%)	比重	飽和単位 体積重量 (g/cm^3)	強度定数	
								$c(kgf/cm^2)$	ϕ°
上竜尾	上	1.17	1.73	29.3	43.6	2.43	1.54	0.42	27
	下	1.26	1.08	7.7	17.4	2.44	1.69	0.30	55
平之	上	1.10	1.72	17.3	26.2	2.47	1.54	0.23	35
	下	1.10	1.56	15.0	22.4	2.49	1.58	0	50
新照院	上	0.95	1.98	15.1	18.8	2.45	1.49	0.12	36
	下	1.15	1.25	5.6	11.1	2.45	1.64	0.26	50

表-2 安全率の変化

採取場所	安全率の求め方		
	表-4.2の 値を使用	γ_{sat} を使用	$c=0$ を使用
上竜尾	7.29	5.75	0.85
平之町	5.91	4.55	1.16
新照院	3.02	2.24	0.86

～参考文献～

- 1) 露木、岩松、北村、地頭菌；第5回自然災害科学会学術講演会要旨集、pp9-10、1986。
- 2) 露木、岩松、北村、地頭菌；自然災害科学研究西部地区部会報、第3号(投稿中)
- 3) 春山；自然災害資料解析1、pp80-88、1974。