

山体崩壊に関する研究

国立大分高専 正員 相川 明

国立大分高専 学生員 江藤正典

国立大分高専 学生員 甲斐四郎

1. はじめに

山体崩壊のような大規模な斜面崩壊現象では、山体に存在する不連続面や山体を構成する岩塊の大きさなどがその挙動に大きく影響する。したがって、堆積規模や土石の到達距離の予測に関しては、一般的な円弧滑りモデルを適用するには限界があり、山体の幾何学および動力学的な特性を考慮して検討しなければならない。

しかしながら、山体の規模、岩塊の大きさ、斜面構造等を考慮して、崩壊規模や到達距離を調べた研究事例は少なく、たとえば文献(1)などで検討されているもののまだ未解明な点が多い。

本研究は、山体を剛体ブロックの集合体と仮定し、まずは、剛体ブロックの大きさおよび斜面形状が、崩壊機構や到達距離に及ぼす影響について、Tilttable-Frame Model Tests²⁾を用いて実験的に検討するものである。

2. 山体崩壊と到達距離について

Fig.1 は大きさVの岩塊が高さHの斜面上から滑り落ちる現象を図示したものである。岩塊が回転することなく滑るならば、位置エネルギーがすべて摩擦力で消費されるため、岩塊の到達距離Lは斜面形状やVに無関係に一定値となる。

森脇³⁾や落合ら⁴⁾は崩壊実績をもとに崩壊土量VとH/Lの関係を求めている。これによるとVが極めて大きい場合にはH/Lが小さくなる傾向があり、したがって、Lが非常に大きくなる可能性がある。このことは、静力学的な釣り合いのみ、あるいは、滑りのみを考えるモデルでは説明できない。

一方、Choquet & Tanon⁵⁾、Aydan et.al.⁶⁾は斜面を剛体ブロックの集合体と仮定し、実験的および解析的に、滑りと回転を伴う崩壊様式を研究している。これによると斜面の高さ(H)とブロックの大きさ(D)の比(H/D)が10~15以下であれば、個々の不連続面の特性が卓越する挙動をするが、他方、H/Dが数十程度になれば集合体としての挙

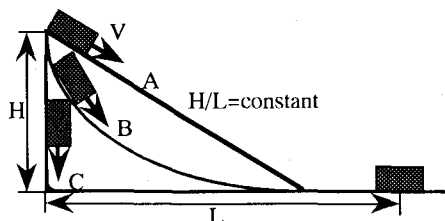


Fig.1 Illustration of a block and its travel length.

動が卓越する傾向が得られている。すなわち粒として挙動する。

山体崩壊では一般にH/Dが後者にあてはまると想定され、粒としての挙動が卓越するものと考えられる。すなわち、H/Dが大きくなると、山体を構成する剛体ブロックが回転運動をしやすくなることから、到達距離に影響するのではないかと考え、以下のような実験を行った。

3. 模型実験

3-1. 実験装置 Fig.2に実験装置を示す。装置は高さ750mm、幅1060mm、奥行き90mmの函体であり、観察するために前面は透明なアクリル板製である。内部の止め板は取り外し可能である。

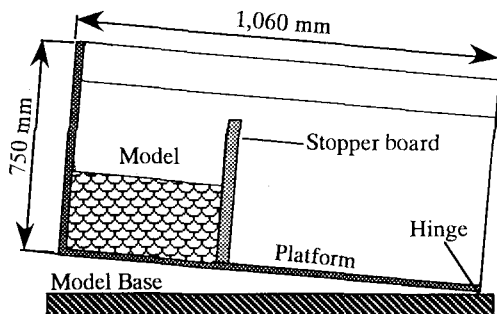


Fig.2 Layout of tilttable-frame model test apparatus.

3-2. 実験方法 材料は大分県津久見産の石灰石(比重2.70 g/cm³)を使用し、標準網ふるいによりふるい分けを行い、このなかより粒径Dが5.0mm, 10mm, 15mmの3種類を実験に使用する。安息角

はそれぞれ37.5°, 41.2°, 37.7°である。なお山体の高さHは300mm, 200mm, 100mmの3つとする。

まず止め板を固定し、材料を所定の高さまで詰め山体モデルを作成する。その後、板を瞬間的に取り除き斜面を崩壊させる。なお山体法面の角度 θ を90.0°と60.0°, 基層が水平面となす角 α を0.0°および5.0°と変化させた。

3-3.計測方法 崩壊後の形状に関する変数をFig.3に示す。最も遠くまで飛散した石までの距離をLとし、その角度を β , このときの斜面の角度を γ とし、斜面崩壊後の到達角度を $(\alpha+\beta)$, 崩壊後の法面角度 $(\alpha+\gamma)$ を崩壊角度とし、到達距離を $L\cos\alpha$ で定義する。実験結果は、装置前面に固定したデジタルスチルビデオカメラで撮影・記録し、実験後画像解析により数値化する。なお確認のため、普通のカメラでも撮影し、スケッチを行い、メジャーによる測定も行った。

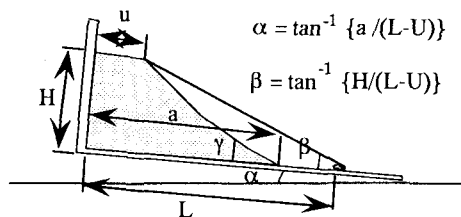


Fig.3 Details of slope parameters.

4. 実験結果と考察

Fig.4は、斜面の高さH=300mmの場合について、H/Dをパラメータとして、崩壊後の岩塊の到達角度 $(\alpha+\beta)$ と崩壊角度 $(\alpha+\gamma)$ について示したものである。図中の数値はH/Dの値を表している。

図より、H/Dが大きくなるにつれて崩壊角度が小さくなっており、H/Dが岩塊の挙動に影響することがわかる。一方、到達角度に関しては、H/Dの増加につれ、到達角度は小さくなる傾向を示しており、すなわち、H/Dが大きくなるにつれて、山体を構成する岩塊が運動しやすくなり遠くまで到達することが確認できた。

5. あとがき

本研究はまだ実験回数が少なく、必ずしも十分とはいえないものの、山体を構成する岩塊の大きさが相対的に小さくなるほど、到達距離が

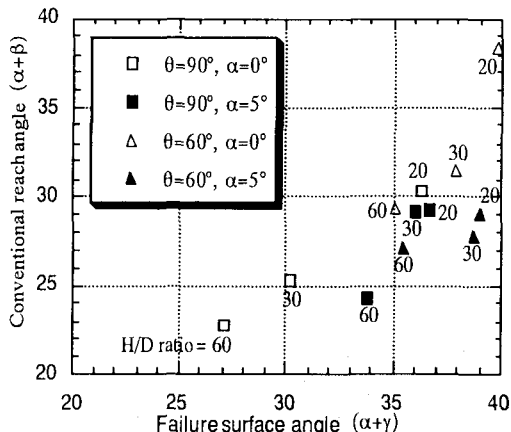


Fig.4 Conventional reach angle $(\alpha+\beta)$ and failure surface angle $(\alpha+\gamma)$ with respect to H/D ratio.

長くなることが実験的に確認できた。今後は、デジタルスチルビデオカメラの画像データ进行处理し、個々の剛体ブロックの挙動を数値的に把握するとともに、粒径ばかりでなく、岩塊の形状、斜面形状についても考慮に入れて、崩壊のメカニズムを明らかにする必要がある。

【参考文献】

1. Aydan, O. and Shimizu, Y. (1993): Post-failure motions of rock slopes, Assessment and Prevention of Failure Phenomena in Rock Eng., pp.409-415, ISRM, Balkema.
2. Barton, N. (1971): A model study of the behavior of steep excavated rock slopes, Ph.D. Thesis, Univ. London.
3. 森脇 寛(1987): 地すべり, Vol.24, No.2, pp.10-16.
4. Ochiai, H., Hayashi, S., Uemura, J. and Iryo, T. (1992): Slope stability of Mt. Mayuyama under the volcanic activity of Unzen Volcano, Unzen Volcano the 1990-1992 Eruption, pp.110-115, The Nishinippon & Kyushu Univ. Press.
5. Choquet, P. and Tanon, D.D.B. (1985): Nomograms for the assessment of toppling failure in rock slopes, 26th US Symp. on Rock Mech., pp.19-30.
6. Aydan, O., Shimizu, Y. and Ichikawa, Y. (1989): The Effect Failure Modes and Stability of Slopes in Rock Mass with Two Discontinuity Sets, Rock Mech. and Rock Eng., 22, pp.163-188.