

不連続面の方向性が著しい岩盤斜面の形状と安定性について

名城大学	正会員	○ 清水泰弘
琉球大学	正会員	渡嘉敷直彦
東海大学	正会員	アイダジ・オメル

1. まえがき

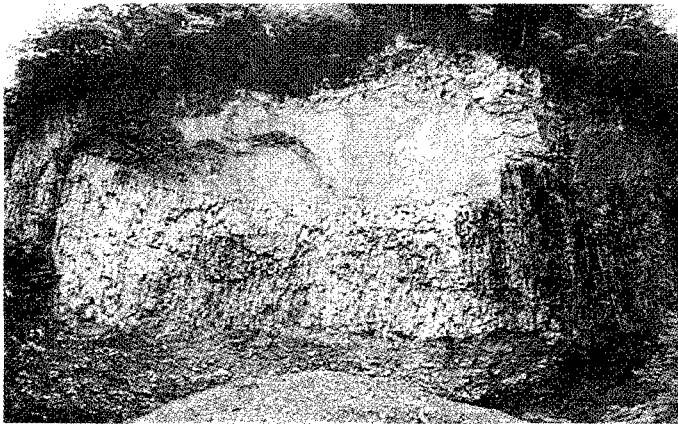
近年、伊豆諸島の火山噴火や鳥取県西部地震が発生し多大な岩盤斜面崩落の被害が生じている。また、台風や豪雨などの自然現象、河川或いは海岸の浸食や風化の進行による岩盤崩落がよく見られる。しかし、岩盤はその岩種や力学的・形状的条件或いはその自然環境によっても異なり、さらに節理面の特性や風化速度などの不確定な要因が多く、岩盤斜面の崩壊を予測することは非常に困難である。

ここでは、垂直方向に発達した不連続面をもった柱状節理の顕著な斜面を例にとり、その表面形状の計測と風化速度を予測した DFEM による斜面安定解析を行い、その岩盤斜面の安定性について考察した。

2. 岩盤斜面の斜面形状

岐阜県益田郡小坂町の巖立公園内にある巖立は、約 5 万 4 千年前（名古屋大学年代測定研究室の木炭片の調査結果）の御嶽山の大噴火によってできたものである。その高さは 72m、幅 120m の柱状節理が卓越した両輝石安山岩の大岩壁であり、岐阜県によって天然記念物に指定されている。平成 11 年 1 月 28 日に大規模な崩落（崩壊量：約 4, 500m³）が発生した。原因として写真－1 に見られるように柱状節理にしみこんだ水の凍結・融解による部分崩壊を経て、この日に発生した地震（震源地：長野）によるものと考えられている¹⁾。

岩盤斜面の 3 次元的形状を計測する方法は、ステレオカメラやデジタルカメラあるいはコンピュータ画像処理を応用した方法も有るが、何れも高額で一般的ではない。そこで、三角水準測量とノンプリズムレーザー距離計（インパルス LP 型：写真－2）を用いて岩壁の詳細な断面図を作成した。岩壁の測線に沿った上下端の基点となる点の位置を三角水準測量で測り、その他の細かい測点をノンプリズムレーザー距離計で計測した。同時に三角水準測量の結果とノンプリズムレーザー距離計の結果を比較検討してノンプリズムレーザー距離計の精度を検証した。巖立の計測結果の断面図を－1 に示す。



写真－1 崩落後の巖立



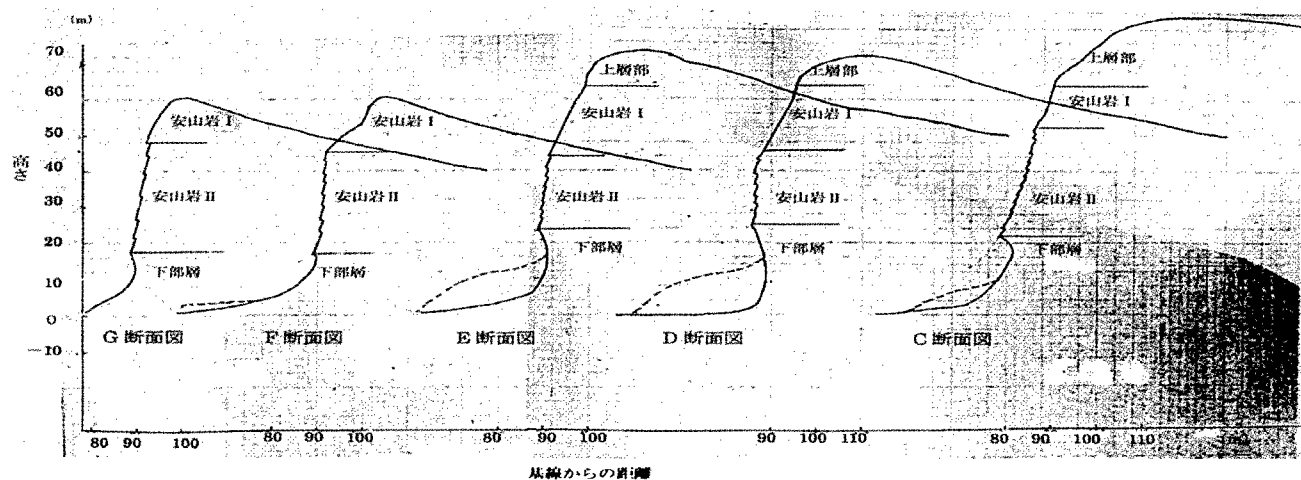
写真－2 ノンプリズムレーザー距離計

3. 巖立の両輝石安山岩の諸物性

現地で採取した岩石を用いて一軸圧縮試験、引張（圧裂）試験、表面摩擦角測定（コアチルト試験）、超音波計測、表面硬度計測等を実施した。それらの試験結果を表－1 に示す。節理等の不連続面の間隔、方向、密度、長さは現地で計測するか写真或いは測量結果から判断した。

4. 斜面安定性解析

安山岩柱状節理を有する斜面について、現地山の安定性ならびに長期的安定性を検討するため、柱状節理の影響を考慮に入れた斜面のモデル化を行って、解析設定条件のもとで DFEM による自重解析を行う。図－2 に、巖立の岩盤斜面の解析断面を示す。図に示すように、安山岩柱状節理群が、安山岩 I、II 層部に存在すると仮定して DFEM で解析し、他の部分は FEM で解析を行う。さらに風化による材料劣化の過程も考慮した。



図一 1 巖立の計測断面図

また、斜面下部層は、現地山の谷川の状態から、長期間を経て洗掘を受けるものと考え、点線で示される洗掘面を仮定した。現斜面の安定性ならびに、長期的安定性の解析を行うため、解析条件の設定項目を表一2に示す。地山の風化深度にともなう材料の劣化と河床部の洗掘による斜面の安定性を評価することを考慮し、現斜面安定解析および長期的安定解析の各解析において、地山の幾何学的条件および材料条件を設定する。

表一2 解析条件設定項目

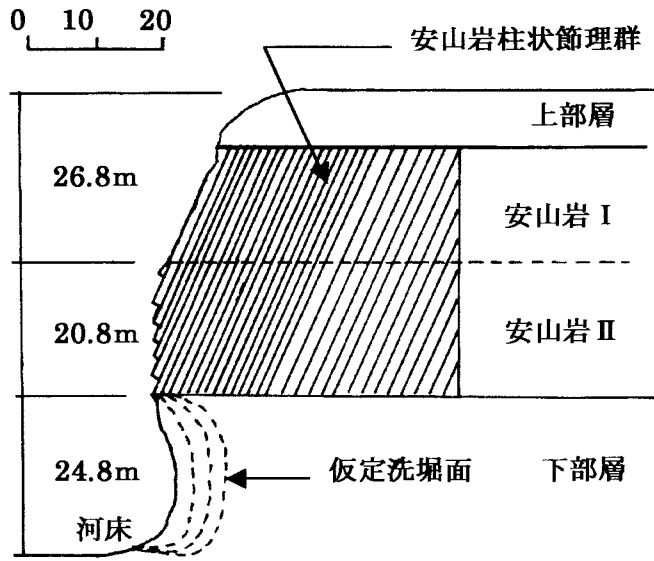
	幾何学的条件	材料条件
現斜面の安定性解析	・ 柱状節理のブロックモデル設定 ・ 下部層現地山設定	・ 地山各層材料特性設定 ・ 柱状節理間コンタクト要素材料特性設定
長期的安定解析	・ 柱状節理のブロックモデル設定 ・ 下部層洗掘面設定	・ 地山各層材料特性設定 ・ 柱状節理間不連続面の劣化による材料特性設定

表一1 両輝石安山岩の強度物性		
試験項目	単位	平均値
圧縮強度	KN/cm ²	17.24
引張強度	KN/cm ²	0.55
密度	g/cm ³	2.63
超音波速度	Vp Km/s	31.2
表面摩擦角	乾燥(°)	28
表面摩擦角	湿潤(°)	31
弾性係数	10 ³ (KN/cm ²)	4.7
ポアソン比		0.26

5. おわりに

垂直方向の柱状節理が卓越した岩盤斜面の安定性と崩壊予測について研究を進めている。今回、岐阜県益田郡小坂町にある巖立を例に取り、先ず岩壁の断面形状を三角水準測量とノンプリズムレーザー距離計によって計測し、その形状を基にして、物性試験結果をパラメータとしてDFEMとFEMによって数値解析を行った。なお、本研究に対し岐阜県益田郡小坂町役場より多くの巖立の貴重な資料を提供して頂いた。また、本学学生の松岡昭将君、大野高平君には現場測量や資料整理などに協力して頂いた。ここに深謝いたします。

参考文献 1. 岐阜新聞、平成11年1月30日
記事 2. 清水泰弘, アイダン・オメル, 渡嘉敷直彦, 川本 万: 岩盤分類に基づく不連続性岩盤の力学特性の評価と安定性について, 第19回西日本岩盤工シンポジウム論文集, pp.49-54,1998.7



図一 2 巖立斜面解析モデル