

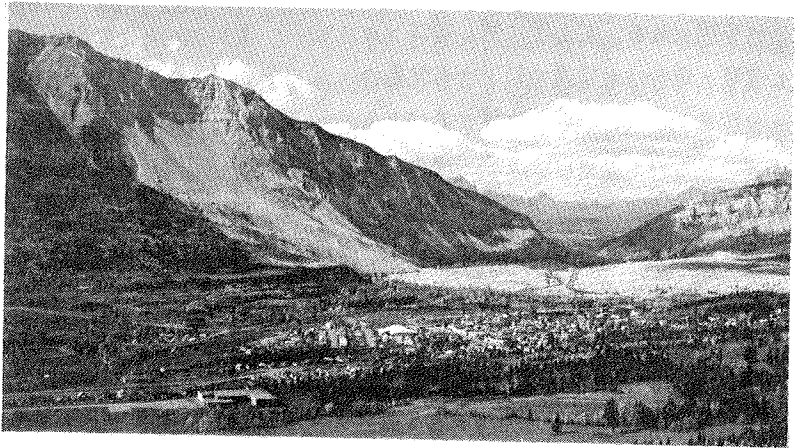
建設省多治見工事事務所 ○石川 芳澄

1. はじめに

筆者は、昭和56年9月1日から昭和57年8月31日まで、科学技術府のポर्टギャランティ研究員としてカナダのアルバータ大学土木学部地盤工学科に留学する機会を得た。ここではアルバータ州南部にあるFrank Slide について報告したい。

2. Frank Slide

Frank Slide(写真-1)はアルバータ州南部のアメリカ国境に近い Crownest Pass に位置し(図-1)、世界的に有名な大斜面崩壊地(広い意味での地すべり地)である。



1903年4月29日午前4時10分、Turtle Mountain (標高約2,100mで南北に細長い山)の東側斜面は、その頂上部より、中約800m、長さ(水平距離)約500m、厚さ(斜面に直角方向)約100mに渡って突然崩れ落ち、約36.5×10⁶m³の崩壊岩塊はなだれの如く斜面を下り、頂上より約800m下方にあつた小さな鉱山町Frankを襲ひ、一瞬にして埋めつくしてしまひ76名の犠牲者を出した。

堆積した土石は面積約2.67km²、平均厚は13.7mと推定された。またこの崩壊岩塊は山腹下部にあつた石炭採掘用のトンネル口を埋め、脇を走るハイウェイ3号線およびCP鉄道も埋めた。

J.A. Allan (1931年)、R.B. Mackay (1932年)、D.K. Norris (1953年)、さにより詳細な調査が行なわれた結果、この山が背斜構造をしており、1903年の大崩壊は東側の層理面に沿つて起つたと想定された。

1974年、J. Krahn は大崩壊時の斜面の安定解析を試みた。先ず、図-2に示すような地質横断面図をもとにすべり面を想定した。さらに現地で採取した山体を構成している石灰岩の岩塊を用いて、地殻運動時に生じた不連続面(褶曲すべり面 --- Flexural-slip surface)におけるC、φを

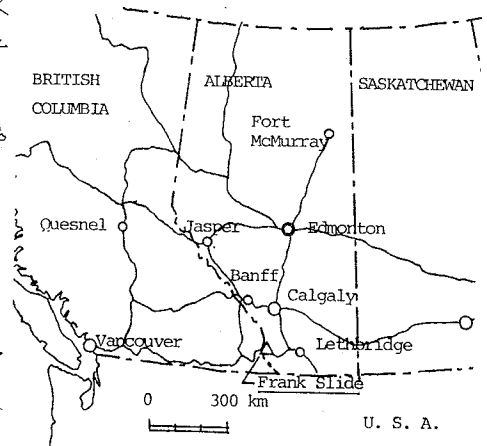


図-1 Frank Slide 位置図

せん断試験により求め、この値($c = 22.5 \text{ t/m}^2$, $\phi = 28^\circ$)を用いて、Morgenstern-Price法により、想定すべり面での安全率0.83-0.89を得た。Krahnはこの結果から、図-2に示す崩断面図が妥当であると結論づけている。

3. Rock avalanche

Frank Slideのような斜面崩壊をVarnes(1978年)はrock(-fall) avalanche,あるいはrock fall-debris flowと呼んでおり、Hsu(1975年)はドイツ語でsturzstorms(rock fall streams)と呼んでいる。一般に、rock avalancheは崩壊して斜面を流下する土砂石等に細粒分(粘土、シルト等)が少なく、また水が飽和していないことにより土石流(debris flow)と区別され、また流れの形態をとって斜面を流下することにより落石(rock fall)と区別される。勿論、これらの中には明確に区別できない中間形態をとるものもある。

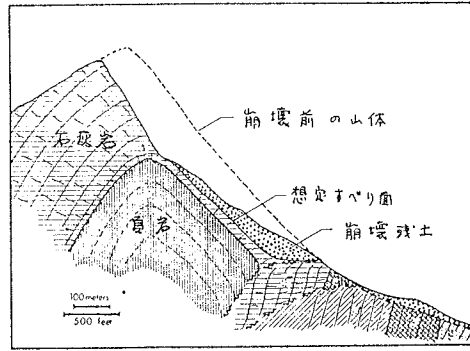


図-2 タートル山の横断面図と想定すべり面 (CrudenとKrahnによる, 1978年)

Rock avalanchesの報告事例は少ないが、規模が大きいため、ひとたび居住地域付近で発生すると大きな被害をもたらす。Rock avalanchesの主な特徴は、①規模が大きい、②崩壊岩塊の移動速度が大きい、③崩壊高に比べて崩壊した岩塊の到達距離が大きい、の3つである。このうち③の特徴はrock avalanchesの運動機構を解明する上での重要な検討事項である。

Scheidegger(1973年)は崩壊岩塊の鉛直落下距離に対する水平移動距離の比(Heimはこれをfahrhoeschungと呼んだ、1932年)と崩壊量の関係を世界各地で発生したrock avalanchesについて調べ、崩壊量の増加に伴ってfahrhoeschung(崩土移動勾配)が減少することを発見した(図-3)。すなわち、崩壊量が大きくなると移動距離が大きくなり、崩壊岩塊の運動摩擦係数(も「fahrhoeschung」といふ)は小さくなる。

この現象を説明するため、これまで多くの仮説が多くの研究者により発表されてきているが、それらは次の3つのグループに大別される。

- 1) ある物質(粘土、空気など)が崩壊岩塊と斜面の間に存在し、これが摩擦抵抗を弱める。
- 2) 崩壊岩塊中のある気体(水蒸気や二酸化炭素など)の間隙圧が増大することにより崩壊岩塊が液状化する。
- 3) 崩壊岩塊が高速でせん断されることによりせん断面付近で液状化が起り、内部摩擦角が減少する。(振動による液状化も含む)

以上の仮説のいずれも決定的な根拠がなく、今後の研究が待たれている。

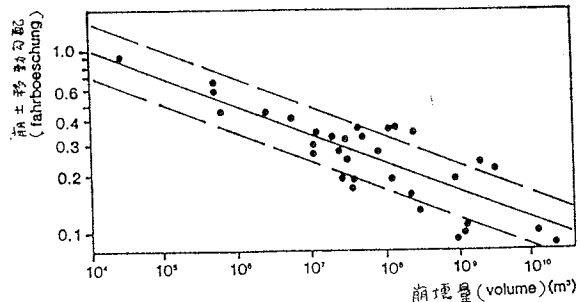


図-3 崩土移動勾配と崩壊量の関係 (Scheideggerによる, 1973年)