

(9) 花崗岩分布地域における崩壊地特性の解析による生産土砂量の推定

東電設計㈱ 〇 岡 信 彦
東電設計㈱ 正会員 菊 地 宏 吉
東電設計㈱ 藤 枝 誠

1. はじめに

ダム集水区域の地質調査は、従来貯水池の寿命を決める堆砂量の予測を主目的として実施されていたが、昭和39年のヴァイオント貯水池の周辺山腹斜面の大崩壊による事故以来ダムの計画段階において湛水区域周辺の山腹斜面の安定性に関する検討をも目的として実施されるようになっていく。我が国は、未固結・半固結地盤、風化地盤、軟岩地盤、火山碎屑地盤及び破碎地盤等の地質の良好でない箇所が割合に多く、近年このような地域にも大規模な貯水池が計画されるようになっていく。このような地域は崩壊地が多く発生しており、これが湛水池周辺斜面の安定性の問題、堆砂および濁水等の原因となることが考えられる。

このような観点から、筆者らは飛騨山系の花崗岩分布地域において崩壊地特性の解析を行ってきたが、同時に貯水池に流送される土砂量を推定するための手法について検討したので、その結果を報告する。

2. 従来の研究

崩壊地に関する地質構造特性を検討し、崩壊地からの生産土砂量を推定する方法として緒方（1977）の研究が挙げられる。

緒方の研究は、撮影年次の異なる空中写真より崩壊の発生と消滅を判読し、崩壊地個数の変化と今後の崩壊予測を求める方法で崩壊地の活動性を検討したものである。さらに、緒方は地域における崩壊地の平均寿命という考え方を導入し、崩壊地個数、崩壊規模及び平均寿命から崩壊土石量を推定している。

3. 調査地周辺の崩壊地及び地質特性

調査地は長野県北西部にあたり、飛騨山系の花崗岩類が分布している。調査地は、新鮮な花崗岩と破碎組織を有する花崗岩及び熱水変質を受けた花崗岩から構成されるが、このうち前者が地域の半分以上を占めている。なお、後者二つの強度は新鮮なものの約1/10程度であり、崩壊地についても後者二つの花崗岩が分布する地域に集中し、植生はほとんどなく裸地化している。

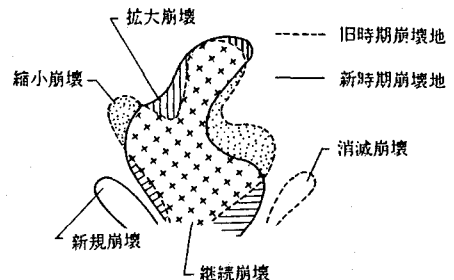
最近数年間の当調査地における崩壊地の特徴としては、新たに崩壊が発生するケースは比較的少なく、以前に崩壊した部分（継続崩壊）が軟質かつ裸地化しているため、浸食されていく傾向にある。

4. 土砂量の推定

貯水池等への流入土砂量は崩壊地等から生産される土砂量から溪床にとどまる土砂量を減じたものである（フローチャート参照）。

4. 1 崩壊地等から生産される土砂量

従来の研究では、土砂量を推定する際崩壊地個数を基に平均寿命や崩壊規模等から求めている。しかし地質が良好でなく、崩壊地が非常に多く煩雑化しているような場合、個数ではおのずと限界が生じる。したがって筆者らは、崩壊地の経年変化を判読するのに崩壊面積で行ない、それぞれのタイプ別に土砂量を算出した。



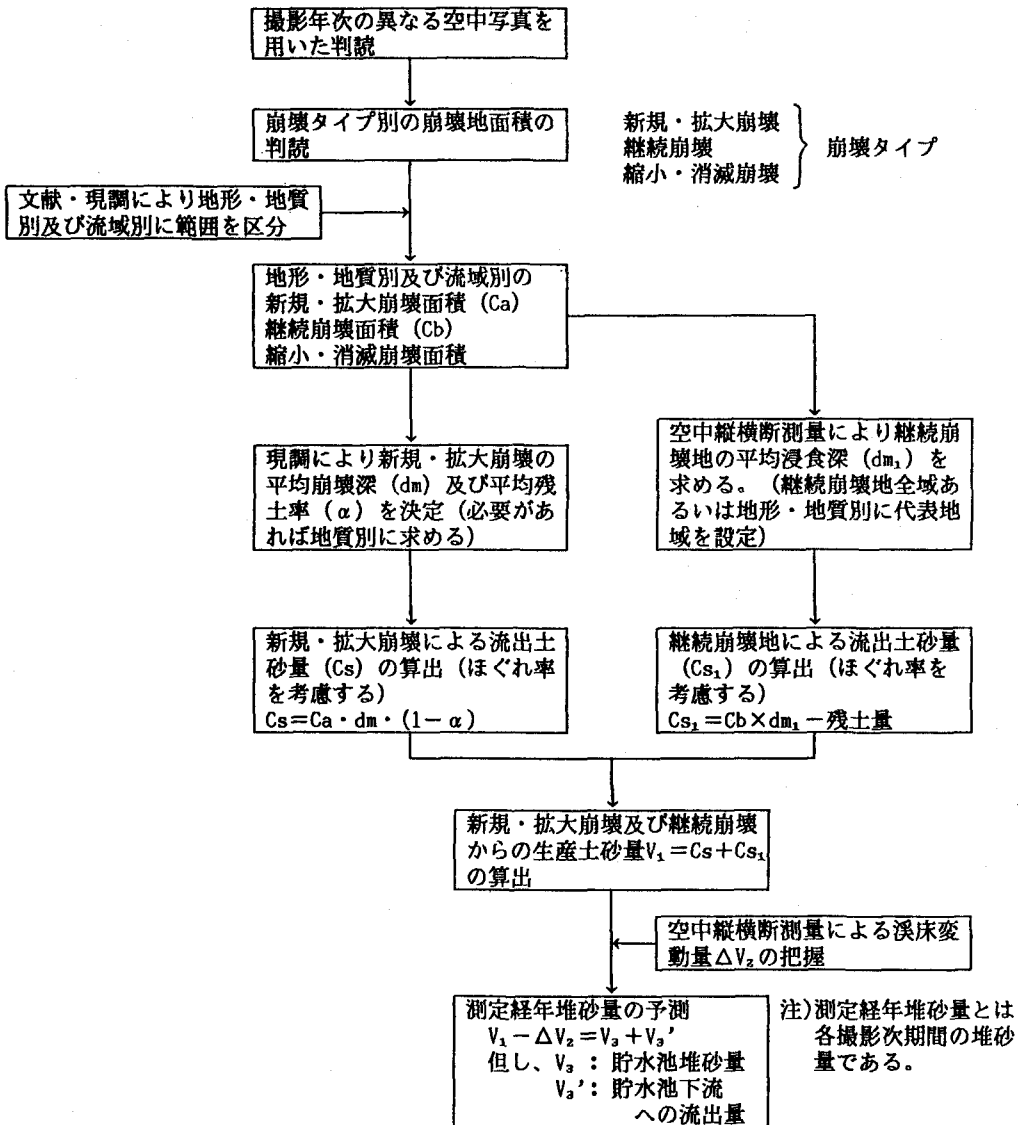
経年変化を判読するのに用いた崩壊のタイプは前述の図に示す通りであり、新規崩壊・拡大崩壊・継続崩壊・縮小崩壊・消滅崩壊の5つに区分した。

これらのうち、生産土砂量として必要なものは、新規・拡大崩壊と継続崩壊である。

また、ここで注意しなければならないことは、崩壊面積を集計する際、地形・地質に大きな差異が認められる場合には単に流域別に分類するのではなく、地形・地質に重きをおいて区域を設定し分類すべきである。

1) 新規・拡大崩壊土砂量を算出するまでの手順

- ① 時期の異なる空中写真（5年程度がよい）を用いて、空中写真判読を行ない前述のタイプ別に分類する。



崩壊地による生産土砂量から貯水池堆砂量を把握するまでの土量の算出フロー

- ② 既存地形図や地質文献及び現地踏査からコンパイルマップを作成し、流域別及び地形・地質別の崩壊タイプによる面積を集計する。
- ③ 空中写真判読で求められた新規・拡大崩壊地について踏査可能な地点を選定し、崩壊深、残土率を目視及び簡易測量により測定し平均崩壊深 d_m 、平均残土率 α を求める（必要があれば地質別）。
- ④ 新規・拡大崩壊土量 C_v は、次式で定義される。

$$C_v = C_a \times d_m = C_r + C_s \quad \cdots \cdots (1)$$

$$C_r = C_v \times \alpha \quad \cdots \cdots (2)$$

$$C_s = C_v - C_r \quad \cdots \cdots (3)$$

ただし、 C_v ；新規崩壊・拡大崩壊の崩壊土量 C_r ；新規崩壊・拡大崩壊の残土量
 C_s ；新規崩壊・拡大崩壊の流出土砂量 C_a ；新規崩壊・拡大崩壊の崩壊面積
 d_m ；崩壊地の平均崩壊深 α ；崩壊地の平均残土率

これらの土量を実際に算出する場合は、ほぐれ率を乗じる。

上記の（３）式により、新規・拡大崩壊による流出土砂量が求められる。

2) 継続崩壊土砂量を算出するまでの手順

継続崩壊土砂量は、空中写真判読によって得られた継続崩壊面積に浸食深を乗じて算出する。

浸食深を求めるには、既存空中写真を用いて空中縦横断測量を行ない変動量を測定する。

空中縦横断測量は、継続崩壊地すべてにおいて実施することが好ましいが、経済性や効率性を考えると代表的な地形・地質条件別にかつ継続崩壊地が広くまたは密集して分布している箇所を選定し、範囲を設定する。

以下に１箇所における空中縦横断測量の作業手順を示す。

① 共通点の選点

基本年度の写真と他年度の写真の共通点（不動点）を選点する。

② 残差のチェック

共通点の標定を行ない、基本年度の標定値と大きく異なる場合にはもう一度繰り返す。

③ 各時期のメッシュ格子点の標高測定

時期ごとに各メッシュの格子点の標高測定を行なう。

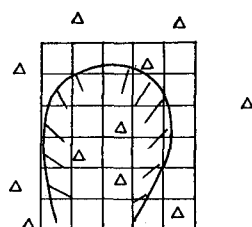
④ 浸食深の算出

浸食深の算出は、次の手順で行なう。

- a. メッシュ対象域を継続崩壊地とそれ以外のものに区分し、メッシュ格子点が継続崩壊地上に乗っているものを抽出し、これ等の格子点について以下の測定、計算を実施する。
- b. 各メッシュの２時期の変動値（＝標高差）を求める。浸食であれば（－）、堆積であれば（＋）で表わす。
- c. 各メッシュの浸食深の総計を求める。

- d. 各メッシュの浸食深の総計を浸食を受けたメッシュの総数で除し、平均浸食深を求める。

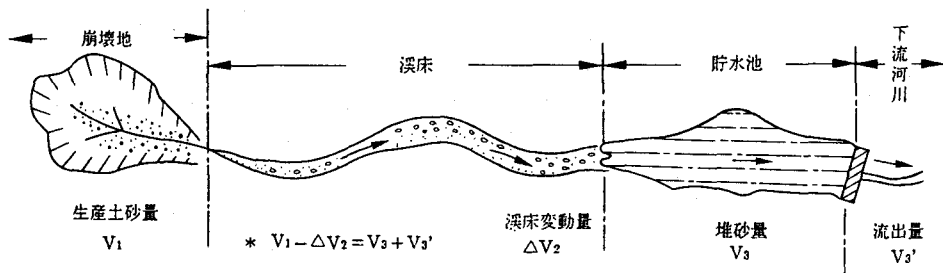
上記のようにして求めた代表的な地形・地質別の平均浸食深にそれぞれの継続崩壊面積を乗じ、さらにほぐれ率を乗じてそこから残土量を減じたものが継続崩壊からの流出土砂量である。



Δ：共通点（不動点）

4. 2 生産土砂量から堆砂量までの土量の算出

4. 1において新規拡大及び継続崩壊地による生産土砂量を求めた。それらの崩壊地からの生産土砂量から貯水池に至るまでの土量算出の一連の流れは概念的に次図のようになる。



土砂の生産から堆砂までの概念図

生産土砂量 (V_1)、溪床変動量 (ΔV_2)、貯水池堆砂量 (V_3) および下流への流出量 (V'_3) の相互の関係は、

$$V_1 - \Delta V_2 = V_3 + V'_3$$

となる。上述の式により、土砂の生産から堆砂までの算出過程を記したが、ここで溪床変動量 (ΔV_2) の求め方について解説する。

溪床変動量は、時期の異なる既存空中写真 (崩壊地の経年変化や新規拡大・継続崩壊の判読に用いた空中写真を使用) を用いた空中縦横断測量により求める。対象溪流は主要な溪流について行なうこととし、上流については写真では判読不能な場合が多いため、中下流を対象に特定の間隔ごとに断面を設定し変動量を測定する。また、断面の設定にあたっては、貯水池の深浅測量の測線の位置を考慮することが好ましい。

測定における手順を以下に記す。

① 断面形の測定 (空中縦横断測量による)

② 断面積の2時期の差を算出

ある断面での変動量 (A_n) は、両断面の差である。

A_{new} : 新时期断面

$$A_n = A_{new} - A_{old}$$

A_{old} : 旧时期断面

③ 土量の算出

溪床での変動量 (V) は、区間変動量 (U_n) の総和とする。

$$U_n = (A_1 + A_2) / 2 \times L \quad L : \text{区間長}$$

$$V = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

5. 結論

貯水池に流入する土砂量を試算する手法として新規・拡大崩壊地と継続崩壊地による生産土砂量から溪床変動量を減じ、堆砂量を求めた訳であるが、この手法を用いた長野県A貯水池における試算結果は、実測結果と、約10%の誤差範囲でほぼ一致した。

したがって、この手法は、計画地点の生産土砂量の推定、既設貯水池の土砂収支及び堆砂源の推定、各種の保全計画の立案、今後の崩壊予測等の有効な方法になると考えられる。今後は他地点についてこの手法を用いて、その適用性について検討を加えることが必要と考えられる。

参考文献

1. 緒方 正虔 (1977) : 崩壊地に関する地質構造特性、大ダムNo80, P29~41
2. 長野県地学会 (1962) : 20万分の1長野県地質図及び説明書
3. 安芸 周一 (1971) : 貯水池の堆砂について、第13回発電水力講習会テキスト、発電水力協会
4. 山田剛二、渡正亮、小橋澄治 : 地すべり、斜面崩壊の実態と対策、山海堂

(9) ESTIMATION OF THE AMOUNT OF THE DEBRIS
BASED ON THE PROPERTIES OF LANDSLIP IN THE AREA OF GRANITE

Nobuhiko Oka (Tokyo Electric Power Services Co., Ltd.)
Kokichi Kikuchi (Tokyo Electric Power Services Co., Ltd.)
Makoto Fujieda (Tokyo Electric Power Services Co., Ltd.)

ABSTRACT

This paper reports the examination about the method of estimating the amount of the debris which are carried from the landslide to the dam reservoir at the area of Hida Granite.

The Procedure of this method is as follows;

- ① Search the landslide by using aerial photographs.
- ② Divide them into the landslide where the debris is under-produced and ones where it is not.
- ③ Estimate the amount of the debris at the each landslide.
- ④ Calculate the debris which are carried by subtracting amount change of the debris on the valley from the amount which is estimated in ③.

To examine the applicability of this method, "A" reservoir in Nagano prefecture is investigated. As the results the amount of accuracy of 10% is obtained comparing the actual amount.

In conclusion the result estimated by using this method are considered as the essential materials to;

- ① estimate the debris which would be produced at the planning step,
- ② estimate the income and outgo of the debris and the source of the debris,
- ③ plan the maintenance of dam reservoir,
- ④ predict the degree of the landslips around the dam reservoir in future.

In future we would apply this method at the several site and reexamine the applicability of this method.