Japan Society of Engineering Geology

63．岩盤崩壊と到達範囲予測

Rock mass failure and estimating debris distribution

○牛渡　聡、嶋倉一路、紺野郁夫（構研エンジニアリング）
Satoshi Ushiwatari, Kazumichi Shimakura, Ikuo Konno (Koken Engineering Co., Ltd.)

1. はじめに

山地や海岸斜面に面した道路では，豪雨や地震に起因する落石・崩壊などの斜面災害が多数発生している．中でも岩盤斜面崩壊（以下，岩盤崩壊と記す）は，発生頻度は低いものの規模が大きく，人的被災のみならず，復旧までの通行止めによる社会的な影響も大きい．岩盤崩壊は，事象が一瞬であること，発生時期・被災範囲の予測が非常に困難であることが特徴である．

防災対策のため直接的な斜面対策工を行うことは，財政上難しい面もあるため，被害範囲を推定・予測し，路線をシフトさせることも有用と考える

本講演では，急崖斜面において，斜面崩壊機構と安定度評価，崩壊物質の到達範囲の推定等を行い，対策工を検討した事例を紹介する．

2. 崩積土の到達範囲と推定方法

岩盤崩壊により発生した岩塊，土砂を総称して，本稿では崩積土と称することにする崩積土の到達範囲を推定するには，過去の事例から帰納的に解析する方法と，各種要因に基づいて数値解析などの演繹的に推定する方法が考えられる．

過去の事例では，岩盤崩壊の形態，規模などにより崩積土の到達範囲は様々である（表-1）．

表-1　大規模岩盤崩壊と到達範囲 1)～4)

年/箇所	崩壊高 (m)	土量 (m^3)	到達範囲 (m)		崩壊形態	崩壊範囲
			岩塊	落石		
1996 豊浜トンネル	70	11,000	10	50	崩落	全体
1997 第二白糸トンネル	130	42,000	80	120	崩落	全体
2001 北見北陽	70	24,000	30	30	すべり	全体
2004 えりも	100	42,000	35	35	すべり	全体

また，崩積土の到達に関わる要因として想定される代表的なものを表-2に示す．

表-2　崩積土到達に関わる要因

要因	説明	
地形	傾斜	鉛直～緩
	傾斜変換	有無
植生	有無、粗密	
斜面対策構造物	有無、粗密	
崩壊高さ・位置	斜面全体、上部、下部	
崩壊形態	崩落、すべり、転倒、座屈	
脆弱度	崩壊後自壊の有無・程度	
その他	河川等の有無	

また，数値解析的に予測する代表的な方法としては，多変量解析5)～7)や個別要素法などの崩壊シミュレーションなどがある．

3. 事例紹介

実務的な方法により崩壊範囲を予測した事例を紹介する．地質調査は，ラジヘリ空中写真の判読，クライミング調査を主体としている．

1）斜面A

(1)地形地質概要

山地斜面で比高は約150m地質は下位より新第三紀の凝灰岩，安山岩溶岩，火山角礫岩がほぼ水平構造をなす．

(2)岩盤崩壊要因

オーバーハング，背面亀裂により岩盤崩落型を想定規模は最大最大20×10×5(m)，比高100～150m．

傾斜変換点あり，植生密，対策構造物なし，崩壊により細片化する．

(3)到達範囲予測

地表踏査により，夏季の植生があっても確認可能な既往大型落石（φ1m以上）の位置を把握したまた，代表断面において二次元落石シミュレーションおよび個別要素法DEM解析を実施して到達範囲を算出し，履歴と比較した．解析結果は，履歴の範囲内におさまっていた．

到達予測範囲は，落石履歴を重視して路肩から最大35～40mと判定した平面的な到達範囲形状としては，到達範囲と斜面高さとの相関性が見受けられる．

(4) 切土工＋抑止工，待受工，別線ルートを比較し，安全性・コストの面から落石の影響のない路線シフト案を採用した．

2）斜面B

(1)地形地質概要

海岸部に位置する比高300mの急崖斜面地質は新第三紀の流紋岩（珪化および粘土化変質）主体で，花崗閃緑岩もあり．

(2)岩盤崩壊要因

オーバーハング，背面亀裂により崩落型を想定規模は最大20×20×5(m)，比高200m．

植生なし，対策構造物あり，崩壊により細片化する．

(3)到達範囲予測

ラジコンヘリ空中写真判読により，海中にあっても確認可能な既往大型落石（φ2m以上）の位置を把握した．

到達予測範囲は，落石履歴を重視して路肩から最大50m程度と判定した平面的な到達範囲形状としては，到達範囲と斜面高さとの相関性が見受けられる．

NII-Electronic Library Service

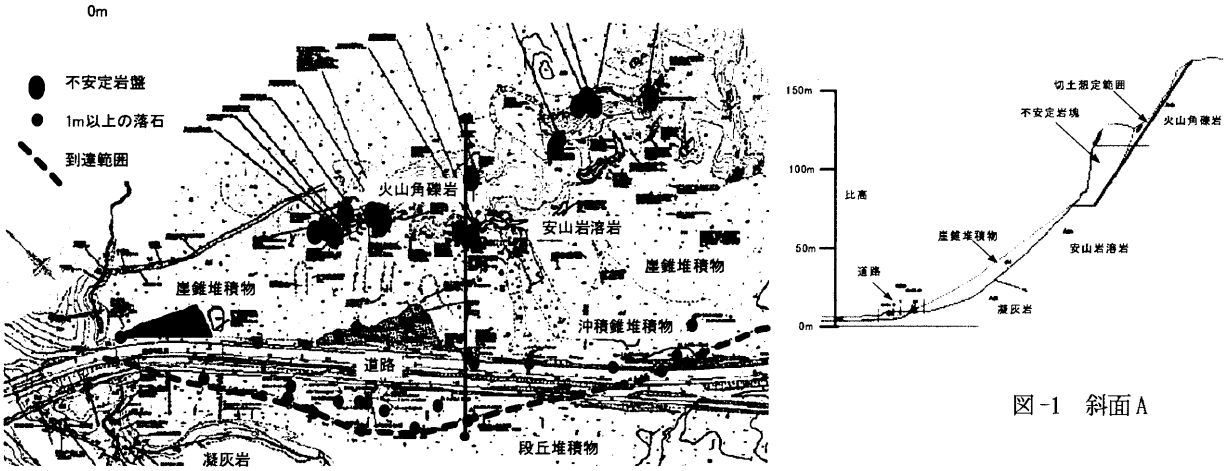

図-1　斜面A

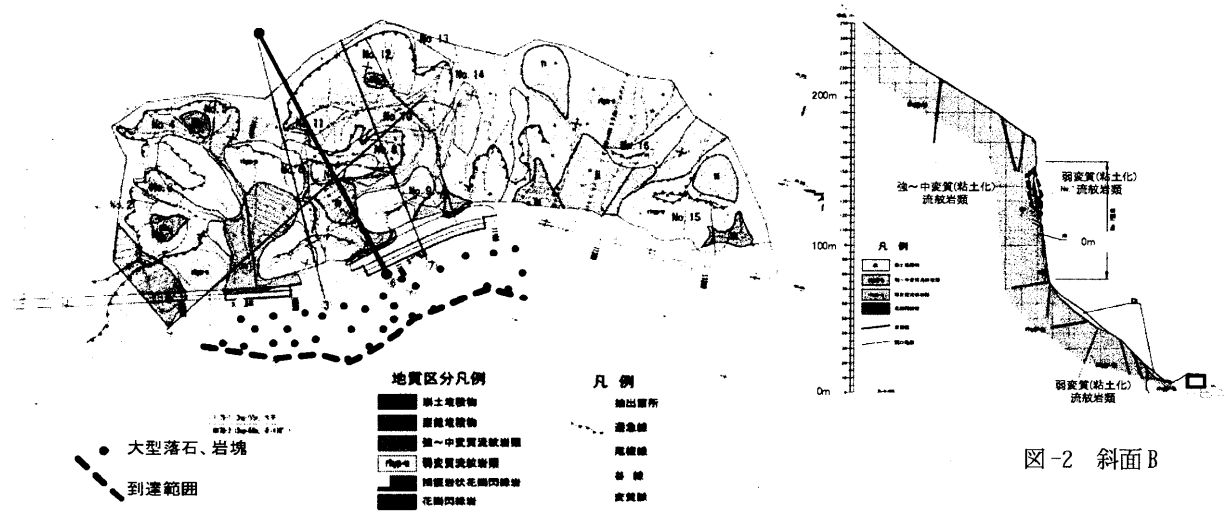

図-2　斜面B

切土工＋抑止工，待受工，別線ルートを比較し，安全性・コストの面から別線ルート(トンネル)案を採用した．

4. 評　価

(1) 到達範囲予測の評価

既往の大規模崩壊では，落石の到達距離は山側路肩から30～120mの範囲にあり，紹介した2件では30～50mであった．今後岩盤崩壊が発生した場合に，予測どおりになるかどうかは不明であるが，ひとつの例を示せたと考えている．

(2) 判定方法の妥当性

数値解析により演繹的に行う予測は，二次元解析においては代表断面の選定やパラメータの設定などが難しく，現実的な解を得るのは容易ではない一方，落石や崩壊履歴に基づく帰納的な方法は，実務的ではあるが，履歴が見つからない場合には，適応性がきわめて低くなる．従来，到達範囲は，斜面高さの1～2倍程度といわれているが，この値は紹介した例よりも安全側にある．対策として斜面から遠くに離れられない場合も多く，実務的な用途に耐える予測方法を開発する必要がある．

5. 課題と今後の対応

高比高斜面の崩壊対策は，施工の安全性，コストの面から，実施することは容易ではない．しかし，岩盤崩壊による惨禍は防止する必要があり，道路防災において別線ルート案は，用地問題を別にして現実的な選択といえる．今後も斜面崩壊事例を収集整理し，実用的な崩積土の到達範囲予測の検討を行っていく所存である．

【参考文献】

1) 豊浜トンネル崩落事故調査委員会(1996)：豊浜トンネル崩落事故調査委員会報告書，pp.3-34
2) 第2白糸トンネル崩落事故調査委員会(1997)：第2白糸トンネル崩落事故調査報告書，pp.3-37
3) 一般国道333号北陽土砂崩落調査委員会(2002)：一般国道333号北陽土砂崩落調査報告書，pp.3-2
4) 一般国道336号えりも町斜面崩壊調査委員会(2004)：一般国道336号えりも町斜面崩壊調査報告書，pp.3-11
5) 桑野健・佐々木靖人・脇坂靖彦(2004)：多変量解析による岩盤崩壊物質の到達範囲の検討，応用地質，Vol.45，No.1，pp.31-41
6) 桑野健・佐々木靖人(2004)：急崖岩盤斜面における崩土到達範囲確率予測の実斜面への適用，　応用地質，Vol.45，No.3，pp.135-144
7) 福田徹也・佐々木靖人・脇坂靖彦(2005)：表層崩壊による崩土到達範囲確率予測手法の開発，　応用地質，Vol.46，No.5，pp.265-279

NII-Electronic Library Service