紀伊半島大水害　大畑瀞における地質・水文調査とその考察

奈良県県土マネジメント部深層崩壊対策室　安井広之
奈良県五條土木事務所　平出義博・勇川邦浩
国際航業株式会社　〇下山一也・大神昭徳・島田徹
株式会社 奈良地質　古市周二

1．はじめに

奈良県吉野郡十津川村西南部に位置する大畑瀞は、明治 22 年 8 月の明治十津川大水害時に当該渓流の左岸側にて大崩壊が発生し、崩壊土砂による河道閉塞とその影響によって形成された上流側の堰き止め池が約 120 年経過した現在でも唯一残っている渓流である。平成 23 年 9 月の紀伊半島大水害時に河道閉塞部が大きく侵食・崩壊して土石流が発生し、一般国道 425 号が通行不能になるとともに孤立集落が形成される等の多大な被害が発生した。現在も明治に形成された河道閉塞部の大部分は残存しており、下流側では緊急対策としてえん堤の工事が進められている。ここでは、河道閉塞部における地質・水文調査を行い、河道閉塞部の安定性や今後の対応方針等について検討した結果を報告する。

2．流域概要

(1)地形概要

当該渓流は新宮川水系西川の左支川で流域面積 1.02km^2 である。

図 1 は当該渓流の概況図を示したものである。図に示すように左岸斜面における大規模崩壊による河道閉塞が発生し、上流側に大畑瀞と呼ばれるため池が残存している。

大規模崩壊は、幅約 400m、長さ約 400m、高さ約 50〜150m の規模を有し、崩壊時の移動土塊は対岸まで分布して河道を閉塞し、斜面内は起伏に富む緩傾斜地となっている。

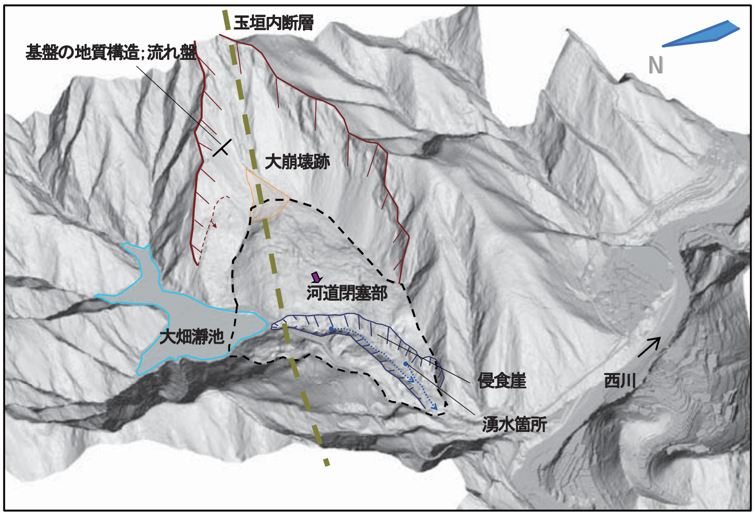

図 1. 大畑瀞 概況図

(2)地質概要

地質は中生代白亜紀四万十帯日高川層群の頁岩優勢の砂岩頁岩互が分布している。地質構造は北東-南西方向の走向、北西に傾斜するものが卓越しており、大規模崩壊は流れ盤に起因して発生したものと推察される。また、崩壊地内は玉垣内断層と呼ばれる推定断層が通過することが報告されている [1]。当該地内のボーリング調査の結果から、河道閉塞部は岩塊混じりの砂礫が最大 65〜70m の層厚で分布することがわかった。

紀伊半島大水害によって河道閉塞部が長さ 450m、高さ最大約 30m，幅最大 75m にわたって大規模な侵食・崩壊が発生した。現在は下流の西川にかけて非常に明瞭な侵食崖地形が連続して形成されるともに、侵食された渓流内には数箇所の湧水が確認される。

写真 1. 侵食崖状況

3．河道閉塞部の安定性検討

(1)検討概要

当該地では現在も大規模な河道閉塞部の大部分と上流側のため池が残存しており、今後の豪雨等による河道閉塞部の不安定化とそれに伴う土石流等の再発が懸念される。紀伊半島大水害時の災害発生要因としては、被災時の池水位上昇の痕跡等から河道閉塞部の天端を流下した地表水に越流侵食による可能性が高いと考えられているが、それ以外の要因として、河道閉塞部の浸透破壊及びすべり崩壊も否定できない。そこで各種地質調査結果を基に「現況」「被災前」の 2 ケースを対象に浸透破壊とすべり崩壊の可能性について検討を行った。検討の流れを図 2 に示す。

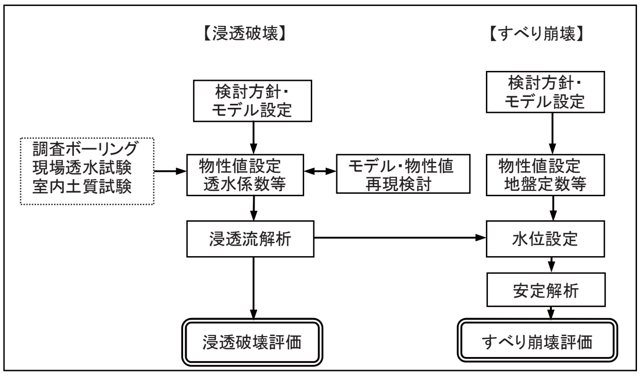

図 2. 河道閉塞部安定性検討の流れ

(2)検討結果

(a)浸透破壊

浸透破壊の検討は、浸透流解析にて得られた水平及び鉛直方向の動水勾配と、室内土質試験等から推定した当該地の限界動水勾配を比較により評価した。図 3 は浸透流解析の結果を示したものである。限界動水勾配 ic＝1.02 に対し、「現況」では水平方向：約 0.2、鉛直方向：約 0.1 と大きく下回っている。このことから、当該地の今後の浸透破壊の可能性は極めて小さいといえる。一方、「被災前」では法尻付近にて動水勾配が大きくなり、水平方向：約 0.5、鉛直方向：約 0.3 と限界動水勾配 ic 以下となるものの、「現況」に比べると局所的な間隙水圧が生じやすい結果となった。そして「被災前」の水平方向動水勾配は河川堤防浸透流検討で一般的に用いられるパイピングの許容値（i＝0.5）に近い値を示していることから、紀伊半島大水害時の不安定化に浸透破壊が関与していた可能性は残る。

(b)すべり崩壊

すべり崩壊に関しては、浸透流解析より得られた河道閉塞部の水位分布と土質性状から推定した地盤定数を基に安定解析（修正フェレニウス）を行った。

解析の結果、「現況」は「被災前」と比較して河道閉塞部の斜面勾配が非常に緩くなっており安定側に作用し、安全率 Fs=1.940 となる。一方、「被災前」は河道閉塞部の勾配が最も急となる部分かつ上記浸透流解析における動水勾配が最も大きくなる箇所で最も安全率が低く（Fs=1.058）、ほぼ Fs＝1.00 に近い結果となった。以上から、浸透破壊と同様にすべり崩壊についても「現況」は「被災前」に比べ安定度は大きく向上している。しかし、「被災前」は今回の一般値による安定解析の結果からは Fs≒1.0 となっていること、さらに弱線が浸透流解析における動水勾配が最も大きくなる箇所と重複していることから、すべり崩壊の影響も否定できない結果となった。

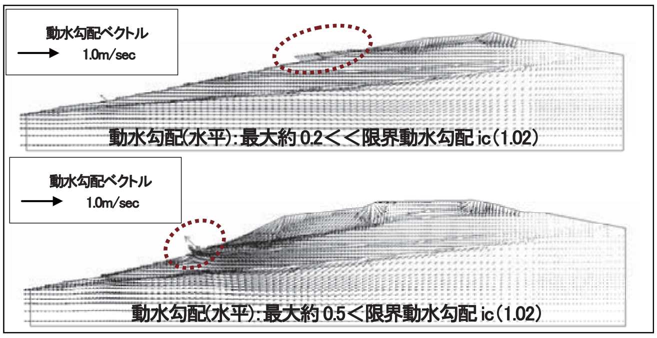

図 3. 浸透流解析ベクトル図（上図：「現況」，下図：「被災前」）

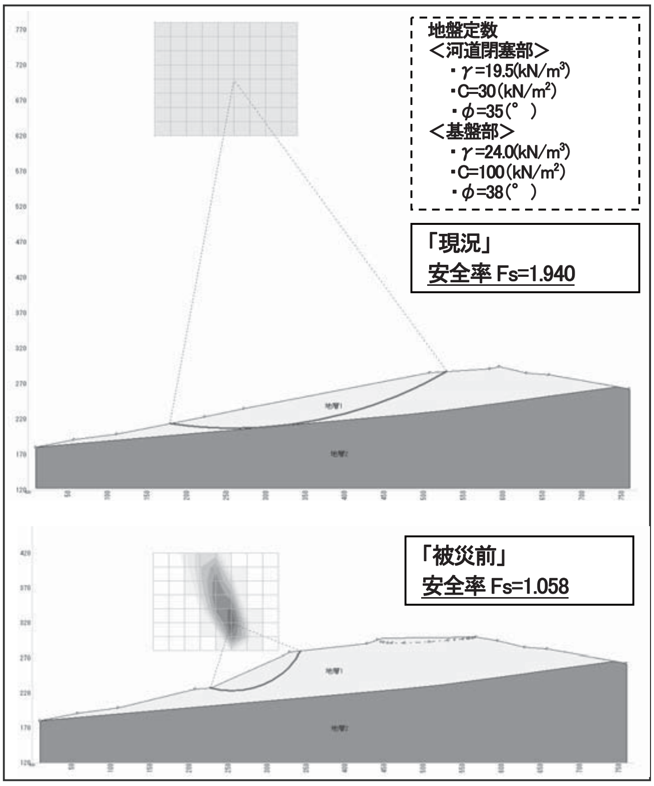

図 4. 安定解析結果図（上図：「現況」，下図：「被災前」）

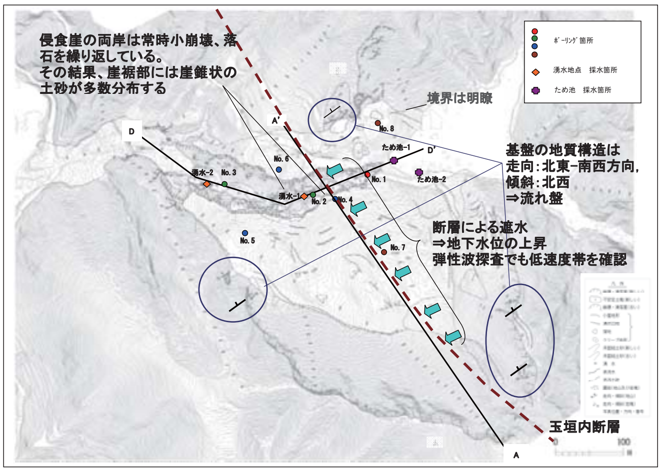

図 5. 大畑瀞　地形・地質検討図

４．まとめ及び今後の課題

① 浸透流解析、安定解析の結果から、「現況」の地形条件では「被災前」に比べ浸透破壊、すべり崩壊とも安定性が大きく向上し、浸透やすべりによる不安定化の可能性は低いといえる。

② 一方「被災前」の条件では、河道閉塞部の不安定化に浸透破壊やすべり崩壊が関与している可能性を否定できない結果となった。

③ 当該地では現在ボーリング調査や水質分析、弾性波探査、電気探査等を実施中である。今後は、同調査・探査結果と断層や地質構造を加味した地質・水理構造の精査、大畑瀞の詳細な災害メカニズム（明治十津川大水害、紀伊半島大水害）の検討を行うとともに、これらの結果を中古生層分布地における深層崩壊・河道閉塞危険箇所抽出・評価の重要な基礎データ取得につなげてゆきたい。

参考文献

1）独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター:5 万分の 1 地質図幅「龍神」及び説明書（地域地質研究報告 1981）