東横山地すべりにおけるモニタリングと対策エ

- 岐阜大学 学生会員 岩田麻衣子
- 岐阜大学 国際会員 八嶋厚 沢田和秀
- NP0 地盤防災ネットワーク 国際会員 村田芳信
  - 岐阜県 河合成司 鈴木猛

## 1. はじめに

2006年5月、岐阜県揖斐川町において地すべりが発生した。この地すべりにより、崩壊土砂が斜面直下を 流れる揖斐川へ流入した。このため、河道の一部が閉塞されたことによる上流域の湛水被害、および河道を 閉塞していた土砂の崩壊による下流域での氾濫被害が懸念された。地すべりは、崩壊の約1ヶ月前に大規模 な地すべりの兆候が発見され、以降関係者の緊密な連絡体制のもとで崩壊を監視した。本論文では、地すべ り発生前後に実施した動態観測と崩壊後に実施した対策工について報告する。

#### 2. 地すべりの概要

## 2.1. 地すべりの発生箇所

崩壊斜面は、岐阜県揖斐郡揖斐川町東横山地 内の揖斐川左岸の攻撃斜面に位置している。図 -1に被災箇所周辺の空中写真を示す。被災箇所 周辺には、中~古生代・二畳紀の美濃帯が分布 しており、岩質はチャート,砂岩粘板岩互層, 輝緑凝灰岩および石灰岩などから構成されてい る。地質構造は、受け盤状を呈し、概ね N70° W, 50°Nの走行傾斜を示している。層理面沿 いに割れ目が多く、岩盤が全体に劣化している のが特徴である。



## 2.2. 地すべりの規模・被害

本地すべりは、2006年5月12日~13日にか

けて発生し、その規模は、幅 150m,長さ 135m に及び、崩壊土量は 50,000m<sup>3</sup>と推定された。12 日 22 時 38 分に 1 回目の大崩壊が生じ、続いて 13 日 7 時 57 分に 2 回目の大崩壊が生じた。2 度の大崩壊により、崩壊 土砂が斜面の直下を流れる揖斐川に流入し、一時的に河道の一部が閉塞される事態となった。

# 2.3. 降水状況

藤橋観測所における、地すべり発生前の2006年3月~5月に観測された降雨は、最大時間雨量12mm、最大日雨量72mmであり、過去の降雨履歴と比較すると少ない降雨量であった。しかしながら、地すべり発生前の冬期において、過去3年間と比較して約3倍の累積積雪深を記録しており、融雪量が非常に多かったことが確認された。

Monitoring on Higashi-Yokoyama Landslide and Its Countermeasure

Maiko IWATA, Atsushi YASHIMA and Kazuhide SAWADA (Gifu University), Yoshinobu MURATA (NPO; Network for the Action against Geo-hazards), Seiji KAWAI and Takeshi SUZUKI (Gifu Prefectural Government)

## 2.4. 地すべりの発生原因

先に述べたように、当該斜面の岩盤は受け盤のクリープを継続するとともに、全体に劣化していることが、 地すべり発生の素因のひとつとして考えられた。また、冬期の累積積雪深が例年に比べ多かったこと、およ び、地すべりが5月に発生したことから、融雪に伴う地下水位の上昇が直接的な誘因となり、地すべりが発 生した可能性が高いと推測された。

#### 3. 地すべり発生までの経緯

4月11日、揖斐川町職員が行った道路パトロールによ り、揖斐川左岸の斜面で発生した小規模な斜面崩壊が発 見された(図-2)。揖斐川町が単独で実施した現地踏査の 結果を受け、岐阜県から国土交通省に災害報告が行われ た。4月21日には、さらに詳細な現地状況を把握するた め、国,県,町とコンサルタントで現地踏査を実施し、 大規模な地すべりの前兆を確認した。現地踏査により確 認された地すべり変状は、斜面上部の滑落崖,地すべり ブロック側面に発生した亀裂およびコンクリートのり枠 の亀裂である。図-3~5 に変状の様子を示す。現地踏査 終了後の合同会議において、地すべりブロックの変位量 を把握するために、斜面頭部の亀裂に地盤伸縮計を設置 することを決定した。

4月28日、現地踏査により確認された斜面頭部の亀裂 に、4基の地盤伸縮計が設置され、観測が開始された。 地盤伸縮計の設置箇所を図-6に、観測結果を図-7に示す。 地盤伸縮計の設置は国が行い、観測は県が担当した。ま た、国土交通省の協力によりCCTVが設置され、地すべ りの変動をリアルタイムに観測できる体制が整った。計 測を開始して以降、徐々に変位が増加し、5月7日には、 10 cm/日以上の変位が観測された。続いて5月10日には、 変位が急激に増加し、2時間連続して4 mm/時以上の変 位が観測された。そのため、管理体制を非常体制に移行 し、24時間体制での監視が実施された。



図-4 擁壁の変状



図-2 小規模崩壊の様子



図-3 斜面上部の根切れと滑落崖



図-5 のり枠の亀裂



5月12日22時38分、推定崩壊土量10,000m<sup>3</sup> の1回目の大崩壊が発生した。続いて、5月13日 7時57分、推定崩壊土量40,000m<sup>3</sup>の2回目の大 崩壊が発生した。地すべりブロックの崩壊範囲の 様子を図-8に示す。2回の大崩壊により、崩壊土 砂が揖斐川に流入し、一時的に河道の一部を閉塞 した状態になった。地すべり発生前後の揖斐川の 様子(崩壊地下流側より上流を望む)を図-9およ び図-10に示す。また、崩壊前後の斜面の正面か らの様子を図-11および図-12に示す。



図-8 地すべりブロックの崩壊図



図-9 地すべり発生前の揖斐川の様子



図-10 地すべり発生後の揖斐川の様子(5/14 撮影)





図-11 崩壊前の斜面の様子

図-12 崩壊後の斜面の様子(5/13 撮影)

## 4. 地すべりの動態観測

#### 4.1. 崩壊前

崩壊に至るまでの地盤伸縮計による観測は、先の図-7 に示したように、観測開始から崩壊までのわずか1 ヶ月程度の期間であったが、崩壊に至るまでの地すべり頭頂部の亀裂の広がりを把握することができ、十分 な監視体制を整えることができた。

#### 4.2. 崩壊後

地すべり発生後、崩壊斜面に人が立ち入るのは危険であったため、安全を考えて、対岸からのノンプリズ ム光波測量を用いて、地すべりの変位を観測した。応急対策工を施工するに当たり、ノンプリズム測量によ る観測に基づいて、作業現場の安全を監視した。ノンプリズム測量による計測は、15 分毎に 24 時間体制で 実施した。ノンプリズム測量の観測点の位置を図-13 に、観測結果を図-14 に示す。

地すべり発生直後の5月13日から5月末までは、地すべりが依然として活発に滑動していることがわかる。しかしながら、二次災害防止の必要から5月16日に応急対策の施工が開始され、幸いにもそれに伴って地すべりの滑動は沈静化に向かっていることがわかる。対策工の施工上の都合により、6月12日に観測点を変更したが、それ以降に大きな変位は観測されていない。



## 5. 応急対策工

地すべり発生直後の CCTV の映像によると、すべり面が河床付近に伸長しているものと判断された。した がって、河道に崩落した土塊が、地すべりの動きに対して押え盛土の役割を果たしていると考えられ、崩落 土砂の撤去は地すべりを不安定化させる可能性が高いと考えられた。しかし、崩落土砂が大量に揖斐川へ流 れ込んだことによって、天然ダムの形成による上流域の湛水被害および決壊に伴う下流域の氾濫被害の発生 が懸念された。このため、応急対策工として、川の流れによる崩落土砂の流出の防止と同時に、河道を確保 する必要があると判断され、図-15に示す応急対策工が実施された。

応急対策の詳細として、まず川の流れによる崩落土砂の流出を防止するために、崩壊斜面の下端に根固ブ ロックを 1,000 個以上設置した。また、同時に揖斐川の河道を確保するために、地すべり斜面の対岸部分に おいて、約 20,000 m<sup>3</sup>の河道掘削工を実施した。これらの応急対策工の作業の様子を図-16 に示す。さらに、 地すべりブロックを安定させるために、地すべりブロック側面からの水抜きボーリング工と斜面上部からの 応急排土工を実施した。崩壊斜面に人が立ち入るのは危険なことから、頭部排土工には無人化バックホウを、 不安定土塊の除去には無人化セーフティークライミングマシンをそれぞれ用いて、応急対策工を迅速に実施 した。その様子を図-17 に示す。

地すべりブロックに対する応急対策工は、地すべり発生から約2ヶ月後の7月31日に完了した。ノンプ リズム光波測量により、地すべりの変位は収束したことを確認したため、応急対策工により地すべりは安定 し、恒久対策工では、有人施工が可能であると判断した。



図-15 応急対策工の断面図



図-16 応急対策工の施工の様子



図-17 無人化バックホウでの応急排土工の様子

## 6. 恒久対策工

長期的な斜面の安定を確保するため、恒久対策工を検討した。恒久対策工を選定するために、以下のよう に地すべりの安全率を考えた。

地すべり発生直後には、降雨が観測されないときにも地すべりブロックの変位が観測されていたため、崩 壊直後の安全率は Fs=0.95 と判断した<sup>1)</sup>。その後に実施した応急対策工の効果により、地すべりの滑動は沈 静化したことから、応急対策工としての排土工施工後の安全率は、Fs=1.03 と判断した。当該地すべりの保 全対象は、1 級河川の揖斐川であるが、人家など人命に直接影響があるものではない。そのため、計画安全 率は Fs=1.15 とした<sup>2)</sup>。恒久対策工としては、安全率 Fs=1.05 を満足するように頭部排土工を計画し、加え て、計画安全率 Fs=1.15 を満足するだけの押え盛土工を行うこととした。以上に基づく恒久対策工の断面図 を図-18 に示す。



# 図-18 恒久対策工の断面図

# 7. おわりに

道路パトロールにより小規模な崩壊が発見された後、現地踏査等の適切な対応がとられた結果、大規模な 地すべりが発生する可能性が確認された。その後迅速に監視体制が整えられ、地すべりが発生するまでの監 視が行われた。

地すべりが大規模な場合には、二次災害を含めて、広範な関係機関での情報共有による監視が重要となる。 今回、小規模な崩壊を発見した後、現地踏査、対策会議、関係機関での連絡体制、監視体制等を迅速に確立・ 実施できたことで、速やかに対策工が行われるなど有効に機能した。また、各関係機関が情報を共有するこ とで、円滑に効率良く危機管理が図られた善例となった。

#### 謝辞

本研究の実施に当たってご協力いただきました、国土交通省中部地方整備局越美山系砂防事務所、岐阜県 県土整備部砂防課、岐阜県揖斐土木事務所はじめ関係各位に、ここに記して謝意を表します。

#### [参考文献]

1) (社)全国防災協会,災害復旧工事の設計要領(平成 12 年度版), p.769, 2000.

2) (社)日本河川協会,建設省河川砂防技術基準(案)同解説 計画編, p.85, 1997.