

奈良県天川村坪内地区における地盤の破砕度評価と斜面変動発生メカニズムの推定

国立研究開発法人土木研究所 ○石井靖雄，西井稜子，杉井良平，武田大典
 奈良県砂防・災害対策課 城ヶ崎正人，奥田慎吾
 奈良県吉野土木事務所 松田憲明，倉光泰樹
 日本工営（株） 後藤寛和，平山拓哉

1. はじめに

平成 27 年 7 月 19 日に奈良県天川村坪内地区では、崩壊跡地形を呈する旧河道攻撃斜面で地すべりが発生した。また、地すべりの活動に伴い、地すべり末端の家屋に被害が生じた。本報告では、調査により得られたボーリングコアの観察結果から、その発生メカニズムとして、斜面下方にあった破砕度の低い地盤が豪雨をきっかけに滑動したと推定されることを報告する。また、移動体の評価において、破砕度区分(脇坂, 2012)を指標として活用できる可能性を示す。

2. 地すべりの概要

天川村では、台風 11 号の接近に伴い平成 27 年 7 月 16～17 日にかけて 390.5 mm の降雨量を記録し（気象庁天川雨量観測所）、坪内地区では 7 月 19 日午前 7 時頃、家屋の土間に発生したクラックが住民により発見された。その後、奈良県の調査により家屋と周辺地盤に発生した亀裂のほか、隣接する斜面上部にも亀裂の発生が確認され、地すべりの発生によるものと推定された。これを受けて、7 月 22 日午前 10 時に 27 世帯 58 名に天川村長から避難勧告が発令された。

この地すべりは、斜面勾配 30～40° を呈する標高 580～870 m の南西向き斜面で発生したもので、幅約 200 m、長さ約 400 m にわたる規模であった。地質は、四万十帯日高川層群花園層で、砂岩頁岩層からなる（GSJ）。また、斜面は受け盤をなし、向斜軸が斜面北西側を北東～南西方向に分布している。

斜面上部で認められた亀裂は、7 月 24 日時点では図-1 に白色太実線で示す位置で認められ、その下部では白色破線で示すように断続的な亀裂が認められた。また、東側で認められた亀裂は西側の亀裂と連続しておらず、上部と下部では不明瞭であった。斜面下部は幾分凸状の地形を呈しているが、斜面全体は過去の崩壊跡とみられ地すべり地形も不明瞭である。そのため、斜面下方の地すべりの範囲ははっきりとしなかった。

大雨後に亀裂等が認められ、斜面末端の家屋裏では湧水も認められたことから、大雨により地下水位が上昇し、これによって斜面変動が発生したと推定された。このことをふまえて、応急対策として、斜面下部での地下水排除工（横ボーリング工）を計画・実施した。

その後、亀裂は、8 月上旬までに、図-1 に白色細線に示す位置でも認められ、西側で認められた断続的な亀裂も連続性を有する亀裂となった。斜面の動きは、白色太実線で示した斜面上部西側の亀裂部に設置された地盤伸縮計の計測結果によると、8 月上旬までに沈静化した。



図-1 地すべり発生斜面で認められた亀裂(7月24日)、平成 24 年 12 月 29 日計測 LP データより作成した傾斜量図に等高線を表示

3. 調査方法

坪内地区では、図-1 に示す位置で地質調査ボーリングを実施し、パイプ歪計等による地中変動計測や地下水水位観測を行った。これらの調査結果に基づきすべり面の推定を行ったほか、ボーリングコアの観察により、すべり面より上部の移動体の特徴を考察した。移動体の特徴は、肉眼による観察に加え、RQD 値、破砕度区分結果をもとに考察した。破砕度区分は脇坂(2012)により提案されている方法で、近年すべり面の合理的設定を図る目的で用いられてきている手法である。

4. 調査結果

4.1. ボーリング調査と地盤の破砕度

パイプ歪計の計測結果、地中の変動は A-2 で破砕度 Cr2～Cr4 に該当する地盤内で認められた。コア観察結果をふまえると、すべり面は破砕度 Cr3～Cr4 を示す地盤内に位置すると推定された。図-2 に推定されたすべり面を破線で示す。

ボーリングコアを概観すると、斜面末端部付近の凸状を呈する範囲には破碎度の低い地盤が分布する傾向が見られた。ボーリング A-2 と A-4 の RQD 値と破碎度を整理すると図-3 のとおりであった。パイプ歪計の計測結果より、A-2 におけるすべり面は、深度 36.0 m 付近と推定された。すべり面よりも上部の地盤は、深度 4~10 m, 11~17 m, 18~20 m, 23~30 m, 31~33 m にかけて Cr2~Cr 4 もしくは C1 と評価されるコアの割合が概ね 50%以下を示し、Cr1a, Cr1b, 無破碎と評価されるコアが多い。RQD 値は小さい値ながら、破碎度区分結果と調和した傾向を示している。A-3 においても、A-2 と同様に破碎度の低い地盤の分布が深度 1~6 m, 7~9 m, 10~12 m, 13~28 m で確認されている。

一方、A-4 のすべり面は深度 19.5 m と推定された。すべり面よりも上部の地盤で、Cr2~Cr4 と評価されるコアの割合が概ね 50%以下を示した区間は、深度 7~10 m, 14~16 m と短区間にとどまっている。また、A-2, A-3 では認められなかった赤色チャートが深度 11~13m で認められ、A-2 と連続性を有する可能性は低いことが考えられる。以上の結果より、破碎度の低い地盤は、概ね図-2 に灰色のハッチングで示す範囲に分布していると推定される。

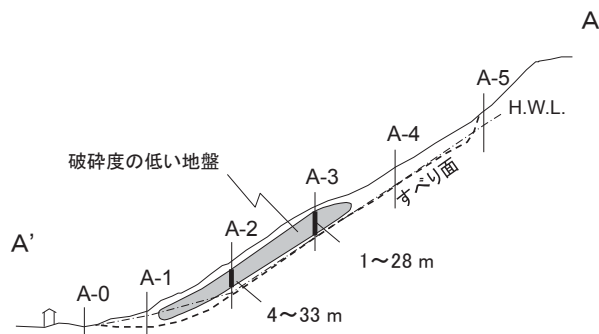


図-2 断面図と破碎度の低い地盤の範囲

4.2. 地すべり発生機構

破碎度の低い地盤は、図-2 に示すように、断面図上で幾分凸状を呈している範囲に位置している。また、湧水はその下部で認められている。したがって、今回の地すべりは、破碎度の低い地盤が地下水の上昇に伴い移動したものと推定される。破碎度の低い地盤は、それよりも深い深度に破碎が著しい地盤が分布していることから、過去の崩壊後、斜面下部に残存していたものと推定される。

当初、西側と東側で不連続な亀裂が認められ、その後西側で断続的であった亀裂が連続的なものとなった。また、斜面上部でも亀裂が認められるようになり、斜面上部から中腹にかけて連続性を有する亀裂となった。このように斜面上部・側部において亀裂が認められた

時期や明瞭さに差異が生じた理由は、斜面上部が斜面下部の動きに追随し、それぞれの場所の移動に時間差が生じたためと考えられる。

以上のことから、湧水箇所では計画した応急横ボーリング工は調査結果をもとに推定される地すべりの発生メカニズムからみても、妥当なものであったと考えられる。

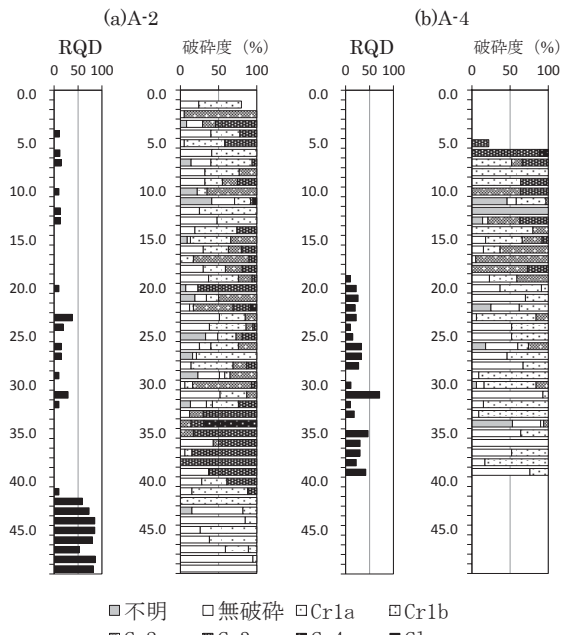


図-3 ボーリング A-2, A-4 の RQD 値と破碎度割合、すべり面は 36.0m 付近

5. まとめ

調査の結果、天川村坪内地区で発生した地すべりは、崩壊跡とみられる地形内に残存していた破碎度の低い地盤が、豪雨に伴う地下水位上昇を誘因として滑動したことが推定された。本報告で用いたボーリングコアの破碎度区分結果は、移動体の構造の推定、発生メカニズムの推定を行う上で、有効な指標の一つと考えられる。

坪内地区の事例は、攻撃斜面の崩壊跡とみられる地形の下部が幾分凸状を呈していたことが特徴としてあげられる。このような斜面では、今回のように地すべりや崩壊発生の恐れがあることが示唆される。微地形を確認しながら、必要に応じて地盤の破碎度を調査することで、事前の危険箇所把握が可能となることが考えられる。

参考文献

脇坂安彦・上妻睦男・綿谷博之・豊口佳之(2012): 地すべり移動体を特徴づける破碎岩一四万十帯の地すべりを例として一、応用地質, Vol.52, No.6, pp.231~247. GSJ, AIST、20 万分の 1 日本シームレス地質図。