

2022年3月14日未明に発生した福島県柳津町の斜面崩壊について

日本大学工学部 正員 ○梅村 順

1. はじめに

2022年3月14日未明、福島県河沼郡柳津町大字四ッ谷字沢中地内の町道五疊敷大成沢線沿い斜面が崩壊し、崩土が町道を閉塞した。未明の発生が幸いして人的な被害はなかったが、この町道の閉塞で冬期通行止めの林道を迂回路とする必要が生じるなどの対応と併せて、地元では大きく報道された。

この斜面崩壊を生じた地域はいわゆるグリーンタフ地帯で、融雪期に発生した点で注目される。特に2021-2022年冬季は平年に比べ積雪量が多かったが3月10日頃から気温が上昇し、融雪水量の増加が誘因になったことは容易に推察された。

著者は、発災2日後の3月16日に概査を実施して崩壊箇所を確認すると共に、5月から現地調査等を実施した。本文ではそれらの結果を報告するとともに、特に素因と誘因に係る記象事項の整理を目指した。

2. 崩壊地の位置および地質、崩壊までの経緯

崩壊地は図-1に示す柳津町西山温泉から高森集落に繋がる東川に沿った町道五疊敷大成沢線の東沿い斜面で発生した。崩壊地の地形は、町道が通り、また水田に利用されている幅100m程度の谷底部を持つ東川が開析した谷である。また、他に底部から比高約20mの標高520m付近には左右両岸に河岸段丘が分布する。崩壊地は西側を東川、北側をその支川溪流で侵食され残存した舌状地の南西向き斜面で、滑落崖は東川の河岸段丘面よりも高い位置から生じていた。

図-2に示した5万分の1地質図幅「宮下」¹⁾によれば、崩壊地の地質は中期中新世の流紋岩質火山砕屑岩とされる二の沢層である。現地調査で図幅説明書のとおり分級された凝灰質粗粒砂岩層を主体とし、凝灰質シルト岩層が挟在する互層であることを確認した。その層理面は斜面に対して流れ盤で、概ねN50~60°E、15~20°Nの範囲であった。

柳津町役場建設課からの私信によれば、崩壊地付近では2020年8月から2021年7月まで町道の拡幅工事が実施された。この工事で山側に4m程度切土がされた。切土に伴い法面が成形され、高さ約18m、勾配1:1.0の切土法面が完成した。崩壊は先ず、3月7日未明に崩壊地左岸側で小規模崩壊が発生した。このときは10日までに応急措置を実施した。そして14日朝、小規模崩壊の右岸側でさらに大きな崩壊の発生を確認したそうである。なお当時、現地には1m弱の積雪があった。

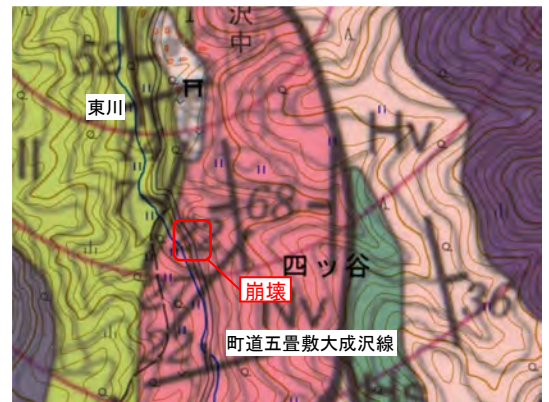
写真-1に崩壊地の全景、図-3には柳津町役場から提供された測量図面と空中写真を重ねた図に確認したブロック区分を加筆した図を示す。3月7日に発生した小規模な崩壊は、ほぼ道路方向に向かう西南西方向への滑動で、14日崩壊での上流ブロックの左岸側に相当する箇所が生じた。その崩壊箇所では切土法面の下小段付近、道路面から約6mの高さに凝灰質シルト岩層が露頭し、この凝灰質シルト岩層にすべり面が生じたと考えられた。また、この凝灰質シルト岩層の上面に局所的な湧水を確認した。14日の崩壊では、移動体は町道と斜交して北西方向に滑動した。その規模は幅約50m、長さ約70m、深さ5~6m程度で、町役場によれば、移動体の体積は6300m³と見積もられている。移動体は崩壊の主体と考えられる下流ブロックと、7日の崩壊と下流ブロックの滑動で安定性が低下して退行滑動したと考えられる上流ブロックの2つで構成されることを確認した。この崩壊地の右岸側



写真-1 崩壊地全景(3月16日撮影)



図-1 崩壊地案内図(地理院地図に加筆)

図-2 崩壊地付近地質図(図-1と同尺度)
(5万分の1地質図幅「宮下」¹⁾に加筆)図-3 崩壊地平面図
(柳津町役場提供図に加筆)

キーワード：斜面崩壊・グリーンタフ・スレーキング・斜面安定解析

連絡先：〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原一番地 日本大学工学部 TEL024-956-8709

下小段付近に露頭した凝灰質シルト岩層が、道路路面から約2m高さに露頭していた。この露頭位置は斜面方向と走向傾斜の関係とほぼ調和しており、14日の崩壊でもこの凝灰質シルト岩層にすべり面が生じたことが推察された。また、右岸側側壁には侵食面を介して二の沢層を被覆する段丘堆積物を確認でき、その下面境界付近からは浸出水があった。

表-1 凝灰質シルト岩構成物の性質

γ_s (kN/m ³)	17.2
γ_d (kN/m ³)	13.7
ρ_s (g/cm ³)	2.736
pH	9.72
EC (μS/cm)	140.0
Li (%)	4.10

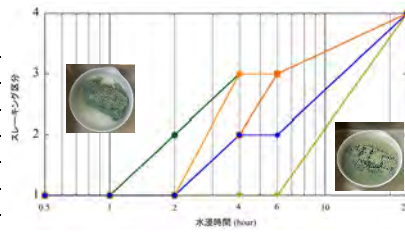


図-4 凝灰質シルト岩のスレーキング試験結果

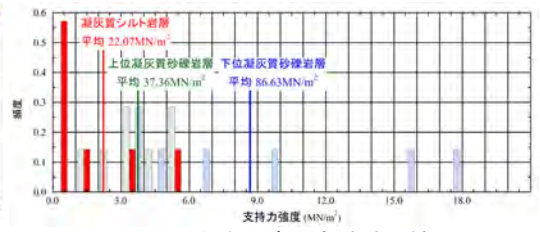


図-5 山中式土壌硬度計計測結果

3. 崩壊素因と誘因

前述のとおり、二の沢層を構成する凝灰質粗粒砂岩層に共在する凝灰質シルト岩層にすべり面が発達したと推察されたことから、この凝灰質シルト岩層から試料を採取して、それを対象に室内でいくつかの試験を実施した。

凝灰質シルト岩の物理・化学的性質は後述するスレーキング試験で細粒化した試料を対象に、JIS、または、JGS規格に準拠した方法で調べた。また、凝灰質シルト岩から50~80mm程度の岩塊を9個採取し、JGS 2124に準拠した方法でスレーキング試験を実施した。それらの結果を表-1、図-4に示した。なお前述した凝灰質シルト岩層上面の湧水の水質を簡易的に調べたところ、pH = 6.92、EC = 90 μS/cmであった。

現地露頭ではすべり面を生じたと推察した凝灰質シルト岩層を主対象に、山中式土壌硬度計による貫入試験を実施した。その結果を図-5に示す。また、凝灰質シルト岩を対象に一面せん断試験を実施した。試験では露頭での乱さない試料の採取が困難だったので、崩壊地上流の不動域で実施された調査ボーリングのコアから凝灰質シルト岩層の箇所を抜き出して試料とした。まずコアからせん断面が一致するようアクリル製リングで位置を確認しながら、カッターリング法で供試体を成形した。次いで、供試体をせん断箱に収め、すべり面での上載圧を考慮して100 kN/m²の垂直圧を载荷した状態で24時間以上水浸させた後、垂直圧を200 kN/m²として3t法を目安に圧縮した。その後垂直圧はそのまま、せん断箱間隔0.2mm、せん断変位速度0.2mm/min、D(CV)条件で、せん断変位7mmまでせん断し、さらに変位方向を逆転させ、せん断変位0mmまで戻す試験を実施した。なお成形できた供試体が1つだったので、多少強引ではあるが、結果をストレスパスで描き、そこからピーク強さ、および、残留強さを決定した。図-6にその結果を示した。

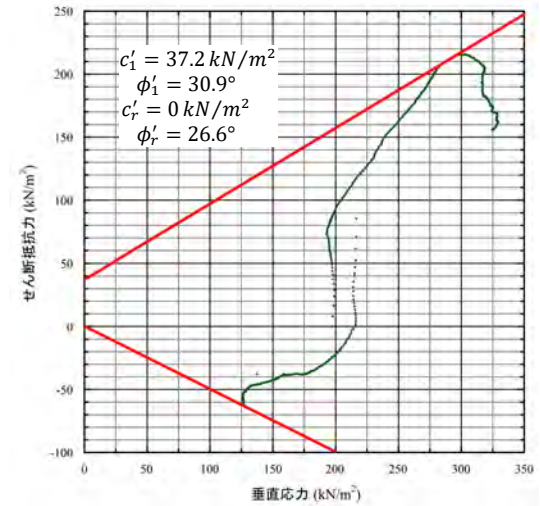


図-6 凝灰質シルト岩の一面せん断試験結果

一方誘因について、崩壊地は AMeDAS 観測所に囲まれたほぼ中央にあったので、4観測所のデータを用いた。図-7には崩壊発生前1ヶ月間について、AMeDAS 西会津、若松、金山、田島のデータから標高補正²⁾、および、水平距離に応じて重み付け推定した崩壊地付近の気温を、各観測所の標高補正後の気温と併せて示した。図に示すとおり、推定した崩壊地付近の気温はほぼ妥当な値であった。この推定気温を用いて Degree-Day 法³⁾で融雪量を推定した結果を図-8に示した。ここで融雪係数は0.3~0.9の範囲とされているが、山間の地すべり地での観測から小林ら⁴⁾が示した0.4を代表値とした。小規模崩壊が生じた3月7日の1週間前から融雪が始まり、14日の崩壊3日前から急激に融雪量が大きくなった。崩壊が生じた14日は増加勾配が大きく、融雪水が斜面に急激に供給されたことが推定された。

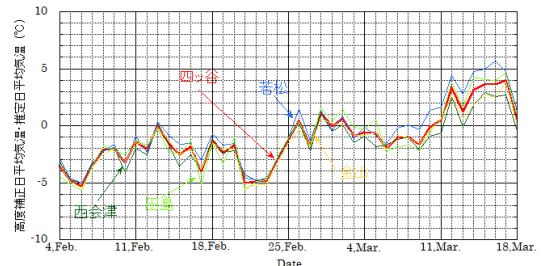


図-7 崩壊地付近の推定気温

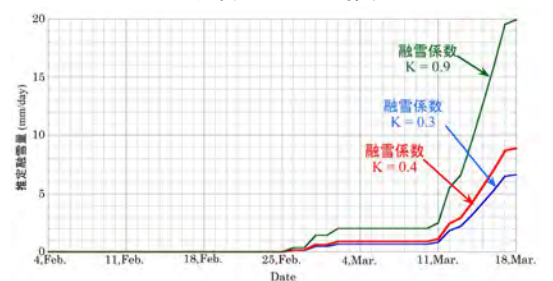


図-8 推定気温から求めた融雪量

4. 今後の展開

本文では2022年3月14日に発生した柳津町四ツ谷字沢中地内の斜面崩壊について、素因と誘因に係る記象事項の整理を行った。今後、これらの整理に基づいて斜面安定解析を実施し、崩壊プロセスの整理を進めることにしている。

福島県 会津若松建設事務所 宮下土木事務所、福島県柳津町役場 建設課、庄建技術株式会社、柳津測量設計株式会社には本調査研究の進行で多大な便宜を図って頂くと共に資料や試料を提供頂いた。ここに記して心から謝意を表す。

参考文献 1) 山元他(2004):5万分の1地質図幅「宮下」、産総研 地質調査総合センター。2) 吉野(1986):新版 小気候、地人書館刊, pp.22-23。3) 小林他(1986):融雪地すべりについての概要、自然災害科学, Vol.5, No.1, pp. 1-8。4) 小川他(1988):濁沢地すべり地における融雪水・間隙水圧・地下水位・地温の変動特性, 地すべり, Vo.25, No.1, pp.21-27。