

令和6年能登半島地震における輪島市名舟地区斜面崩壊対策施設の被災調査報告

国土防災技術（株） ○長谷川陽一
国土交通省 国土技術政策総合研究所 瀧口茂隆, 大槻聡志
国土交通省 近畿地方整備局 六甲砂防事務所 小林英彦, 岸本昌之, 和泉美智子

1 はじめに

地震動により斜面崩壊が発生する事例は多く存在するが、斜面崩壊対策施設が地震動で被害を受ける事例は多くなく、昭和53年伊豆大島近海地震や平成5年北海道南西沖地震でも斜面崩壊対策施設の被害は局部的なものであり、軽微な被害ですんでいるという報告がある¹⁾。しかし、令和6年能登半島地震においては斜面崩壊対策施設が多数被害を受けており、その要因を分析し、今後の施設設計の考え方に活かすことは重要であると考えます。

本稿では、そのうち令和6年能登半島地震で被災した輪島市名舟地区の斜面崩壊対策施設（待受け擁壁工、落石防護柵工、法枠工）について、概略調査を行って被災メカニズム等を分析した事例について報告する。

表-1 調査項目および内容

調査項目	調査内容
崩壊規模等計測調査	UAV写真測量、微地形図等作成、崩壊規模計測
施設被災状況調査	施設変形量計測、施設形状計測
状況概査（現地踏査）	水文環境（土地利用形態など）、植生状況
簡易貫入試験	SH型貫入試験（移動土塊内）
誘因等調査	アメダス雨量、地震規模
文献等調査	地形図、地質図、空中写真

2 施設被災の概略調査

2.1 調査項目および内容

本調査で実施した項目および内容を表-1に示す。

被災メカニズム等を分析するにあたり、崩壊地周辺の状況把握のため現地踏査を行っている。状況概査では湧水・地表水の痕跡、斜面上部の土地利用形態、生育植生の種の同定と特徴整理を実施している。その他の調査項目の説明については既往報告を参照されたい²⁾。

2.2 調査結果

調査地の全景写真と微地形図を図-1に、調査結果を表-2に示す。

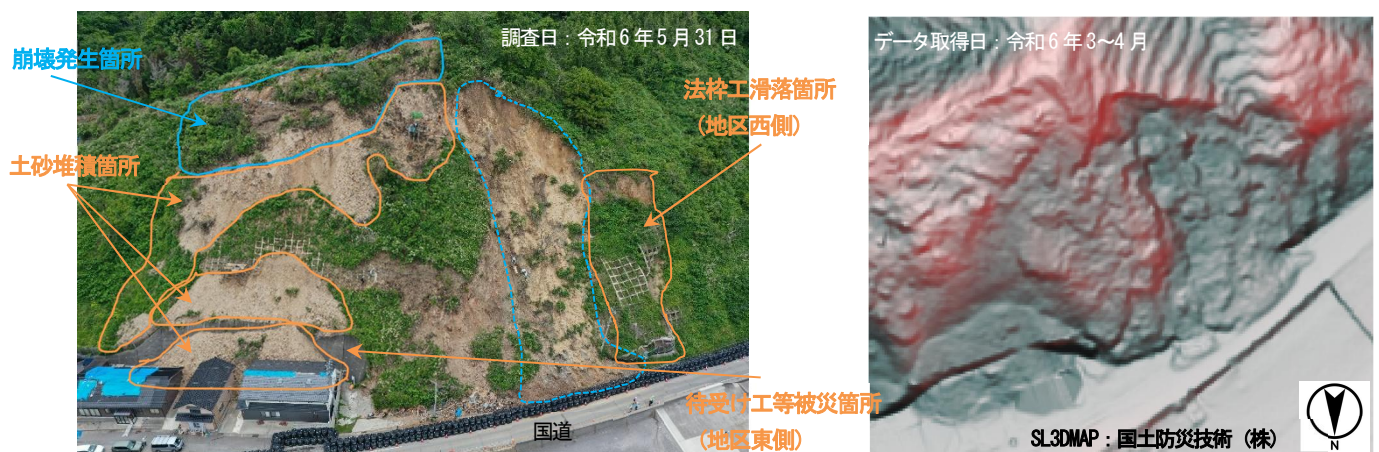
図-1 調査地概要（左：UAV 斜め写真、右：航空 LP 成果[※]による微地形図） ※林野庁公開

表-2 調査結果一覧表

	名舟地区 東側: 令和6年1月発災	名舟地区 西側: 令和6年1月発災
崩壊発生時の降雨/地震動	災害発生直前24時間雨量11.5mm, 災害発生直前31日雨量462.5mm 震度6弱(推計震度分布図より), 震央から約24km(沖合の断層から約3km)	
崩壊規模	崩壊高: 約39m 崩壊幅: 約54m 最大崩壊深: 約4.8m 斜面勾配44°	崩壊高: 約32m 崩壊幅: 約17m 最大崩壊深: 約2.7m 斜面勾配46°
施設被災状況	落石防護柵工破断(支柱が変形及び破断) もたれ式待受け擁壁工に変位(天端付近で15cm) 法枠工(鉄筋挿入工併用)に変位なし	法枠工が7m程度滑落し、法尻の落石防護柵に衝突 (法枠工および移動土塊は斜面内に留まる)
その他状況	北北西向き斜面、尾根緩斜面が崩壊	北北西向き斜面、旧棚田の端部から崩壊
水文	湧水点なし、集水面積は狭い	滑落崖に湧水痕跡箇所あり、集水面積は広い
地質 (上位から)	表層土→風化珪質泥岩(礫状)→珪質泥岩	
崩壊面 深さ位置	風化珪質泥岩層の下面付近	
I層下面深度	0.6m(礫当たり)	2.0m
II層下面深度	0.6m(礫当たり)	2.3m
土地利用状況	なし	斜面上が旧棚田
植生状況	代表樹種は先駆性のカラスザンショウ、大部分は草本層(ススキ、ササ等)の1層構造	

地区東側は、斜面下にもたれ式待受け擁壁工および落石防護柵工、斜面上に鉄筋挿入工併用の法枠工が施工されており、法枠工上方の残斜面で崩壊が発生し、待受け擁壁および落石防護柵が被災し、保全対象の家屋にも崩壊土砂が到達している。待受け擁壁は前面に15cm程度転倒・滑動しているが倒壊はしておらず、落石防護柵の支柱が変形および付け根部から破壊されて崩壊土砂が施設前面に溢れている。

地区西側は、落石対策用とみられる高さ2m落石防護柵が全延長に設置され、西端部に部分的に法枠工が併用されており、急傾斜地の崩壊によりこれらの施設が被災している。落石防護柵のみが設置された区間では崩壊高および崩壊深が大きく、多量の崩壊土砂が落石防護柵を倒壊させて国道まで到達している。法枠工併用区間では法枠工上端から崩壊が発生して法枠工全体が滑り落ちているが、落石防護柵に衝突して法枠工および移動土塊は斜面内に留まっている。

3 考察

3.1 地区東側における崩壊発生要因の分析

令和6年能登半島地震の本震では、北東-南西方向の断層が活動して能登半島が西に2~6m移動したとされており、この活断層に直交する方向の斜面方位で崩壊面積率が高いと報告されている³⁾。本地区東側における崩壊発生箇所は山頂付近の尾根部に位置することから地震動が増幅しやすい箇所であると推測され、また、崩壊した緩斜面の斜面方位は北北西方向であり、令和6年能登半島地震では揺れやすい斜面方位であったと考えられる。

本地区は新第三系堆積岩（珪質泥岩）を基岩とし、腐植土は薄く、表層には風化した珪質泥岩の礫質土層が確認される。現地調査の結果、礫質土層の風化境界（II層下面）が崩壊面になったと推測され、基岩は硬質であるため風化境界がはっきりしている。風化土層の厚さは、簡易貫入試験実施箇所では1m未満であったが、標高差分析結果（図-2）や隣接斜面の露頭状況を勘案すると3~5m程度と厚い箇所も存在すると考えられる。

以上より、風化土層が厚く存在する山頂緩斜面のうち、北北西向きの直線尾根斜面部分において地震動が増幅し、崩壊が発生したと考えられる。

3.2 地区西側における施設被災要因の分析

設計図書が入手できていないため法枠工の設計思想は不明であるが、施工区間ののり長が10mを超えていることから、表層すべりの抑制を目的とした設計になっていると仮定する。

法枠工を抑制工として用いる場合は、のり肩からのり尻に及ぶような崩壊、のり肩からの崩壊に対して深さが1.5mを越えるような崩壊には用いることができないとされている⁴⁾が、本崩壊は滑落崖の高さが3m程度あり、斜面中部の法枠工の脇で実施した簡易貫入試験ではI層下面が2m程度となっていることから、崩壊深を正しく推定できていれば抑制工としては用いることができない現場条件だと判断された可能性がある。

法枠工施工箇所は局所的な谷斜面となっており、現地調査時には滑落崖中央付近に湧水による侵食の痕跡が確認されている（図-3）。また、滑落崖上方は棚田として利用されていた緩斜面があり、さらに上方は急崖地形となっていることから、谷斜面に沿って崖錐が厚く溜まっていることが推測される。

以上より、局所的に崖錐が厚く溜まり地下水も豊富な箇所において、地震動により法枠工ごと斜面が崩壊したと考えられる。

4 おわりに

地区東側の崩壊では、鉄筋挿入工が併用された法枠工施工区間は被害が無かった。斜面崩壊対策工の施工範囲外となっていた山頂緩斜面についても法枠工が施工されていれば崩壊を防げた可能性があり、このような地震被災事例を鑑みると、対策工施工範囲の決定方法に留意が必要であると考えられる。

地区西側の崩壊では、鉄筋挿入工が併用されていない法枠工が滑落した。崖錐が厚く溜まった箇所であることが設計時に確認できていたとするならば、鉄筋挿入工を併用するなどの対応により被害を防ぐことが可能であったと推測され、設計時の地質・地盤調査の重要性が指摘される。

【参考文献】1) 一般社団法人 全国治水砂防協会：新・斜面崩壊防止工事の設計と実例―急傾斜地崩壊防止工事技術指針―本編，pp.112, 2018. 2) 長谷川陽一・小嶋孝徳・中谷洋明・遊佐直樹：被災した急傾斜地崩壊対策施設の調査―急傾斜地斜面管理の課題検討―，公益社団法人 土木学会西部支部 第11回土砂災害に関するシンポジウム論文集，pp.19-24, 2022. 3) 公益社団法人 砂防学会・日本地すべり学会：令和6年能登半島地震により発生した土砂災害の緊急調査報告会，2024. 4) 一般社団法人 全国特定法面保護協会：のり枠工の設計・施工指針（改訂版第3版），2013.

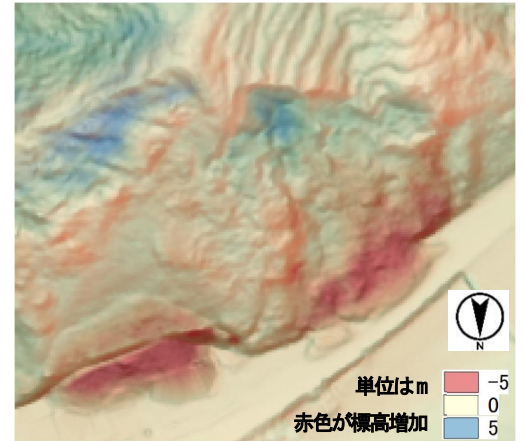


図-2 災害前後の標高差分結果



図-3 滑落崖における湧水痕跡の箇所