

令和6年能登半島地震による地すべり防止施設の被災

－令和6年能登半島地震砂防学会調査団第4班調査報告－

(国研)土木研究所

○杉本宏之

日本総合建設(株)

小野和行

(一財)砂防・地すべり技術センター

岸本海笛

(株)建設技術研究所

鶴見侑生

富山県立大学

古谷元

函館高専

金俊之

国土防災技術(株)

小川内良人

日本工営(株)

田中靖政

1. はじめに

令和6年能登半島地震では揺れの大きかった地域を中心に多くの地すべりが発生した。地すべり防止施設が効果を発揮したと見られる箇所がある一方で、地すべり防止施設の被災も生じている。地すべり防止施設は、降雨や融雪等による地すべり滑動に対して整備されているものが殆どであるが、被災要因を調査し、地震に対しても強い施設となるよう、改善方策を検討することは重要と考えられる。そのような観点から、砂防学会調査団第4班では能登半島地震で発生した地すべりについて、地すべり発生メカニズム及び地すべり防止施設についても対象として調査を実施した。本稿は地すべり防止施設に関する調査結果の報告であり、令和7年1月に実施した砂防学会調査団報告会で報告した内容を基に検討を加えたものである。なお、地すべり発生メカニズムに関する内容は、古谷ほか(2025)で報告する。

2. 調査方法

令和6年能登半島地震砂防学会調査団による調査が4～12月と限られた期間であったことから、調査の目標としては、地すべり防止施設の被災状況について概括的な把握を目指すこととした。地すべり防止施設については、アンカー工、排水トンネル工、集水井工等の主要な工種に被害が生じていることが事前の情報収集で把握されたことから、これらの主要工種を中心に現地調査を行い、被災状況と課題の把握及び改善方策について検討することとした。調査箇所を表1及び図1に示す。6月に事前調査を行って被災状況の概要を把握した後、情報収集等の調査準備を行った上で10月に防止施設の被災状況についての本調査を実施した。調査は踏査を基本とし、清水地区については集水井点検カメラによる井筒内の調査を実施した。なお、10月の現地調査については、(一社)斜面防災対策技術協会と合同で実施し、現地において被災状況や課題点についての意見交換を行った。

表1 調査箇所一覧

調査日	調査目的	調査箇所
6月22-23日	事前調査	清水、仁江、上田長、熊野、市ノ瀬、稲船、鹿磯、地原
10月15-16日	防止施設被災状況調査	稲船、大野、赤神、馬場、鹿磯、地原
10月29-30日	防止施設被災状況調査	清水、仁江、深見、白米千枚田



図1 調査箇所位置図(地理院地図に箇所を加筆)

3. 地すべり防止施設の被災状況の代表例

3.1 鹿磯地区(アンカー工)

鹿磯地区では、平成19年能登半島地震の際、斜面に堆積した砂質堆積物で地すべりが発生し、斜面上部の法肩にあった急傾斜地崩壊防止アンカー工が被災した。その対策として斜面下部に地すべり対策としてアンカー工を打設し、法肩の急傾斜アンカー工を再打設していた現場である。



写真1 跳ね上げすべりによる土塊の押出し



写真2 アンカーの抜け出し箇所と抜け出したアンカー

今回の地震では、地すべりアンカーの効果と見られるが、大きな変動には至らなかった。しかし、地すべりアンカー

上部における跳ね上げすべりによる土塊の押出しが生じ（写真1）、上部の急傾斜アンカーが抜け出した（写真2）。このことは、平成19年の地震時とは部分的に異なるすべり面が形成されたことを示している。砂質堆積物のような土塊の一体性が低い土塊性状の場合、杭工の設計と同様に跳ね上げすべりについての照査が重要であることを示す事例と考えられる。

3.2 深見地区（排水トンネル工）

深見地区では、排水トンネルにおいて複数のトンネル変状が生じている。また、坑口上部の法枠工において、岩盤すべりによる被災が生じている。坑口付近のトンネル内の変状（写真3）は、坑口上部の岩盤すべりがトンネル深度まで及んだためと推定される。一方、坑口付近以外にも複数箇所でもトンネルに変状が生じているため、対策対象地すべりより深い深度で地盤変動が生じた可能性がある。変状が生じた箇所は支保工間隔が狭くなっていたことから、もともと地山が脆弱であったと見られる。地震時のすべり面が降雨時のすべり面と異なる場合があることが従来から指摘されているが、本地区もそのような事例である可能性がある。地震に対して事前に想定することは難しい課題ではあるが、基幹的な防止施設については、不動岩盤を把握するための地質調査が重要であることが改めて認識される。



写真3 坑口付近のトンネルの変状

3.3 清水地区（集水井工）

清水地区は地震で被災し、国交省が直轄事業を実施している。地震前に県が施工した集水井（H=14m）の深度約8mにおいて約3mのせん断変形が生じている。集水井点検カメラにより内部の調査を行った結果、深度8m付近ではライナープレート、補強リングが破断または大きく変形していることが確認された（写真4）。



写真4 井筒のせん断変形状況

しかし、せん断部より下方では集水ボーリングからの集

水が確認でき、また、湛水も生じていないことから、現状では地下水排除機能が維持されていると見られる。地下水排除工や地表水排除工は滑動中の地すべりでも施工されることから、ある程度の地盤の変形も考慮はしているが、このような大変形でも機能を喪失していないことは興味深く、地震に対して強い施設を考える上で示唆に富む事例である。

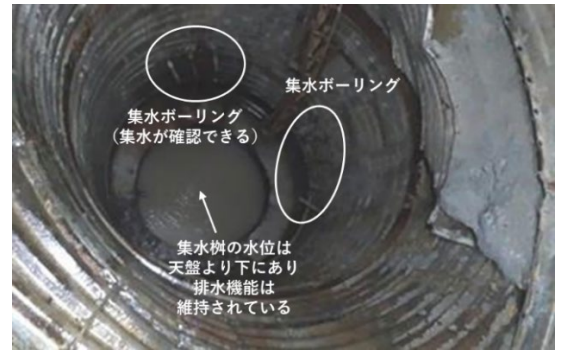


写真4 セン断部より下方の状況

4. 施設被災の要因と改善方策

本報告では、砂防学会調査団第4班が実施した地すべり防止施設の被災状況調査の結果の概要を報告した。表2に被災状況と課題・改善方策のまとめを示す。

表2 被災状況と課題・改善方策

工種	被災状況	課題・改善方策
アンカー工（鹿機、地原）	- 地すべりアンカー上部の斜面が受動破壊によって押し出された。 - 被災ブロックに近いFRP受圧板の一部が破損・変形（表層地盤の変形によるとみられる）。	- アンカー工でも土塊性状によっては跳ね上げすべりの確認が必要と考えられる。 - 地盤性状によっては、アンカー頭部に有害な変形が生じない構造となるよう十分な留意が必要。
排水トンネル工（深見）	- 想定より深い深度で地盤変動が生じたためトンネル変状が生じた。 - 変状が生じた箇所は支保工間隔が狭くなっており、もともと地山が脆弱であったと見られる。	不動岩盤を把握するための十分な地質調査。
集水井工（清水、稲舟）	- 浅い深度ですべりが生じたため、井筒がせん断変形した集水井があったが、集排水機能は維持されていた。 - 集水ボーリングが破損した集水井もあった。	地盤が変形した場合であっても集排水機能が失われにくい構造の検討。
横ボーリング工（稲船）	- 地震による被災状況は把握できていない（点検に人手・時間がかかるため）。 - 豪雨によって孔口が崩壊した事例がある。	- 点検のために横ボーリング工を見つけていることが難しく、孔内状況を確認することも簡単ではない。 - 孔口保護工を設置することで、孔口の崩壊を防止し、点検も容易になると考えられる。

今回の地震では、対策済みの地すべりとは異なるすべり面深度やブロック範囲、局所的な地盤の変動が生じて被災した例が複数確認された。地すべり防止施設を設計する際は、地すべり土塊や地盤の性状について十分に調査し、地すべり滑動や地震によって地盤等が変形した場合であっても施設の機能が失われにくい構造を検討することが重要と考えられる。

最後にご協力頂いた石川県、北陸地方整備局、北陸農政局、（一社）斜面防災対策技術協会調査団各位をはじめとする関係各位に感謝申し上げます。

参考文献

古谷ほか(2025): 令和6年能登半島地震による地すべり発生メカニズム-令和6年能登半島地震砂防学会調査団第4班調査報告一、令和7年度砂防学会研究発表会概要集、投稿中。