

滝坂地すべり対策事業における集水ボーリングの集水管目詰まり防止について

星野 政一¹・清水 一浩²

¹阿賀野川河川事務所 副所長 (〒956-0032 新潟市秋葉区南町14番28号)

²阿賀野川河川事務所 専門調査官 (〒956-0032 新潟市秋葉区南町14番28号) .

滝坂地すべりは、阿賀野川水系阿賀川の中流右岸、福島県耶麻郡西会津町豊洲地区に位置する、日本最大級の大規模地すべりである。地すべり対策としては、地すべり活動の要因となる地下水の排除を目的とした、抑制工を主体に整備を進めている。

本報告では、主たる対策工である集水ボーリングにおいて、維持管理の負担軽減とコスト縮減を目的に試験導入した、集水管閉塞防止器の設置効果と課題について、報告するものである。

キーワード 集水ボーリング、維持管理、鹿威し、目詰まり防止、コスト縮減

1. はじめに

滝坂地すべりは、阿賀野川水系阿賀川の中流域右岸、福島県耶麻郡西会津町豊洲地先に位置し、南北約2.1km、東西1.3km、地すべり層厚最大140mで、想定地すべり移動土塊量は約4,800万m³の日本最大級の大規模地すべりである(図-1、2)。

滝坂地すべりの活動は、古くは嘉応元年(1169年)からその様子が記されており、継続的に災害や変状が発生している。過去に地震により活動した地すべりでは、阿賀川で河道閉塞が発生し、上流域で大規模な湛水被害が発生した。地すべりによって阿賀川に大規模な河道閉塞が形成された場合、上流域では湛水被害、下流域では決壊に伴う土砂流出による氾濫被害が、広範囲にわたることが想定される。

地すべり対策事業は、昭和33年度から福島県により開始されたが、平成6年の融雪に起因した地すべりの活発

化を契機に、平成8年度より直轄地すべり対策事業として国による事業が開始された。直轄事業化以降、地区内



図-2 滝坂地すべり全景

の対策は順調に進捗しているが、整備された対策施設の機能を維持し、対策効果を十分に発揮させるには、施設の維持管理が重要となる。

本報告では、これら対策施設の維持管理のうち、集水管の目詰まりという課題に対し、施設の長寿命化と維持管理の軽減を目的に実施した対策について、その効果と今後の課題への対応について、報告するものである。



図-1 滝坂地すべり位置図

2. 地すべり対策事業の計画と効果

(1) 地すべり対策事業計画

滝坂地すべりの活動は、融雪等により地下水位が上昇することで活発化し、地すべりの規模が大規模でかつ機構も複雑であるため、抑止杭などの応力に直接抵抗する抑止工による対策ではなく、地下水の上昇など地すべり

活動の要因となる応力を減少させ、地すべり活動を停止・緩和させることを目的とした抑制工による対策を中心とした事業計画となっている。地下水排除を目的とした集水ボーリングを主な対策工とし、集水した地下水を排水するための集水井、排水トンネル、水路工などが計画されている（図-3）。

平成8年度の直轄事業着手から令和10年度までの33年間に事業期間とし、令和4年度末において約92%の事業進捗となっている。

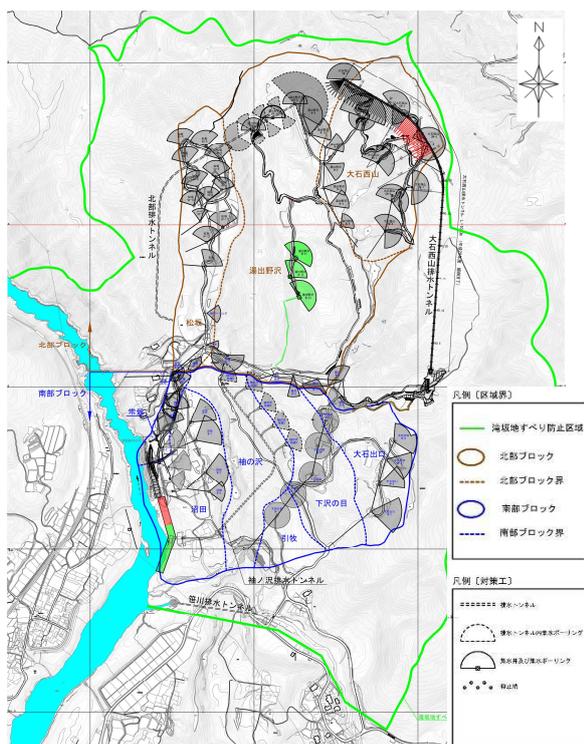


図-3 地すべり対策事業計画図

(2) これまでの対策による効果

本地区の対策工は、地すべり活動を縮小させる地下水排除工が主体となっている。このため、地すべり対策の効果の評価として、対策工実施前後の地下水位の変化があげられる。対策工実施前と現在の最高地下水位の変化を図-4に示す。地下水位の低下が顕著な観測地点では、南部ブロックで最大約30m、北部ブロックで最大約50mの低下を観測、特に斜面上部を中心に高い事業効果が発現している（図-4）。

地下水位の低下とともに、地表移動量にも大幅な減少が見られる。直轄事業着手前の平成7年度は平均で年間22.8cm（最大168.2cm）の移動量を観測したのに対し、令和4年度の観測では平均で年間1.6cm（最大5.2cm）と大幅に減少しており、高い事業効果が発現していると言える。

3. 対策施設の長寿命化と維持管理上の課題

対策工による高い事業効果を維持継続するには、定期

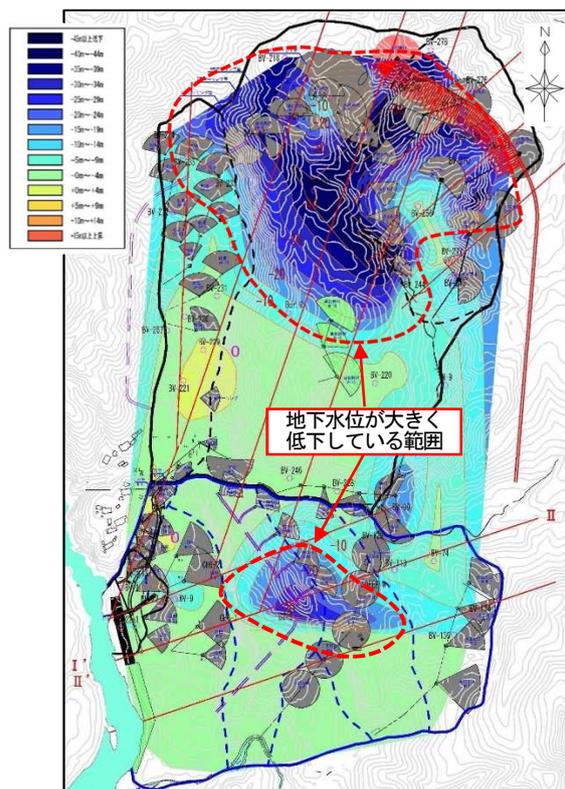


図-4 対策工実施前と令和4年度最高水位との地下水位差分図

的な施設点検と点検結果に基づく適切な維持補修が非常に重要であり、対策施設の長寿命化の鍵となる。滝坂地区の地すべり対策は、地下水排除を目的とした抑制工を主体としており、特に集水機能の適切な維持管理が極めて重要となる。

滝坂地すべりでは、約5年に1回の頻度で対策施設の定期点検を実施している。施設点検の結果は、長寿命化計画に基づき健全度評価を実施し、補修が必要となった施設から順次対策を実施している。

定期点検により把握された滝坂地区の対策施設変状の特徴としては、腐食や経年劣化による施設の老朽化よりも、集水管の目詰まりが多いことである（写真-1）。



写真-1 沈殿物による集水管の目詰まり状況及び洗浄による付着物の除去作業状況

集水管の目詰まりが進行すると、やがて集水管が閉塞して集水機能が失われるため、定期的な洗浄による付着物の除去が必要であり、これにかかる作業量やコストが対策効果を維持する上での大きな課題となっている。

4. 集水管の閉塞防止対策

集水管の目詰まりは、凝灰岩や泥岩の分布する南部ブロックを中心に多く発生している。目詰まりを起こしている付着物は鉄水酸化物であり、硫酸ナトリウムなどミネラル分が多く溶存した地下水が大気と接触することで、鉄バクテリアによって生成されたものである。

目詰まりを起こす鉄水酸化物の発生を抑制し集水管の閉塞を防止する目的で、土木研究所雪崩・地すべり研究センターの指導の下、滝坂地区の集水施設内において、地下水排除施設集水管閉塞防止器を試験導入し、装置の設置効果の検証を行っている。

装置の原理は、複数の集水管に接続・集約した配管内に集水された地下水を一時的に貯留し、大気との接触を防止することで鉄水酸化物の発生を抑制、更に一定量貯留された地下水を「鹿威し（ししおどし）」の原理で排水し、排水する際の勢いで配管内に付着した沈殿物を排出するというものである（図-5）。

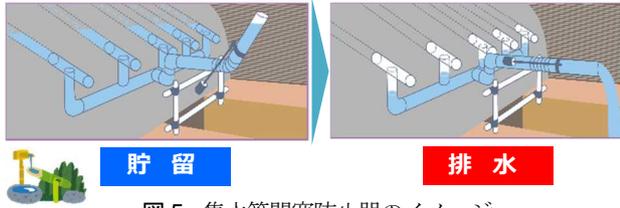


図-5 集水管閉塞防止器のイメージ

この装置が完全に機能すると、鉄水酸化物は発生せず集水管内はきれいな状態が維持されるため、定期的な洗浄による付着物の除去作業が不要となり、維持管理の作業量やコストの大幅な負担軽減が図られる。また、この装置は動力を必要としないため、設置にかかる費用の他にランニングコストは基本的に発生しない。

6. 集水管閉塞防止器導入の効果と課題

(1) 集水管閉塞防止器の試験導入

過去の定期点検の結果、鉄水酸化物の付着が顕著であった排水トンネル内の集水施設及び集水井の2箇所において、土木研究所の指導の下、平成28年度に地下水排除施設集水管閉塞防止器を試験導入した（写真-2）。装置の設置は、定期的な集水管の洗浄後に行い、装置設置の有無の状況を対比できるように、隣り合う箇所に装置を設置しない集水管を設けた。



写真-2 集水管閉塞防止器の設置状況

設置直後の状況を、図-6に示す。

ほぼ閉塞に近い状況にまで鉄水酸化物が付着した集水管を、きれいに洗浄除去して装置を設置、設置後約3ヶ月の状況を確認した。装置を設置しなかった集水管では、閉塞率が50%近くまで酸化物が付着していたのに対し、装置を設置した集水管では、酸化物の付着はごくわずかであり、健全な状態が維持されることを確認した。

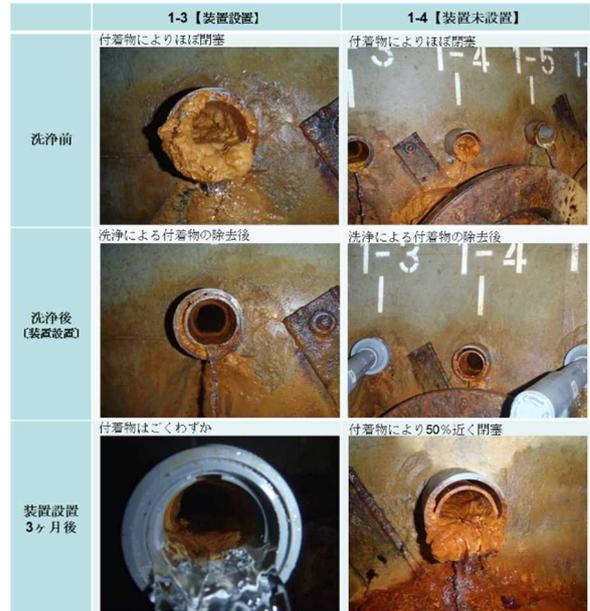


表-1 装置設置直後の状況

(2) 装置設置後の経過状況

装置の設置からおよそ5年後の定期点検時に、状況の確認を行った。排水トンネル内及び集水井内のどちらの装置も、鹿威し機能は停止していた。上向きに停止して

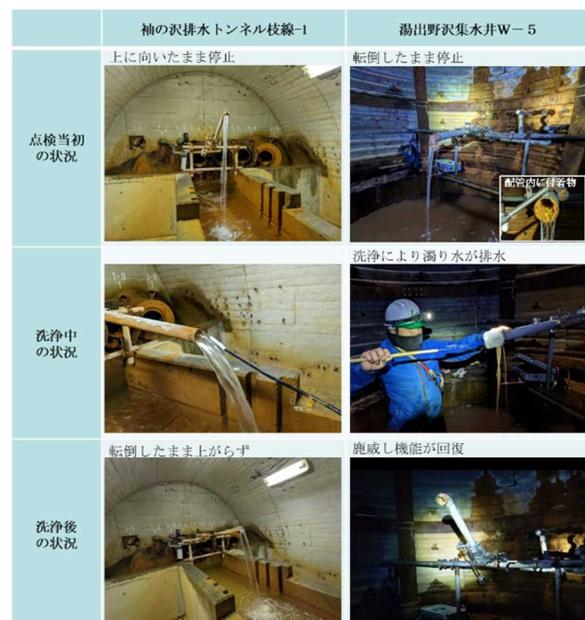


表-2 設置後数年経過後の状況

いた排水トンネル内の装置は、配管内の付着物はごくわずかであったのに対し、転倒したまま停止していた集水井内の装置は、配管内にある程度の付着物が見られた。これは、排水流量の少ない時期に地下水が大気に触れる機会が増えたためと考えられ、配管内を洗浄し錘位置を調整すると鹿威し機能が回復した。一方、排水トンネル内の装置は、大量の排水により機能は回復しなかった。

点検・整備の数か月経過後に、その後の状況について確認を行った。集水井内の装置は、配管内に付着物もなく、鹿威し機能を維持していた。一方で、排水トンネル内の装置は、排水流量は減少傾向にあったが、鹿威し機能は回復の基調が見られなかった。鹿威しの動きが悪い原因は、鹿威し装置の屈曲部に付着した石灰分によって摩擦が大きくなっていることが考えられたため、付着物を除去・清掃しグリースを塗布したところ、可動部の動きが滑らかになり、鹿威し機能の回復の兆しが見られた。



飛散した水しぶきや排水管から流下した水により、可動部に石灰分が大量に付着している。



付着した石灰分を除去・清掃し、グリースを塗布。鹿威し機能の回復傾向が見られた。

写真3 装置外部に付着・固結した石灰分（上段）と石灰分の除去・清掃状況（下段）

(3) 装置導入の効果と課題

集水管閉塞防止器を試験導入した結果、集水した地下水の大気との接触が抑制され、酸化物の付着を大幅に軽減することができた。本装置の導入による集水管閉塞防止の効果は、非常に高いことが確認された。一方で、装置外部への石灰分の付着や錘によるバランスが崩れるなど、何らかの原因で鹿威し機能が停止してしまうと、酸化物の付着が進み、集水管閉塞の危険があることも確認された。この鹿威し機能を、いかに正常に機能・維持させるかが新たな課題として浮かび上がった。

8. 装置導入のモニタリング結果と今後の展開

(1) 装置導入のモニタリング結果

今回の集水管閉塞防止器の導入によって、滝坂地すべりにおける維持管理上の大きな課題であった、集水管の目詰まりに対し、高い防止効果があることが確認された。この効果は、仮に鹿威し機能が停止したとしても、集水した地下水を一時貯留する機能が維持されれば、地下水

の大気との接触を抑制し、酸化物の生成・付着を防止する効果があることが分かった。

また、並行して行った装置を設置しない集水管のモニタリングにより、集水管からの地下水の流量が多い期間では、集水管内での酸化物の生成・付着がほとんど進行しないことが確認された。このことから、鹿威し機能によって一時貯留した地下水を一気に排水することで、装置配管内への酸化物の付着を防止する効果を期待できることが分かった。

一方で、新たな課題も見えてきた。

排水トンネル内の装置では、飛散した水しぶきや排水口から垂れた地下水によって、装置外部に石灰分が付着・固結し、鹿威し機能が停止した。また、集水井内の装置では、配管内のわずかな付着物などによって装置の荷重のバランスが崩れ、鹿威し機能が停止する事態が発生した。鹿威しが正常に作動することで、配管内への付着物や沈殿物を洗い流し、集水管閉塞防止効果が維持されるため、この機能を正常に作動・維持させるための対策が必要である。

(2) 今後の展開

今後の展開としては、モニタリングによって見えた「鹿威し機能」の維持・改善対策の検討を行って、装置の改良を行うとともに、地区全体への対策の展開を模索したい。また、近年、対策工施工におけるコスト縮減の観点から導入している大口径集水管（φ300）への本装置の適応や、屋外施設となる横ボーリング孔への適応における課題についても検討を行うこととしたい。



大口径集水管



横ボーリング孔

写真4 装置の適応を検討する対策施設

9. おわりに

インフラの整備において、維持管理における負担軽減とコスト縮減は、今後の社会にとって重要な課題である。

滝坂地区における地すべり対策事業は、事業進捗が図られ、今後福島県へその管理を移管することとなるが、移管後も対策施設の機能が維持され、事業効果が十分に発揮され続けるためにも、維持管理の負担軽減とコスト縮減に向け、さらなる検討を進めたい。