

地すべり地における地下水排除施設の適正な維持管理に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 20～平 22

担当チーム：雪崩・地すべり研究センター

研究担当者：野呂智之、丸山清輝

【要旨】

地すべり地における地下水排除施設の維持・管理は、自治体の財政事情等により十分成されていないのが現状であり、地すべり防止施設の機能低下等により地すべりの再発が懸念されている。そこで、H20 年度から 3 カ年計画で地すべり地における地下水排除施設について、集水管の機能低下及び対処方策の実態と課題の調査、代表的な事例による機能低下要因の解明と機能維持方策の評価、効率的で安全な地下水排除施設点検手法、適正な施設管理手法について検討するとともに、閉塞しにくい集水管、集水井内点検用カメラを考案した。

キーワード：地すべり、地下水排除施設、維持管理法

1. はじめに

地すべり対策事業では、地すべりの誘因である地下水を排除する目的で、横ボーリングや集水井などの地下水排除施設が設置されている。これらの施設の中には時間の経過とともにヘドロ状の閉塞物により閉塞しているものがある。集水管の閉塞による機能低下が疑われる場合、集水管内の洗浄が必要になるが、自治体の厳しい財政事情等の理由により、地すべり地における地下水排除施設の維持・管理は十分成されていないのが現状である。また、地すべり防止施設が機能低下した場合、地すべりの再発が懸念される。

これまでの当センターにおける新潟県上越地方の地すべりについての研究では、集水管閉塞の実態と主な集水管閉塞原因などについて明らかになって¹⁾。しかしながら、全国の実態や機能維持方策などについては明らかになっていなかった。そこで、H20 年度から 3 カ年計画で地すべり地における地下水排除施設の維持管理についての研究を開始した。H20 年度は、集水管の機能低下及び対処方策の実態と課題について、地下水排除施設集水管の閉塞の全国実態調査を実施した。H21、22 年度は、代表的な事例による機能低下要因の解明と機能維持方策の評価と、効率的で安全な地下水排除施設点検手法、適正な施設管理手法について、新潟県の地すべり地での調査と全国地すべり・がけ崩れ対策協議会（以後、がけ協とする）のアンケート調査結果をもとに実施した^{2), 3), 4), 5), 6), 6)}。また、これらの結果をもとに閉塞しにくい集水管、集水井内点検用カメラを考案し、現地試験を開始した。

2. 研究目的

本研究では、①集水管の機能低下及び対処方策の実態と課題の把握、②代表的な事例による機能低下要因の解明と機能維持方策の評価、③効率的で安全な地下水排除施設点検手法の提案、④適正な施設管理手法についての提案を目的とし、これらを達成目標とした。

3. 研究方法

集水管の機能低下及び対処方策の実態と課題及び代表的な事例による機能低下要因の解明と機能低下方策の評価については、がけ協と新潟県の協力を得て実態調査を実施した。また、効率的で安全な地下水排除施設点検手法及び適正な施設管理手法については、集水井内観察カメラと実態調査結果を踏まえた閉塞しにくい集水管をそれぞれ考案した。

4. 研究結果

4.1 集水管の機能低下及び対処方策の実態と課題の把握

4.1.1 地下水排除施設集水管の閉塞の全国実態調査

4.1.1.1 調査方法

調査では、横ボーリングの閉塞の著しい箇所、閉塞を起こしていない箇所を各都道府県から 1 箇所以上抽出し、それらの横



ボーリングから排 写真-1 閉塞した横ボーリング

水されている地下水と孔口に付着している閉塞物を採取した他、横ボーリング孔口の状況、地すべり斜面の基岩地質、横ボーリング設置年を調査した。

写真-1は、宮城県の宿地すべりの閉塞した横ボーリングの状況を示したものである。横ボーリングは平成5年に施工されたもので、この地すべりの基岩地質は新第三紀中新世細倉層軽石凝灰岩である。今回の調査では、このように横ボーリングを閉塞させている閉塞物を採取し分析した。

試料は、横ボーリングの孔口から排水される地下水を採水容器に、孔口に付着している閉塞物を採取バックにそれぞれ採取した。採取された地下水については、pH、酸化還元電位、全鉄量を計測し、閉塞物については顕微鏡観察を行い閉塞物の構成物質を調べた。その上で、閉塞の原因を明らかにするために、基岩の地質、pH、閉塞物の構成物質、酸化還元電位、全鉄量などと横ボーリングの閉塞との関連性を分析した。

4.1.1.2 調査結果

図-1には、横ボーリングの閉塞事例を収集した都道府県を示した。試料は、閉塞していた横ボーリングの地下水27試料と閉塞物25試料が26都道府県から、閉塞していなかった横ボーリングからの地下水66試料が45都道府県から各々採取できた。

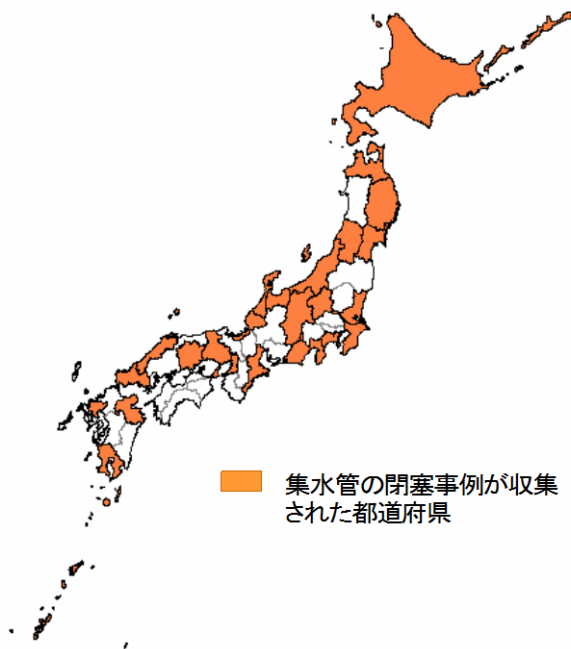


図-1 横ボーリングの閉塞事例が収集された都道府県

(1) 地質と横ボーリングの閉塞との関係

図-2は、横ボーリングの閉塞と基岩との関係を示

したものである。なお、閉塞レベルは表-1をもとに横ボーリング孔口の閉塞状況を判定して求め、閉塞レベル3~5は閉塞あり、閉塞レベル1~2は閉塞なしとした。堆積岩は、主に泥岩、砂岩、頁岩であった。また、図-2に示した基岩の区分からは、基岩地質と横ボーリング閉塞の有無との関連性は認められなかった。

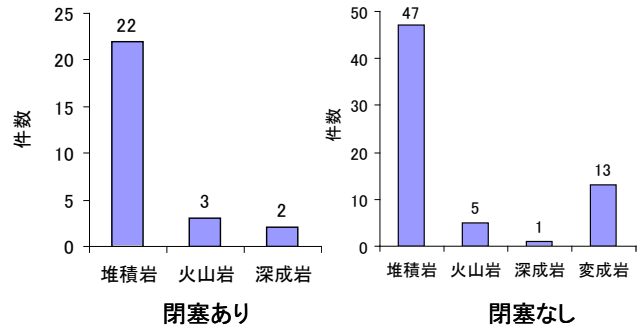


図-2 横ボーリングの閉塞と基岩との関係

表-1 閉塞レベルの判定

閉塞レベル	集水管閉塞状況
1	閉塞物なし。
2	孔口に赤褐色の付着物が少量認められる。
3	孔口の約25%以下に閉塞物が付着し、閉塞物の垂れ下がりが認められる。
4	孔口の約25~50%に閉塞物が付着している。
5	孔口の50%以上に閉塞物が付着している。

(2) 横ボーリングの閉塞とpHとの関係

図-3には、横ボーリングの閉塞とpHとの関係を示した。pHの値の最も大きい区間は、閉塞ありで7.1以上、閉塞なしで6.1~7.0となっている。

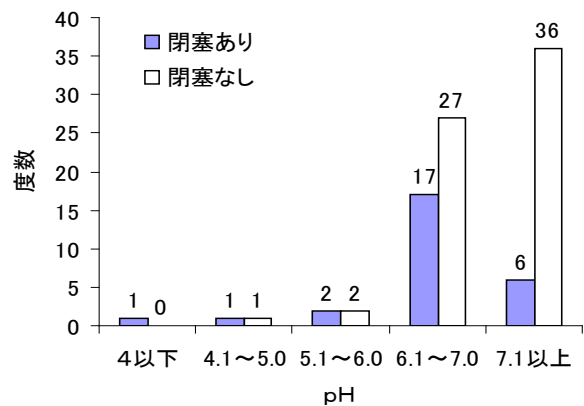


図-3 横ボーリングの閉塞とpHとの関係

閉塞ありの方が閉塞なしより pH が低い傾向があるが、pH が横ボーリングの閉塞のしやすさの判定に活用できることを示す明瞭な傾向は認められなかった。

(3) 横ボーリング閉塞物質の顕微鏡観察

図-4 は、横ボーリングの閉塞物の構成物を示したものである。横ボーリング孔口に付着した閉塞物を顕微鏡観察した結果、鉄細菌、藻類、泥が認められ、それらが横ボーリングを閉塞させていることが分かった。一番数多く認められたものは鉄細菌であり、ついで藻類であった。また、閉塞物中には、鉄細菌と藻類が単独で認められる場合と両者が認められる場合、鉄細菌と泥が認められる場合があった。なお、鉄細菌は、地下水中に生息し、2 価の鉄イオン (Fe²⁺) を 3 価の鉄イオン (Fe³⁺) に酸化する時に得られるエネルギーを活動源にしており、その際に閉塞物 (酸化第二鉄などを含んだコロイド状の有機物) を生成すると言われている⁴⁾。

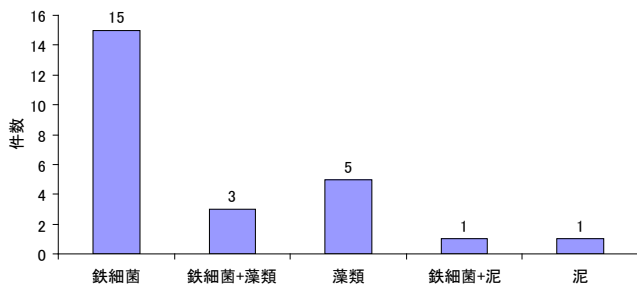


図-4 横ボーリングの閉塞物の構成物

図-5 には、閉塞物の顕微鏡観察で確認された鉄細菌の種類を示した。鉄細菌は、Gallionella 属、Leptothrix 属、Toxothrix 属であった。Gallionella 属と Leptothrix 属が共存するものが多く、Toxothrix 属単独は少ない。

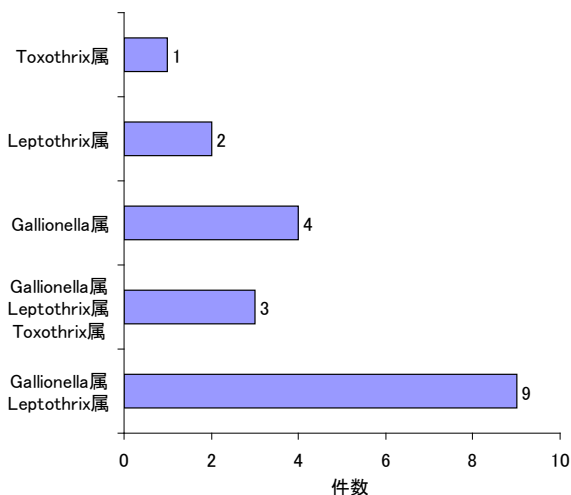


図-5 閉塞物の顕微鏡観察で確認された鉄細菌の種類

これらのことから、横ボーリングの閉塞に関与している鉄細菌は、主に Gallionella 属と Leptothrix 属であることが分かった。

表-2 は、今回調査した箇所閉塞原因と閉塞レベルとの関係を示したものである。閉塞レベル 4、5 の場合は、鉄細菌が原因の箇所が他のものに比べて多い。

表-2 閉塞原因と閉塞レベルに該当する箇所数

閉塞原因	閉塞レベル				
	1	2	3	4	5
鉄細菌	-	-	3	4	8
鉄細菌 藻類	-	-	1	2	0
鉄細菌 泥	-	-	0	0	1
藻類	-	-	4	0	1
泥	-	-	0	0	1

表-3 には、鉄細菌の種類と閉塞レベル毎の箇所数との関係を示した。閉塞レベル 4、5 では、Gallionella 属と Leptothrix 属が共存する場合と Gallionella 属単独の場合が、Leptothrix 属及び Toxothrix 属単独に比べて多い。

これらのことから、横ボーリングを閉塞させる鉄細菌は Gallionella 属と Leptothrix 属の場合が多く、横ボーリングの閉塞を防ぐためには、これらの鉄細菌の活動を抑制する必要がある。

表-3 鉄細菌の種類と閉塞レベル

鉄細菌	閉塞レベル				
	1	2	3	4	5
Gallionella属 Leptothrix属	-	-	1	3	5
Gallionella属 Leptothrix属 Toxothrix属	-	-	2	0	1
Gallionella属 Leptothrix属	-	-	0	1	3
Toxothrix属	-	-	1	1	0
Toxothrix属	-	-	0	1	0

(4) 横ボーリング設置後の経過年数における閉塞状況

図-6 は、今回の調査時における横ボーリング設置後の経過年数と閉塞レベルとの関係を示したものである。鉄細菌が閉塞原因となっている箇所では、施設設置後の経過年数が 6 年で閉塞レベル 5 のものがある。これは閉塞物中の鉄細菌の生息数は少なく泥が多かったことから、泥が主な原因であると考えられる。それ以外の事例については、鉄細菌により閉塞した施設の経過年数が 10 年以上となっている。藻類について

施した。なお、試料は横ボーリング集水管孔口からの排水をポリエチレン瓶に、集水管孔口に付着している閉塞物を採取バックにそれぞれ採取した。なお、試料数は集水管からの排水が 72 個であり、集水管閉塞物が 35 個である。

(2) 調査結果

1) 集水管閉塞事例

写真-2は、^{おおあらし}大荒戸西地すべり(基岩地質シルト岩)に2009年12月に設置された横ボーリング集水管の閉塞状況(施設設閉塞置後6ヶ月)を示したものである。集水管内には赤褐色の閉塞物が付着し、集水管からの排水を阻害していることが分かる。また、閉塞物の付着量は、集水管が同じ基岩地質の地すべり斜面に位置しても集水管毎に異なっている。

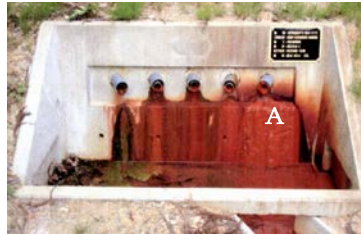


写真-2 集水管の閉塞状況

写真-3には、閉塞物の付着量が一番多い右側の集水管(写真-2のA)の状況を示した。閉塞物が施設設置後6ヶ月で孔口全面に付着しており、短期間で閉塞物により集水管の排水機能が低下する可能性があることを示している。なお、この6ヶ月という期間は施設を設置してから今回の調査を実施するまでのものであり、これより短い期間で写真-3のような状況になっていた可能性もある。



写真-3 閉塞した集水管A

2) 集水管が閉塞するまでの期間

図-9は、横ボーリング設置から本調査までの月数と集水管の閉塞レベルとの関係を示したものである。閉塞レベル4以上のものが、施設設置から本調査までの20ヶ月の期間に13の施設で認められる。最短期間のものは前述した大荒戸西地すべりの6ヶ月である。

図-10には、集水管閉塞レベルと集水管からの排水の全鉄との関係を示した。集水管の閉塞レベルは全鉄の増大にともない高くなっており、閉塞レベル4以上になるのは全鉄が1mg/l以上である。

これらのことから、排水の全鉄が1mg/l以上ある場合、集水管の閉塞(閉塞レベル4以上)が施設設置

後6ヶ月以内でも生じる可能性があることが分かった。

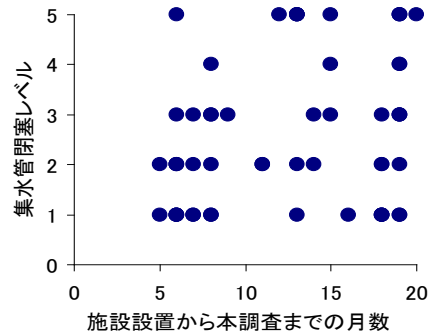


図-9 期間と閉塞レベル

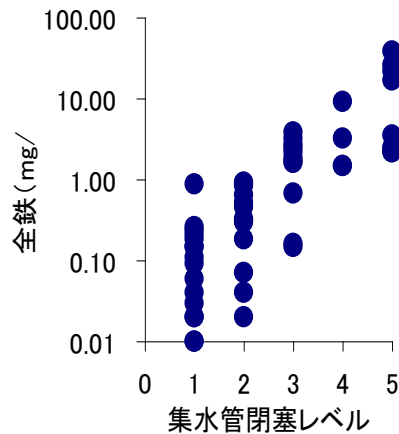


図-10 閉塞レベルと全鉄との関係

図-11は、横ボーリング集水管の洗浄から本調査までの年数と集水管閉塞レベルとの関係を示したものである。集水管の閉塞レベル4以上が、3年以上で生じている。

図-12には、集水管の閉塞レベルと集水管からの排水の全鉄との関係を示した。経過年数6年(洗浄から本調査までの年数)では、集水管の閉塞レベル2以下になっているのは全鉄が約0.1mg/l以下であることから、この値以下の場合には少なくとも6年間は集水管を洗浄する必要性は小さいと考える。

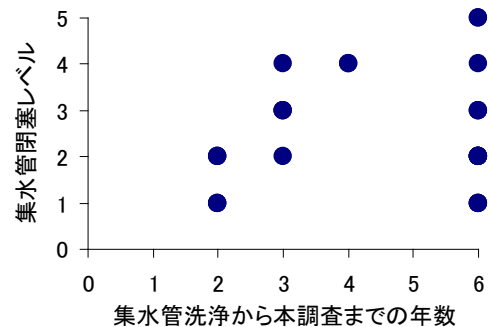


図-11 期間と閉塞レベル(洗浄)

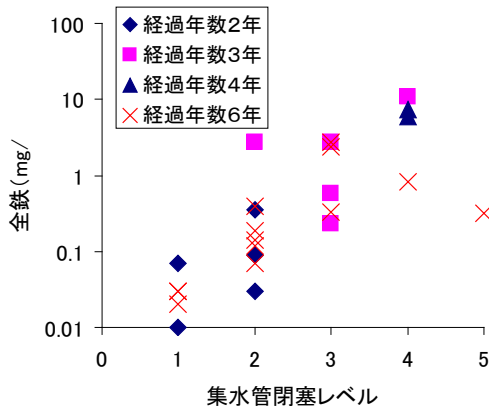


図-12 閉塞レベルと全鉄 (洗浄)

3) 閉塞物の組成

図-13は、顕微鏡観察により判明した閉塞物の組成物を示したものである。閉塞物は主に鉄細菌と藻類であり、鉄細菌の件数が最も多い。

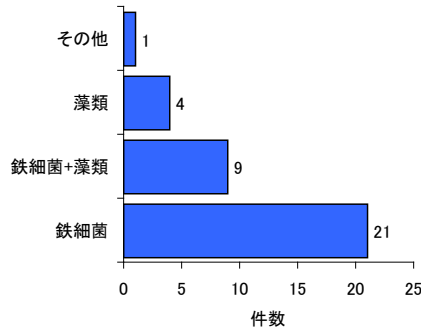


図-13 閉塞物の構成物

図-14には、確認された鉄細菌の種類を示した。鉄細菌は、Gallionella 属、Leptothrix 属、Toxothrix 属であり、Gallionella 属と Leptothrix 属のように共存するものが多く、Toxothrix 属単独は少ない。

以上のことから、集水管の閉塞 (閉塞レベル4以上) が施設設置後6ヶ月以内でも生じる可能性があることが分かった。また、集水管の主な閉塞原因は Gallionella 属、Leptothrix 属、Toxothrix 属などの

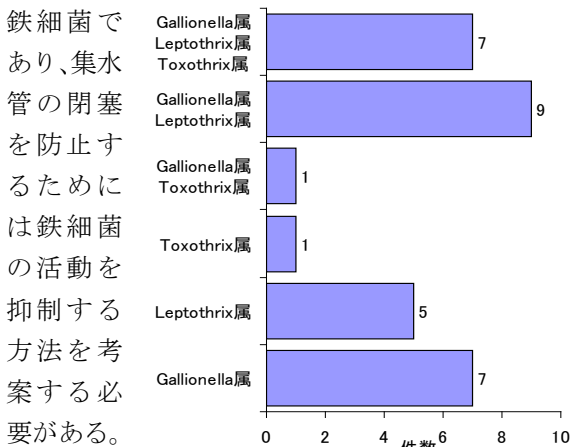


図-14 確認された鉄細菌の種類

(3) 閉塞しにくい集水管の開発

1) 集水管閉塞防止器具

がけ協のアンケート調査等からは、現時点で効果的な機能低下対処方策はなく、閉塞しにくい集排水管の開発が重要な課題であることが再確認された。そこで、閉塞しにくい集水管として、サイフォンを応用し集水管内に堆積した閉塞物を断続的に排出させる器具を考案した。

図-15は、集水管閉塞防止器の概要を示したものである。集水管閉塞防止器は、集水管の孔口に取り付け、孔口付近から付着し出す閉塞物を、集水された排水を断続的に勢いよく流すようにして洗い流し、集水管の閉塞を防止するものである。本防止器は、集水管孔口取り付けるパイプに細いパイプ (内径 1.5cm 程度) を組み込みサイフォンが形成されるようにした可動部がない単純な構造となっている。室内試験を実施し、本器具により閉塞物が断続的に排出されることを確認した。また、平成 22 年 11 月からは、本器具を戸沢地すべり (新潟県) に設置されている横ボーリングに装着し、現地試験を実施中である。

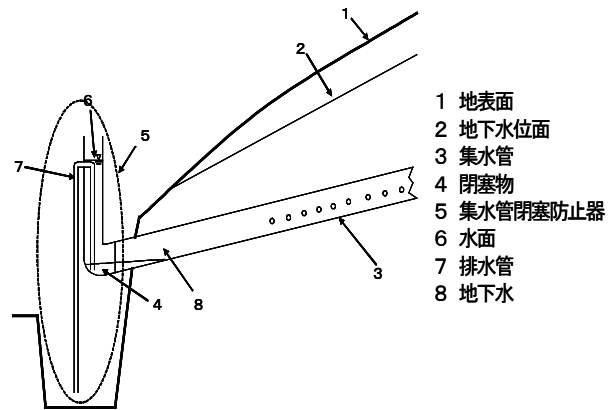


図-15 集水管閉塞防止器の概要

2) 閉塞しにくい集水管の開発

閉塞しにくい集水管として、抗菌剤を練り込んだ塩ビ製の集水管と抗菌剤をコーティングした塩ビ製の集水管 (写真-4)、既設集水管に挿入する抗菌剤を練り込んだ高密度ポリエチレン挿入管 (HDPE 挿入管) (写真-5) と防藻繊維を用いたロープ (写真-6) を試作した。これらのものは、戸沢地すべりに設置されている横ボーリングで現地試験を実施中である。

なお、今回用いた抗菌剤は、出光テクノファイン (株) 製のコーキンマスターである。この抗菌剤は鉄細菌などの 372 菌種以上に対して抗菌・防かび・防藻効果が確認されており、家電、衣料、日用品などに用いられている。



写真-4 抗菌剤を練り込んだ塩ビ製の集水管と
抗菌剤をコーティングした塩ビ製の集水管



写真-5 既設集水管に挿入する抗菌剤を練り込んだ
高密度ポリエチレン挿入管 (HDPE 挿入管)



写真-6 防藻繊維を用いたロープ

4.2 代表的な事例による機能低下要因の解明と機能維持方策の評価

今回実施した全国調査から、集水管の機能低下要因として鉄細菌、藻類、泥による集水管の閉塞があり、その中で鉄細菌が主な機能低下要因であることが分かった。

表-4 には、がけ協が調べた地すべり防止施設の修繕に用いられている方法を示した⁷⁾。地下水排除施設の集水管に関係するものとしては、孔内（集水管）洗浄が上げられているが、他に方法はないようである。

表-4 地すべり防止施設の修繕方法

修繕方法	件数
孔内(集水管)洗浄	34
土砂除去	14
コンクリート補修	8
フトン籠新規設置・再設置	5
集水マス新規設置・再設置	2
水路補修・交換	11
集水井の防護柵・扉などの交換	12
集水井の天蓋などの交換	10
その他	37

集水管の洗浄は閉塞した集水管の中に高圧水を噴射して集水管に付着した閉塞物を除去する工法であり、広く用いられている方法である。この方法はほぼ確立したものであるが、地下水中の鉄分が多い場合は洗浄しても短期間でまた閉塞することがあり、集水管閉塞の根本的な解決法にはならない。

写真-7は、大口径集排水ボーリング工の集水管内の状況を示したものである。この工法は、集水管を大口径（φ320mmの鋼管を用いる）にすることで、集水量を多くすることと閉塞までの期間を長くすることを目的とするものである。集水管内には錆が発生し集水スリットが閉塞しているものがあり、今後の課題として錆対策が必要と考えられる。



写真-7 大口径集排水ボーリング集水管内の状況

4.3 効率的で安全な地下水排除施設点検手法の検討

集水井の点検では、地表部の点検の他に集水井内の点検がある。集水井内の点検は、酸欠やタラップの腐食などの問題があるため、集水井内に入って点検することは容易ではない。そこで、地表面から集水井内を点検できるカメラを考案し試作した。

写真-8 には集水井内点検用カメラを、表-5 にはその仕様を、写真-9 にはカメラを集水井内に挿入するための点検穴をそれぞれ示した。集水井内点検カメラは、発光ダイオードの照明付きとし、アルミ製のパイプを継ぎ足しながら深さ 30m までの集水井内を点検できるものである。

また、点検穴は、コンクリート製の集水井の蓋に直径 20cm の穴を開け作成した。なお、使用しない時は、安全のために 4 本のネジで蓋を固定できるようにしてある。



写真-8 集水井内点検用カメラ

表-5 集水井内観察カメラの仕様

名称	仕様
カメラ	<ul style="list-style-type: none"> ・防水(水深15mまで) ・41万画素 ・リモコンでズーム操作 ・照明LED ・寸法 φ80×140mm ・本体重量950g
モニター	<ul style="list-style-type: none"> ・7型ワイド液晶 ・解像度34万画素 ・アルミ製格納ケース(寸法350mmW×180D×160H) ・重量3kg ・映像出力端子付き
カメラ昇降パイプ	<ul style="list-style-type: none"> ・1本の寸法 20×40mm×1.7m ・継ぎ足すことで35mまで延長可能
カメラ昇降装置	<ul style="list-style-type: none"> ・手巻きウインチ式
電源	<ul style="list-style-type: none"> ・バッテリー DC12V
その他	<p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・集水井の内部に入ることなく深部の観察が可能(ケーブル長30m) ・商用電源、発電機は不要(バッテリーを搭載) <p>【留意点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・集水井の蓋にカメラ挿入用の穴(φ20cm以上)が必要 <p>【サイズ、重量、使用継続時間】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本体サイズ: 64cm×40cm×216cm(組立時) 40cm×64cm×83cm(分解時) 重量2.5kg、ロッド1.7m(1本)、2m(14本) ・使用継続時間 約120分(使用条件により変化)



写真-9 カメラ挿入用点検穴

写真-10は、集水井内点検用カメラを用いて、集水井内の集水管孔口の状況を示したものである。なお、集水井内の映像は、映像出力端子にビデオカメラを接続し録画した。この写真は、ビデオ映像を静止画にしたものである。写真には集水管孔口への閉塞物の付着状況が捉えられており、試作した集水井



写真-10 集水管孔口の状況

内点検用カメラにより地表面から集水井内の状況を点検できることが確認できた。

4.4 適正な施設管理手法の検討

がけ協の全国調査結果⁸⁾をもとに、必要な点検項目、点検法、点検結果への対応について検討した。

4.4.1 必要な点検項目

図-16には、地下水排除施設の異常発生状況を示した。調査施設数の30%前後で異常が発生していることが分かる。

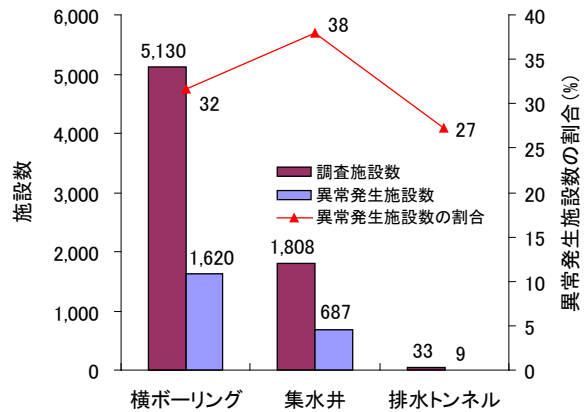


図-16 地下水排除施設の異常発生状況

図-17～19は、横ボーリング、集水井、排水トンネルの異常発生施設における異常発生項目とその割合を示したものである。異常発生項目は異常が発生しやすい項目であり、点検する必要がある項目を示していると考えられる。また、異常発生項目の割合は、異常が発生しやすい順位を示していると考えられる。

以下に、各施設の必要な点検項目と異常が発生しやすい順位について整理した結果を示す。

(1) 横ボーリング

- ① 集水管の閉塞
- ② 施設周辺斜面の変動
- ③ 孔口保護壁の変形
- ④ 集水マスの土砂等堆積

(2) 集水井

- ① 防護柵、扉、鍵の損傷
- ② 天蓋、井筒地表部の腐食、変形
- ③ 集水管の閉塞
- ④ 井筒内部の腐食、変形
- ⑤ タラップ、踊り場の腐食
- ⑥ 排水管の閉塞
- ⑦ 施設周辺斜面の変動

(3) 排水トンネル

- ① 集水管の閉塞
- ② トンネル入り口の損傷等

- ③排水路の閉塞（土砂等の堆積）
- ④防護柵、扉、鍵の損傷
- ⑤施設周辺斜面の変動による施設の損傷

なお、点検のたびに異常の発生が多い施設の点検は、優先的に実施する必要があると考える。

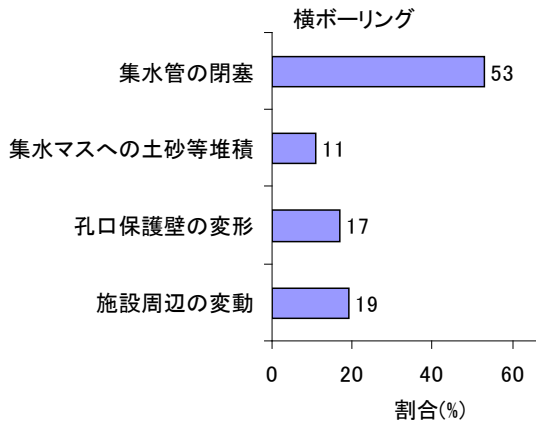


図-17 横ボーリングの異常発生項目と割合

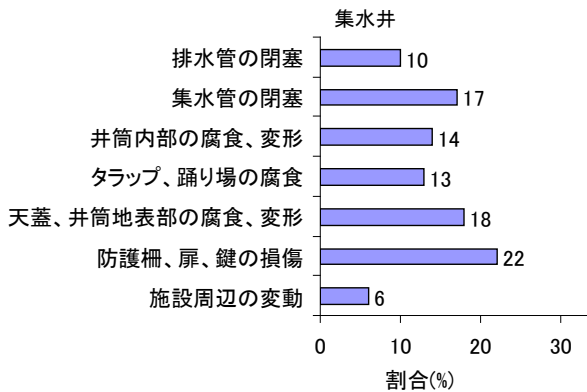


図-18 集水井の異常発生項目と割合

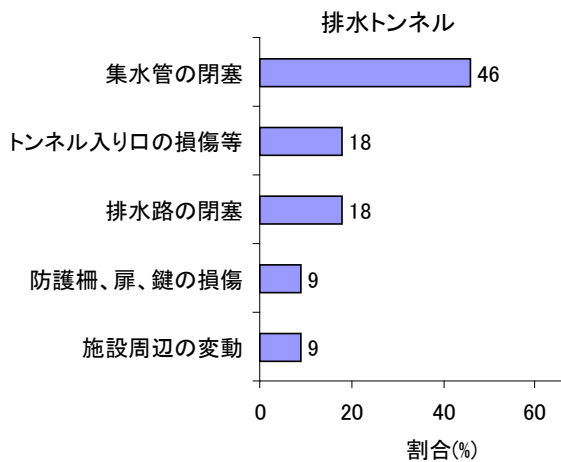


図-19 排水トンネルの異常発生項目と割合

4.4.2 点検法

必要な点検項目は、以下に示すように大別される。

- ①集排水管の閉塞
- ②集水マスや排水路への土砂等の堆積
- ③施設の金属部の腐食と施設の変形
- ④施設周辺斜面の変動

①集排水管の閉塞については、集水管の洗浄の必要性を調べるために、表-1 をもとに閉塞のレベルを判定する。閉塞レベル4以上では、集水管の洗浄を実施する。また、集水管閉塞の経年変化が分かるように、同じ位置で集水管孔口の写真を撮るようにする。

②集水マスや排水路への土砂等の堆積状況については、集水マスや排水路が速やかに排水を流せる状態にあるかを点検する。そのために、土砂等の堆積状況及び排水の越流と斜面の侵食状況を点検する。

③施設の金属部の腐食と施設の変形と④施設周辺斜面の変動については、人に対する安全が確保できる状態にあるか、施設の機能が維持できる状態にあるかを点検する。

4.4.3 施設の点検者

図-20 には、実際の施設の点検者を示した。最も多い点検者は都道府県職員であるが、地域住民が点検者になっている場合もある。施設の状態を把握するためには、できるだけ頻繁に点検を実施することが望ましい。そのためには、まず異常発生箇所だけでも把握できる簡単な点検簿を作成し、地域住民に点検を依頼できるようにする必要があると考える。簡単な点検簿としては、ここで示した要点検箇所の中の地表で目視により点検できるものについて、異常の有無を記入してもらうことが考えられる。異常発生箇所については、さらに都道府県職員が点検し、修繕の必要性を検討する。

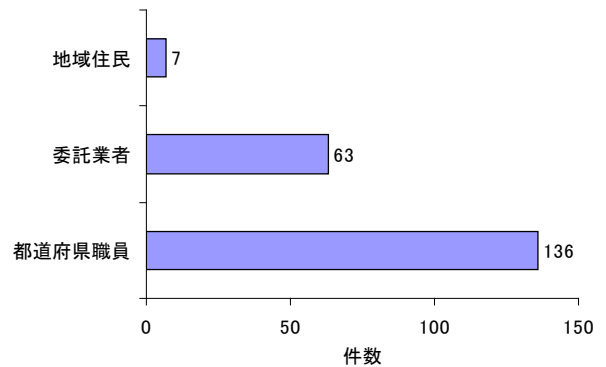


図-20 施設の点検者

4.4.4 点検結果への対応

点検の結果、異常発生箇所がある場合は、補修し施設の機能維持や人に対する安全が確保できる状態にする。

図-17～19 に示した各施設の異常発生箇所の中で、材質などを代えることでほとんど管理する必要がなくなるものがある。例えば、施設の腐食に関するものは亜鉛メッキしたものやステンレス製のものに代える。また、集水井の蓋をコンクリート製のものに代える。これらにより、施設の金属部の腐食の問題が解決され、防護柵の設置も不要になる。

4.4.5 地すべり防止施設の点検に関する課題とその対策法

地すべり防止施設の点検を効率的にするための課題としては、以下のことがある。

- ①点検路の確保
- ②施設周辺の防草
- ③点検しやすい施設

①については、点検路が確保されていないため、施設の設置場所に行くことが容易でない場合がある。地下水排除施設は、基本的に水路で繋がっていることから、水路周辺の防草を行い、そこを点検路とすることが考えられる。②については、施設が草木で覆われていることが多いことから、施設周辺の防草を行い、施設の機能を維持し点検を容易にする必要がある。防草の方法としては、最近農業関係や道路関係で用いられている防草シートを活用することが考えられる。③については、施設にNoプレートを付け、施設台帳との照合を容易にする。また、集水井では、内部の点検のために、集水井の蓋に今回提案した集水井内点検用カメラの挿入口を設け、このカメラによる内部の点検を容易にする。

5. まとめ

地すべり地における地下水排除施設の適正な維持管理について検討した結果を、達成目標毎に以下に示す。

5.1 集水管の機能低下及び対処方策の実態と課題の把握

今回の全国調査の結果から、集水管の閉塞が26道府県で生じており、その主な原因は鉄細菌による閉塞物であり、鉄細菌が関与する横ボーリングの閉塞は地下水中の全鉄の量から予測できることが分かった。また、集水管の閉塞を防止するための課題として以下のことがあげられる。

- ① 閉塞しやすい箇所では施設設置後の洗浄など

による機能回復措置を計画的に実施する必要があるため、そのために、集水管が閉塞するまでの期間を明らかにする。

- ② 閉塞しにくい構造や鉄細菌の活動を抑制できる材質の集水管を開発する。

①の課題について調査した結果、排水の全鉄が1 mg/l 以上ある場合、集水管の閉塞（閉塞レベル4以上）が施設設置後6ヶ月以内でも生じる可能性があることが分かった。また、排水の全鉄が約0.1mg/l 以下の場合には少なくとも6年間は集水管を洗浄する必要性は小さいことが分かった。

②の課題については、サイフォンを応用した集水管閉塞防止器と抗菌剤（鉄細菌などの372菌種以上に対して抗菌効果が確認されている出光テクノファイン（株）製のコーキンマスター）を用いた閉塞しにくい集水管を試作し、現地試験を開始した。

5.2 代表的な事例による機能低下要因の解明と機能維持方策の評価

今回実施した全国調査から、集水管の機能低下要因として鉄細菌、藻類、泥による集水管の閉塞があり、その中で鉄細菌が主な機能低下要因であることが分かった。また、地すべり防止施設の修繕に用いられている方法として、地下水排除施設の集水管孔内の洗浄が上げられており、他の方法は用いられていないことが分かった。

5.3 効率的で安全な地下水排除施設点検手法の提案

集水井内の点検は、酸欠やタラップの腐食などの問題があるため、集水井内に入って点検することは容易でない。そこで、効率的で安全な地下水排除施設点検手法の提案として、地表面から集水井内を点検できるカメラを考案・試作し現地試験を実施した。その結果、試作した集水井内点検用カメラにより地表面から集水井内の状況を点検できることが確認できた。

5.4 適正な施設管理手法についての提案

がけ協の全国調査結果をもとに、適正な施設管理手法についての提案として、必要な点検項目、点検法、点検結果への対応について示した。また、地すべり防止施設の点検を効率的にするための課題とその対策法を示した。

6. 今後の課題

地すべり対策の多くは、少子高齢化が進む中山間地で実施されている。維持管理における負担を軽減する取り組みが急務であり、閉塞しにくい集水管の改良及び、地すべり防止施設の点検を効率的にするための対策法について、さらに検討する必要がある。

参考文献

- 1) 武士俊也ほか：地すべり地の地表水・地下水排除施設の維持管理に関する研究、土木研究所資料第3941号、平成16年3月
- 2) 丸山清輝ほか：地すべり地に横ボーリングの閉塞実態に関する調査、第48回日本地すべり学会研究発表会講演集、pp. 143-144
- 3) 丸山清輝ほか：地すべり地における地下水排除工閉塞に及ぼす地下水中の全鉄量の影響、2009年秋季講演要旨、日本地下水学会、pp. 242-243
- 4) 丸山清輝ほか：地すべり地における地下水排除施設集水管の閉塞原因と対策に関する調査、平成22年度砂防学会研究発表会概要集、pp. 428-429
- 5) 丸山清輝ほか：地すべり地における地下水排除工の閉塞の実態とその原因、土木技術資料、Vol. 52、No. 2、pp. 32-35、2010
- 6) 丸山清輝ほか：地すべり地における地下水排除施設集水管の閉塞までの機関に関する検討、2010年秋季講演要旨、日本地下水学会、pp. 4-5
- 7) 丸山清輝ほか：地すべり地における横ボーリングの閉塞の実態に関する調査、地すべり研究（第54集）—2010—、全国地すべり・がけ崩れ対策協議会、pp. 119-122、2010
- 8) 地すべり災害再発防止のための施設修繕について地すべり施設修繕資料とりまとめ報告、全国地すべり・がけ崩れ対策協議会資料、平成21年6月1日

Research on efficient maintenance for groundwater drainage facilities in landslide site

Budgeted : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2008-2010

Research Team : Erosion and Sediment Control

Research Group (Snow Avalanche
and Landslide Research Center)

Author : Tomoyuki NORO

Kiyoteru MARUYAMA

Abstract : It is concerned about landsliding due to the failure of groundwater drainage facilities, because of in some cases, investigation and management is not sufficient in landslide area. Therefore, in 2009, we investigated the situation of blockages of drainage pipes, and discussed the structure, materials of hard to be blockaded drainage pipe. The result revealed:

- 1) In the cases of 2 landslide sites, observation by using borehole camera in the pipe that blockaded by algal, showed that the algal only growing vicinity around the drainage pipe mouth, but no algal in the pipe far from mouth. This result showed that possibility to restore the function of drainage pipe after remove the algal around the mouth of the blockaded pipe.
- 2) The observation by using borehole camera in the pipes that constructed within 1 year and blockaded by iron bacteria, showed that the blocking materials adhered within 25 m from the borehole mouth, but no adhesion is observed beyond the distance. This result indicates that the drainage pipes are not blockaded in their whole length.
- 3) As a drain pipes which hard to be blockaded, we contrived a method based on the principle of siphon to discharge the blocking materials together with groundwater by installing a utensil on the pipe mouth. In the future work, we will examine the applicability of the hard to be blockaded drainage pipe in field, also investigate effective methods that capable to inspect the groundwater drainage work from surface.

Key words : landslide, groundwater drainage works, maintenance method