

土木研究所資料

地すべり防止施設の維持管理に関する 実態と施設点検方法の検討 —地表水・地下水排除施設—

平成23年6月

独立行政法人 土木研究所
土砂管理研究グループ
雪崩・地すべり研究センター

Copyright © (2011) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、独立行政法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、独立行政法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

地すべり防止施設の維持管理に関する 実態と施設点検方法の検討 —地表水・地下水排除施設—

雪崩・地すべり研究センター 上 席 研 究 員 野呂智之
総括主任研究員 丸山清輝
交 流 研 究 員 中村 明
専 門 研 究 員 ハスバートル

要 旨：

地すべり防止施設の機能を維持して行くためには、施設の管理が必要である。本資料では、地すべり防止施設の機能、地表水・地下水排除施設の維持管理に関する実態、集水管の機能低下及び機能維持方策の実態、地表水・地下水排除施設点検法の検討、施設の具体的な点検方法などについて示す。

キーワード：地すべり防止施設、地表水・地下水排除施設、点検方法

目 次

1. まえがき	1
1.1 背景	1
1.2 研究の経緯	1
2. 地すべり防止施設の機能	2
2.1 地表水排除施設（水路）の機能	2
2.2 地下水排除施設（横ボーリング、集水井、排水トンネル、暗渠）の機能	2
3. 地表水・地下水排除施設の維持管理に関する実態	3
3.1 全国調査結果と施設点検についての検討	3
3.1.1 施設の異常発生状況と必要な点検項目	3
3.1.2 点検項目と点検法	5
3.1.3 施設の点検者	5
3.2 新潟県上越地方での調査結果と施設点検についての検討	6
3.2.1 地表水排除施設（水路）	6
3.2.2 横ボーリング	8
3.2.3 集水井	10
4. 集水管の機能低下及び機能維持方策の実態	13
4.1 地下水排除施設集水管の閉塞の全国実態調査結果	13
4.1.1 調査方法	13
4.1.2 調査結果	13
4.2 集水管が閉塞するまでの期間に関する調査結果	16
4.2.1 調査方法	16
4.2.2 調査結果	16
4.3 機能低下要因と機能維持方策の実態	18
5. 地表水・地下水排除施設点検法の検討	20
5.1 施設点検の考え方	20
5.2 点検頻度	20
5.3 点検時期	20
5.4 点検者	21
5.5 点検施設の優先順位	21
5.6 施設点検体制の整備	22
5.7 施設点検機器	23
5.7.1 集水井内点検カメラ	23
5.7.2 集水管内観察カメラ	24
6. 施設の具体的な点検方法	25
6.1 概査点検	25
6.2 詳細点検	25
6.3 点検結果への対応	26
7. 点検結果の活用	27
8. 施設の改善方法	28
8.1 水路	28
8.2 横ボーリング	29
8.3 集水井	29

9. 今後の課題	30
巻末資料	32
点検シート (案)	32

1. まえがき

1.1 背景

地すべり災害の発生件数は、3～4月の融雪期や6～7月の梅雨期に多い。これは、融雪水や降雨による地表水の斜面への浸透により、斜面内の間隙水圧が上昇し土塊のせん断強度が低下して、斜面がせん断破壊するためである。このような地すべり機構で発生する地すべりでは、誘因である地表水・地下水を斜面からの排除のために、地表水排除施設である水路、地下水排除施設である横ボーリング、集水井、排水トンネルなどの地すべり防止施設が数多く設置されてきた。しかしながら、地すべり防止施設の管理は、自治体の財政事情とうにより十分に成されているとは言えないのが現状である。

地すべり防止施設の機能を維持して行くためには、施設の管理が必要である。本資料は、地すべり防止施設の機能、地表水・地下水排除施設の維持管理に関する実態、集水管の機能低下及び機能維持方策の実態、地表水・地下水排除施設点検法の検討、施設の具体的な点検方法などについて示す。

1.2 研究の経緯

雪崩・地すべり研究センターでは、これまでに地すべり防止施設の維持管理に関する研究として、地すべり多発地帯である新潟県上越地方の実態調査を行っている。この調査では、地表水・地下水排除施設施工後の施設の機能低下状況等を調査し、施設の経年変化と問題の発生状況、効率的な点検、地下水排除施設の修繕・再設置方法などについて検討した。これらの研究成果は、土研資料第3941号¹⁾と土研資料3967号²⁾等³⁾にまとめられている。その後、全国的に地すべり防止施設の維持管理の重要性が認識されるようになったことや、これまでの研究が新潟県上越地方を中心としたものであったことから、本資料では全国調査とその後の新潟県の調査を加え、今回改めて地表水・地下水排除施設の点検方法について整理し直した。

2. 地すべり防止施設の機能

表－１には、地表水・地下水排除施設の機能を示した。地表水・地下水排除施設の管理は、施設の機能を維持するためのものである。ここでは、施設の機能を示す。

表－１ 地表水・地下水排除施設の機能

地すべり防止施設	施設の機能
地表水排除施設（水路）	地すべり斜面に流入する地表水、降水、地すべり斜面からの湧水、沼の水、地下水排除施設からの排水などを、水路により速やかに地すべり地外へ排水する。
地下水排除施設（横ボーリング、集水井、排水トンネル、暗渠）	地すべり斜面内に集水管や砕石などで透水係数の大きな部分を作り、地下水を誘導排水する。

2.1 地表水排除施設（水路）の機能

水路の機能は、地すべり斜面に流入する地表水、降水、地すべり斜面からの湧水、沼の水、地下水排除施設からの排水などを水路により速やかに地すべり地外へ排水することである。したがって、地表水排除施設では、水路に流入した水がスムーズに水路を流れ、速やかに地すべり地外へ到達するような状態が常に維持されている必要がある。そのためには、施設の管理により、水路内に水の流れを阻害するものがないことや、水路からの漏水や越流がない状態を保つ必要がある。

2.2 地下水排除施設（横ボーリング、集水井、排水トンネル、暗渠）の機能

地下水排除施設の機能は、地すべり斜面内に集水管や砕石などで透水係数の大きな部分を作り、地下水を誘導排水することである。したがって、地下水排除施設では、地すべり斜面内に挿入された集水管や投入された砕石内に地下水が流入し、集水管や砕石内を地下水がスムーズに流れ、水路に誘導するような状態が常に維持されている必要がある、そのためには、施設の管理により、集水管や砕石内に流入した地下水の流れを阻害するものがない状態を保つ必要がある。

3. 地表水・地下水排除施設の維持管理に関する実態

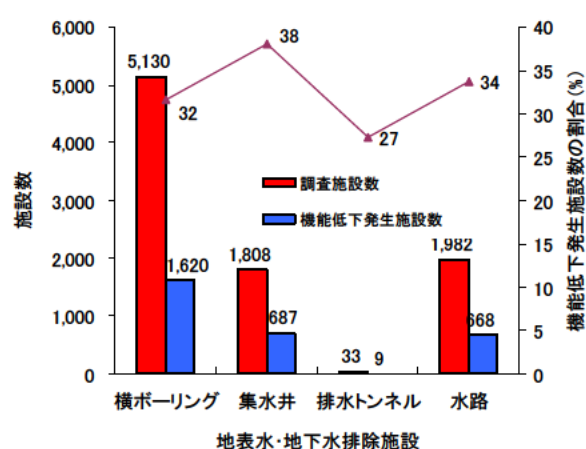
3.1 全国調査結果と施設点検についての検討

全国地すべり・がけ崩れ対策協議会の全国調査結果⁴⁾と、それをもとにした必要な点検項目、点検法、点検結果への対応についての検討結果を以下に示す。

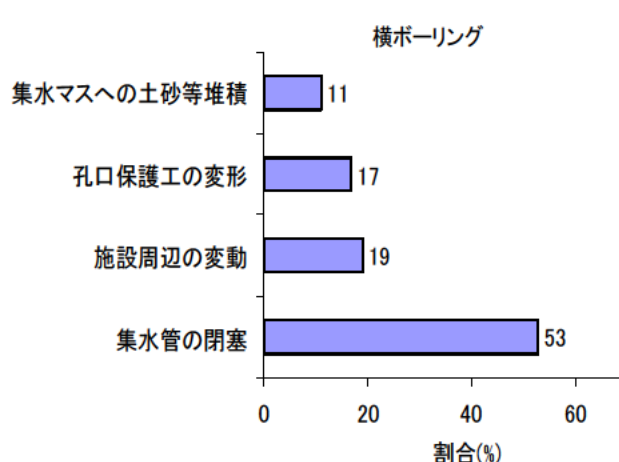
3.1.1 施設の異常発生状況と必要な点検項目

図－１には、地表水・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。

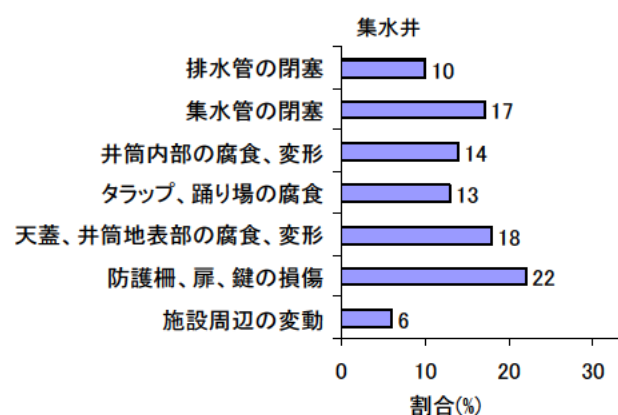
図－２～５は、横ボーリング、集水井、排水トンネル、水路の異常発生施設における異常発生項目とその割合を示したものである。異常発生項目は異常が発生しやすい項目であり、点検する必要がある項目を示していると考えられる。また、異常発生項目の割合は、異常が発生しやすい順位を示していると考えられる。



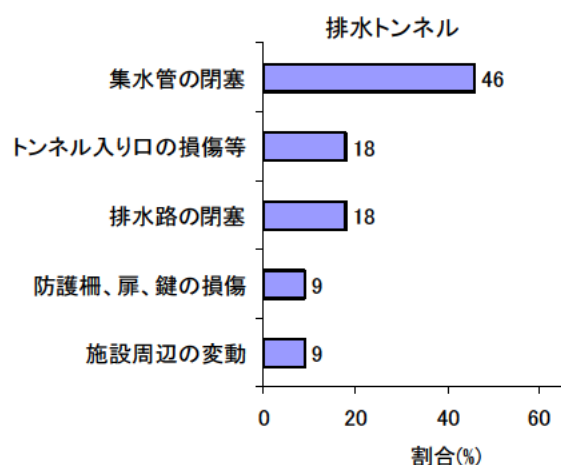
図－１ 地下水排除施設の異常発生状況



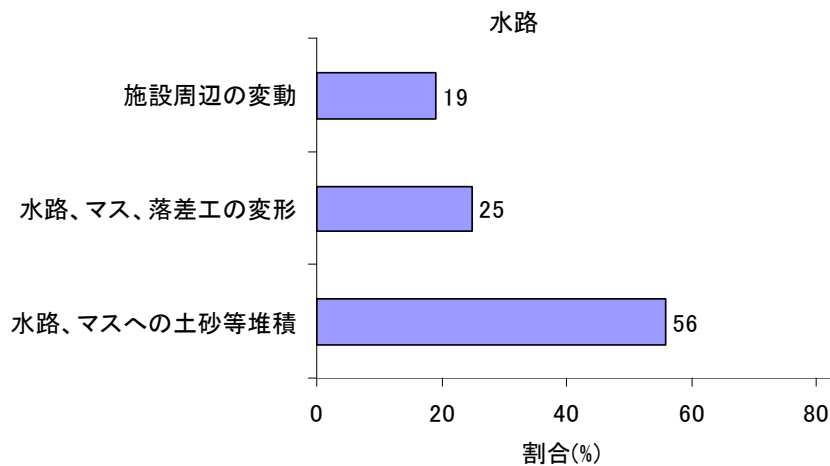
図－２ 横ボーリングの異常発生項目と割合



図－３ 集水井の異常発生項目と割合



図－４ 排水トンネルの異常発生項目と割合



図－５ 水路の異常発生項目と割合

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孔口保護工の変形
- 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

(4) 水路

- ①水路、マスへの土砂等の堆積
- ②水路、マス、落差工の変形
- ③施設周辺の変動

3.1.2 点検項目と点検法

各施設の必要な点検項目は、以下に示すように大別できると考える。

- 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状況

また、各項目は、以下のように点検することが考えられる。

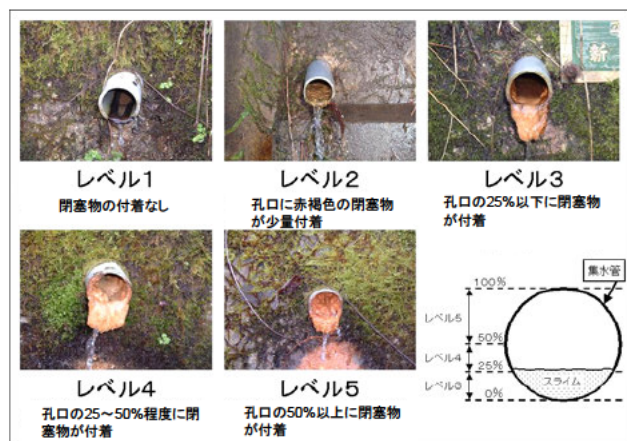
①集排水管の閉塞については、集水管の洗浄の必要性を調べるために、図－6をもとに閉塞のレベルを判定する。閉塞レベル4以上では、集水管の洗浄を実施する。また、集水管閉塞の経年変化が分かるように、同じ位置で集水管孔口の写真を撮るようにする。

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。

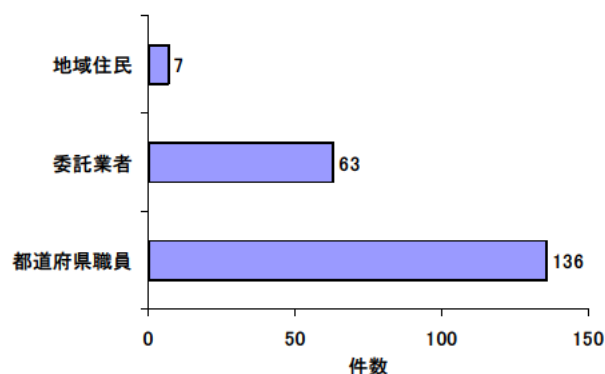
③施設の金属部の腐食と施設の変形と④施設周辺斜面の変動状況については、人に対する安全が確保できる状態にあるか、施設の機能が維持できる状態にあるかを点検する。

3.1.3 施設の点検者

図－7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必要がある。



図－6 集水管の閉塞レベル



図－7 施設の点検者

3.2 新潟県上越地方での調査結果と施設点検についての検討

新潟県上越地方の泥岩地帯における8箇所の地すべり地での調査結果と、それをもとにした施設点検についての検討結果を以下に示す。

3.2.1 地表水排除施設（水路）

(1) 水路の損傷等の問題発生状況

写真1～4は、水路の損傷等の問題発生状況を示したものである。

写真－1は、草が水路内に倒れ込み水の流れを阻害している状況を示したものである。最悪の場合、水路を流れる水は倒れ込んだ草により堰き止められ水路から越流し、越流水の地表面浸食により水路を破損させるとともに地すべり斜面に浸透することになる。

写真－2は、水路の接合部の目地が取れ、水路を流れる水が水路接合部から漏水し、地すべり斜面に浸透している状況を示したものである。水路接合部からの漏水は、水路に接する土塊を侵食し水路を破損させ、地すべり斜面に浸透することになる。

写真－3は、腐食により底が抜けた鋼製の水路を示したものである。鋼製の水路は、腐食により穴が開いたものがある。この穴からの漏水は、水路に接する土塊を侵食し水路を破損させ、地すべり斜面に浸透することになる。

写真－4は、小崩壊による土砂に埋まった水路を示したものである。水路周辺で発生した小崩壊や地表面の浸食などにより水路に土砂が堆積する。堆積した土砂は、水路を堰き止め水路を流れる水を越流させ、水路に接する土塊を侵食し水路を破損させ、地すべり斜面に浸透することになる。

このように、水路では、管理が成されない場合、水路に集められた水が再び水路から漏れだし地すべり斜面に浸透することになる。特に、地すべり斜面の引張部（亀裂が発達し地表水が浸透しやすい）で水路の機能が低下した場合は、集められた水が集中的に地すべり斜面に浸透することになる。



写真－1 草が水路内に倒れ込んだ水路



写真－2 水路の接合部の目地が取れた水路



写真-3 腐食により底が抜けた鋼製



写真-4 小崩壊による土砂に埋まった水路

(2) 水路関係の損傷等問題発生が多い部分と施設点検時の着目すべき箇所

図-8には水路関係で損傷等の問題が発生していた部分を、表-2には損傷等の問題が発生していた部分とその箇所数を示した。損傷していた部分は、水路、集水マス、落差工、その他に分けられる。水路については問題発生箇所数が最も多く、水路の割れなどの損傷、目地及び接合部の開き、土砂や植物等の堆積が数多く生じている。集水マスについては、目地及び接合部の開き、土砂や植物等の堆積が数多く生じている。落差工については、傾動などの損傷、接合部の開き、土砂や植物等の堆積が数多く生じている。

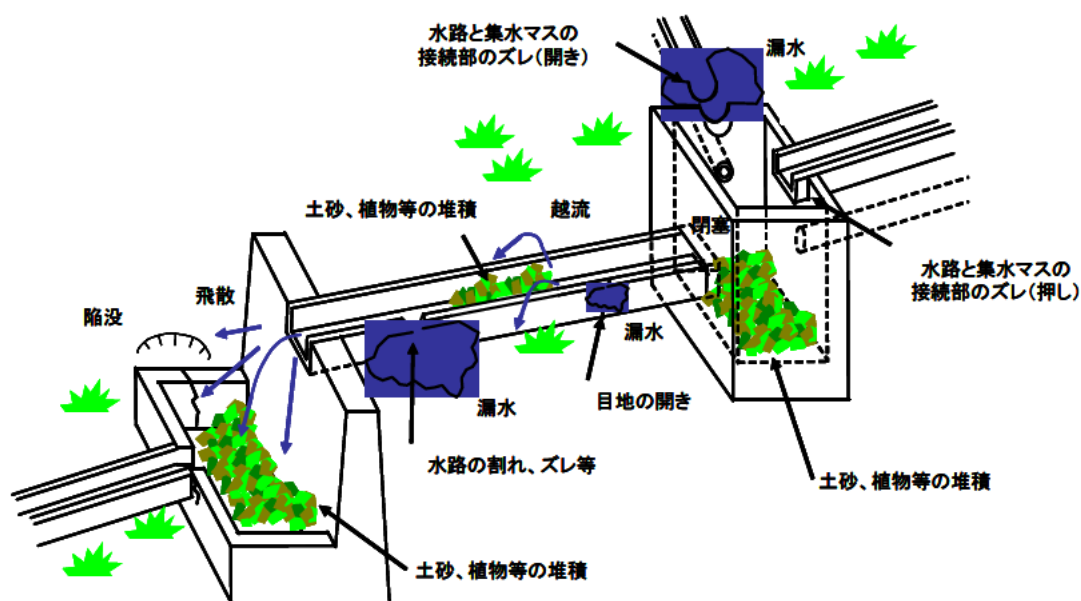


図-8 水路関係で損傷等の問題が発生していた部分

これらのことから、施設点検時には、水路では水路の割れなどの損傷、目地及び接合部の開き、土砂や植物等の堆積について、集水マスでは目地及び接合部の開き、土砂や植物等の堆積について、落差工では傾動などの損傷、接合部の開き、土砂や植物等の堆積についてそれぞれ着目する必要がある。

表－２ 水路関係で損傷等の問題が発生していた部分とその箇所数

問題発生箇所名	問題発生箇所数	割れ、傾動、押しつぶれ等	目地の取れ、接合部の開き	植物や土砂等の全面堆積	植物や土砂等の1/2～1/3の堆積
水路	81	33	44	9	13
集水マス	18	2	14	2	9
落差工	14	7	4	1	4
その他	1	1	0	0	0

重複有り

3.2.2 横ボーリング

(1) 横ボーリングの損傷等の問題発生状況

写真５～７は、横ボーリングの損傷等の問題発生状況を示したものである。

写真－５は、草で覆われた横ボーリングを示したものである。横ボーリング全体が繁茂した草で覆われ、施設の存在さえ分かりにくい状態になっている。

写真－６は、集水マスに木の葉等が堆積している状況を示したものである。排水された地下水が集水マスから越流し、地すべり斜面に浸透する恐れが出ている。

写真－７は集水管に閉塞物が付着している状況を示したものである。集水管に付着した閉塞物により集水された地下水の排水が阻害されている。



写真－５ 草で覆われた横ボーリング



写真－６ 木の葉等が堆積した集水マス

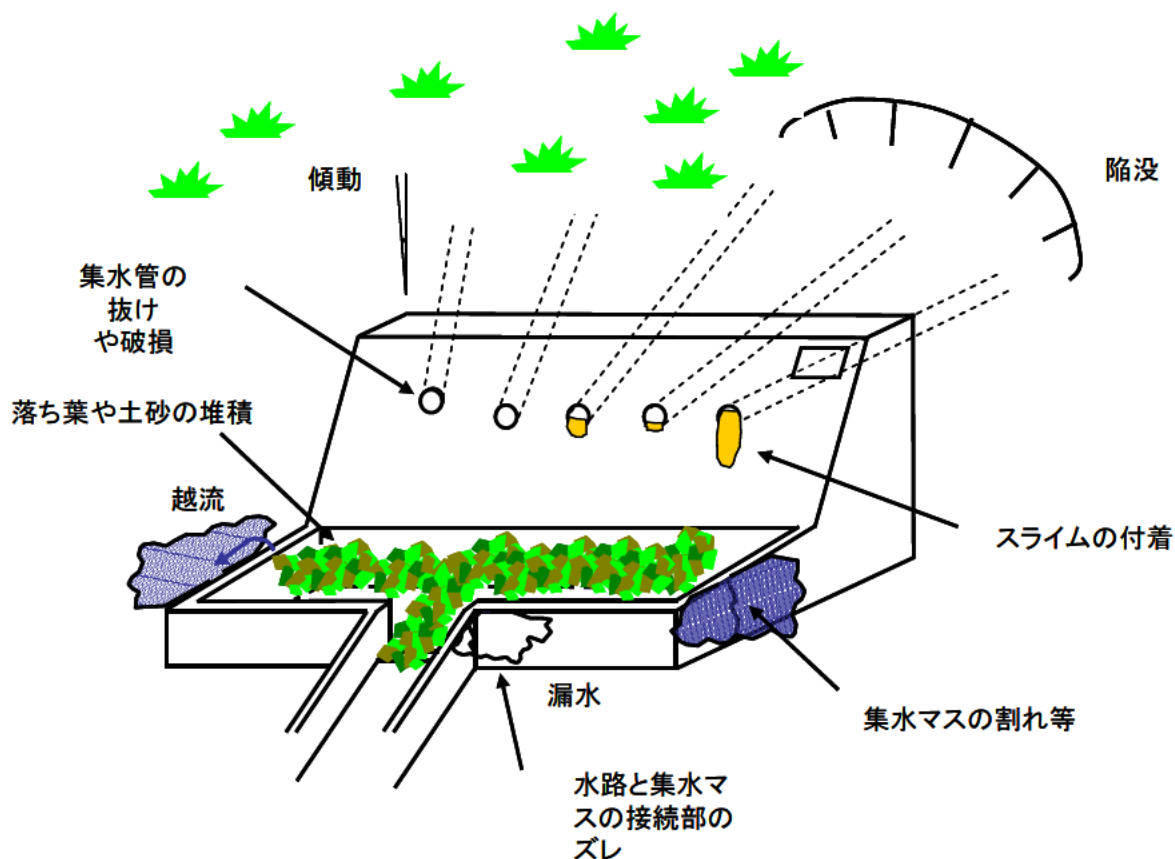


写真－７ 閉塞物が付着した集水管

(2) 横ボーリングの損傷等問題発生が多い部分と施設点検時の着目すべき箇所

図－9には横ボーリングで損傷等の問題が発生していた部分を、表－3には損傷等の問題が発生していた部分とその箇所数を示した。損傷していた部分は、保護工、集水マス、集水管に分けられる。集水管については問題発生箇所数が最も多く、閉塞物の付着、破損変形が数多く生じている。集水マスについては、木の葉や土砂の堆積が数多く生じ、破損も数は少ないが生じている。保護工については、数は少ないが破損が生じている。

これらのことから、施設点検時には、集水管では閉塞物の付着、破損変形について、集水マスでは木の葉や土砂の堆積、破損について、保護工では破損についてそれぞれ着目する必要がある。



図－9 横ボーリングで損傷等の問題が発生していた部分

表－3 横ボーリングで損傷等の問題が発生していた部分とその箇所数

問題発生箇所名	調査数	主な問題点
保護工	203	破損 4
集水マス		破損 3、木の葉や土砂の堆積 87
集水管		閉塞物の付着 292、破損変形 28

3.2.3 集水井

(1) 集水井の損傷等の問題発生状況

写真８～１４は、集水井の損傷等の問題発生状況を示したものである。

写真－８は、草木で覆われた集水井を示したものである。集水井全体が繁茂した草木で覆われ、施設の存在さえ分かりにくい状態になっている。

写真－９は、傾いた集水井を示したものである。地すべり活動により集水井が傾き、集水管や排水管が破断する場合がある。

写真－１０は、集水井内に入るためのタラップが腐食している状況を示したものである。タラップが腐食した場合、強度が低下し使用できなくなる。

写真－１１は、人が集水井に近づかないようにするための柵が破損している状況を示したものである。多雪地帯では、積雪の沈降にともなって破損する事例が多い。柵が破損した場合、人が集水井に近づき集水井内に落下する事故が発生する恐れがある。

写真－１２は、集水井の排水管が破損し、湛水した状況を示したものである。排水管が破損した場合、集水井の機能がなくなり、地すべりが滑動する恐れがある。

写真－１３は、ライナープレート製の集水井が腐食した状況を示したものである。ライナープレート製の集水井が腐食した場合、強度が低下し、井筒が土圧により破壊する恐れがある。

写真－１４は、集水管が閉塞物により閉塞した状況を示したものである。集水管が閉塞した場合、集水井の機能が低下し、地すべりが滑動する恐れがある。



写真－８ 草木で覆われた集水井



写真－９ 傾いた集水井



写真－１０ 集水井内に入るためのタラップの腐食



写真－１１ 破損した柵



写真-12 排水管の破損により湛水した集水井



写真-13 ライナープレート製の集水井の腐食

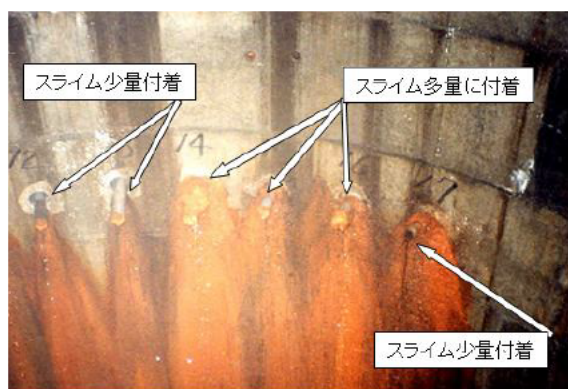


写真-14 閉塞物により閉塞した集水管

(2) 集水井の損傷等問題発生が多い部分と施設点検時の着目すべき箇所

図-10 には集水井で損傷等の問題が発生していた部分を、表-4 には損傷等の問題が発生していた部分とその箇所数を示した。損傷していた部分は、井筒、集水管、タラップ、天蓋、柵に分けられる。井筒については破損・変形と排水管の破損による湛水と、ライナープレート製の場合の腐食が生じている。集水管については問題発生箇所数が最も多く、閉塞物の付着と鋼管の場合の腐食が生じている。タラップについては、破損変形と腐食が生じている。天蓋については破損・変形と金属製の場合の腐食が生じている。柵については、破損・変形と腐食が生じている。

これらのことから、施設点検時には、井筒では破損・変形、腐食、排水管の破損について、集水管では閉塞物の付着、腐食について、タ

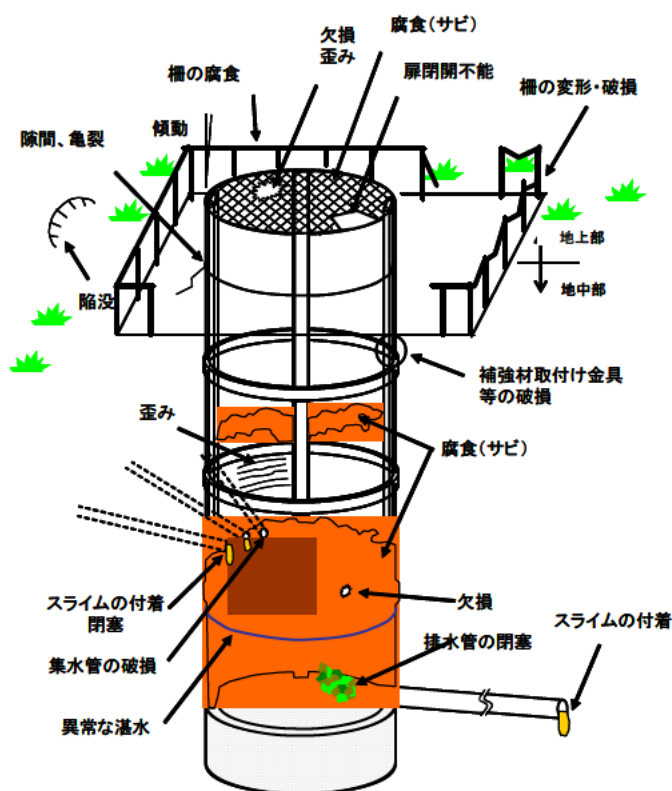


図-10 水路関係で損傷等の問題が発生していた部分

ラップ、天蓋、柵は破損・変形と腐食についてそれぞれ着目する必要がある。

表－４ 集水井で損傷等の問題が発生していた部分とその箇所数

問題発生箇所名	調査数	個別調査数	主な問題点
井筒	82	コンクリート製 59	破損・変形 17、湛水 14
		ライナープレート製 23	破損・変形 5、湛水 7、腐食 17
集水管		塩ビ管 622	閉塞物の付着 195
		鋼管 24	閉塞物の付着 10、腐食 23
排水管		塩ビ管 5	
		鋼管 50	閉塞物の付着 9、腐食 23
タラップ		79	破損・変形 9、腐食 44
天蓋		エキスパンドメタル製 24	破損・変形 8、腐食 20
		鉄製 6	破損・変形 2、腐食 5
		コンクリート製 52	破損・変形 1
柵		鋼製 41	破損・変形 12、腐食 24
		木製 5	破損・変形 5、腐食 5

4. 集水管の機能低下及び機能維持方策の実態

地下水排除施設の維持管理に関する実態調査結果では、集水管の閉塞が大きな課題になっていることが分かった。以下に、集水管の閉塞に関する調査結果を示す。

4.1 地下水排除施設集水管の閉塞の全国実態調査結果

4.1.1 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-15は、宮城県^{しづく}の宿^{しづく}地すべりにおける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。

4.1.2 調査結果

図-11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-11 横ボーリングの閉塞事例が収集された都道府県



写真-15 閉塞した横ボーリング

(1) 地質と横ボーリングの閉塞との関係

図-12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-5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。図-10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。

表-5 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。

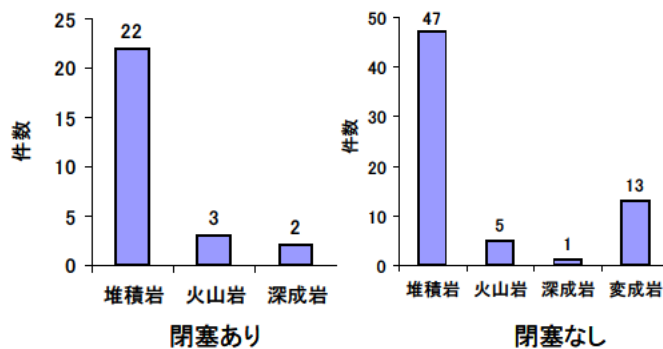


図-12 横ボーリングの閉塞と基岩との関係

(2) 横ボーリングの閉塞とpHとの関係

図-13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。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。

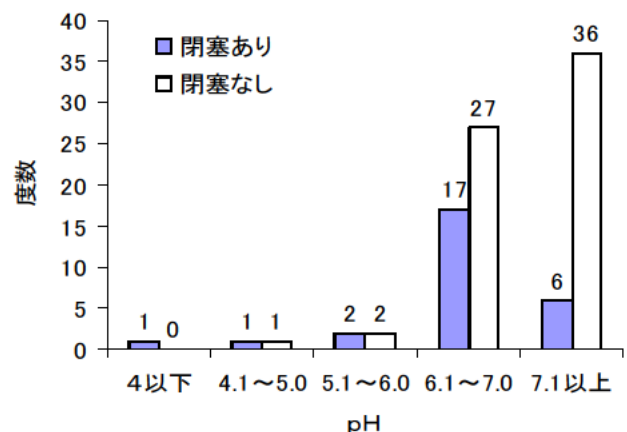


図-13 横ボーリングの閉塞とpHとの関係

(3) 横ボーリング閉塞物質の顕微鏡観察

図-14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 (Fe^{2+}) を3価の鉄イオン (Fe^{3+}) 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

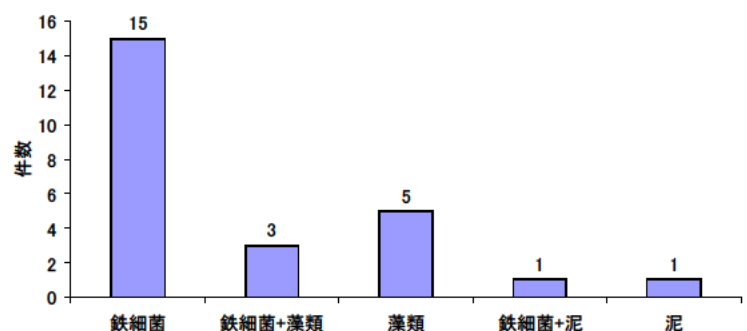


図-14 横ボーリングの閉塞物の構成物

とされている^{5)~12)}。

図-15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。

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-6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-7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-6 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-7 鉄細菌の種類と閉塞レベル毎の箇所数

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	-	-	0	1	3
Leptothrix属	-	-	1	1	0
Toxothrix属	-	-	0	1	0

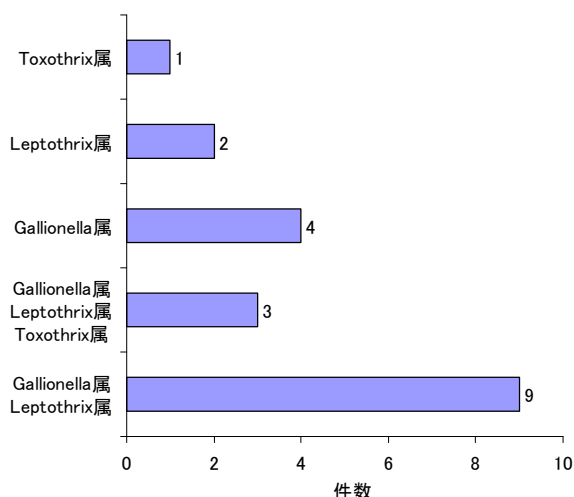


図-15 閉塞物顕微鏡観察で確認された鉄細菌

(4) 横ボーリング設置後の経過年数における閉塞状況

図-16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。藻類については、9年で閉塞レベル3になっているものがあつた。

これらのことから、横ボーリング閉塞レベルは、今回収集した事例の範囲では施設設置後の経過年数の増大に伴って上がるとまでは言えない。

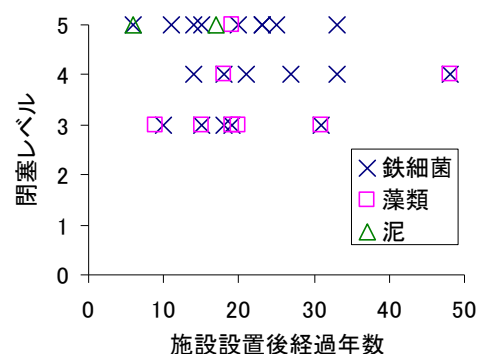


図-16 施設設置後経過年数と横ボーリング閉塞レベルとの関係

(5) 横ボーリングの閉塞と全鉄、酸化還元電位との関係

図-17には、横ボーリングの閉塞の有無と酸化還元電位及び全鉄との関係を示した。酸化還元電位は、その物質が他の物質を酸化しやすい状態にあるのか、還元しやすい状態にあるのかを表す指標であり、この値が正の値となると酸化力が強く、負の値となると還元力が強いことを示す。閉塞ありは大部分が酸化還元電位に関係なく全鉄 1.00mg/ℓ以上に分布している。鉄細菌が関与した横ボーリングの閉塞は、地下水中の全鉄の量が約 1mg/ℓ以上で生じており、地下水中の全鉄の量に関係し、酸化還元電位に関係しないことが分かる。

(6) 全鉄の量と横ボーリング閉塞レベルとの関係

図-18は、鉄細菌が関与した場合の全鉄の量と横ボーリングの閉塞レベルとの関係を示したものである。横ボーリング閉塞レベルは、全鉄の量が増大すると高くなる傾向が認められる。

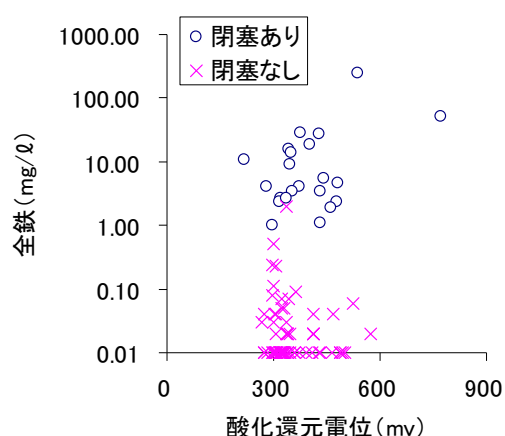


図-17 横ボーリング閉塞の有無と酸化還元電位及び全鉄との関係

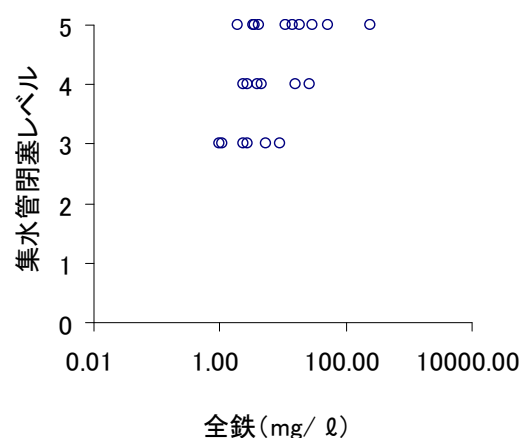


図-18 全鉄の量と横ボーリング閉塞レベルとの関係

4.2 集水管が閉塞するまでの期間に関する調査結果

4.2.1 調査方法

調査は、新潟県の上・中越地方の地すべり地において平成 20、21 年に新設した横ボーリング（地すべり地 21 箇所、施設数 52 箇所）と平成 16～18 年に集水管の洗浄が実施された横ボーリング（地すべり地 4 箇所、施設数 20 箇所）で実施した。調査では、集水管からの排水の全鉄の計測と閉塞物の顕微鏡観察を実施した。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。

4.2.2 調査結果

1) 集水管閉塞事例

写真-16は、^{おおあらとし}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-17 には、閉塞物の付着量が一番多い右側の集水管（写真-16 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-17 のような状況になっていた可能性もある。

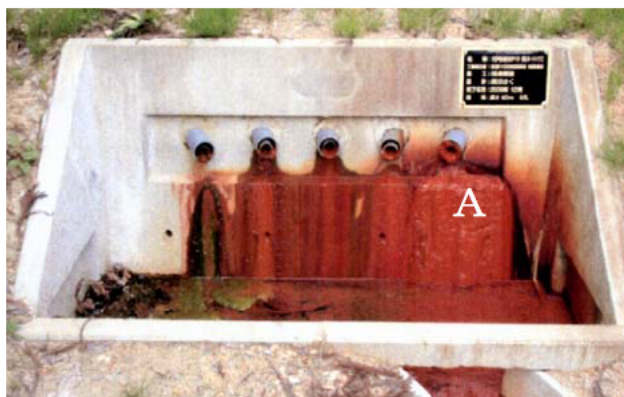


写真-16 集水管の閉塞状況



写真-17 閉塞した集水管A

2) 集水管が閉塞するまでの期間

図-19 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-20 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。

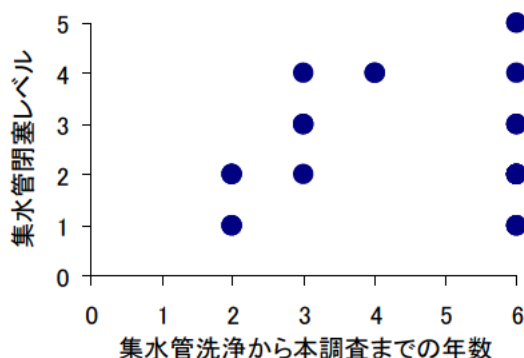


図-19 期間と閉塞レベル

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-21 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。

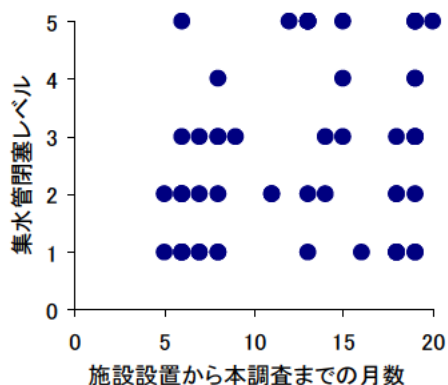


図-20 閉塞レベルと全鉄との関係

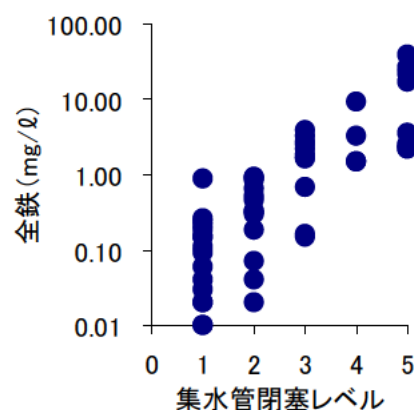


図-21 期間と閉塞レベル(洗浄)

図-22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。

3) 閉塞物の組成

図-23は、顕微鏡観察により判明した閉塞物の構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-24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 属など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 属などの鉄細菌である。

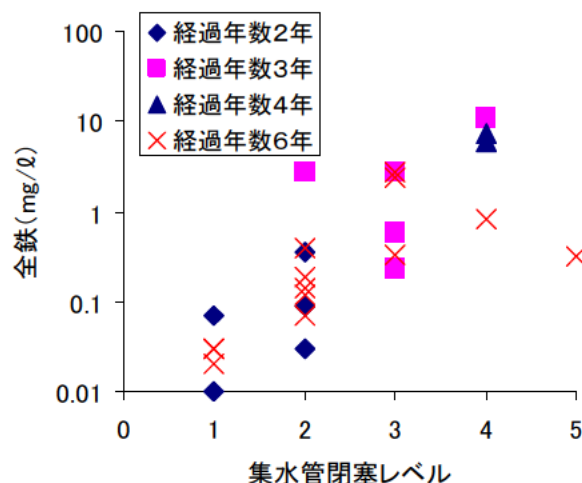


図-22 閉塞レベルと全鉄（洗浄）

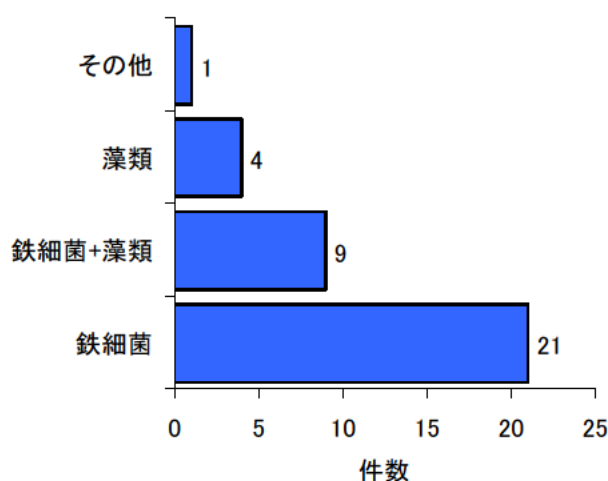


図-23 閉塞物の構成物

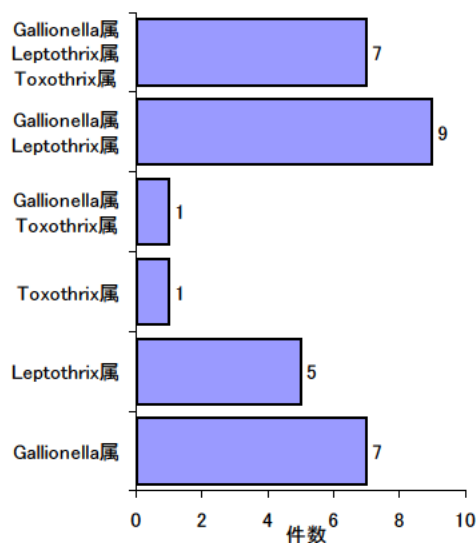


図-24 確認された鉄細菌

4.3 機能低下要因と機能維持方策の実態

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。

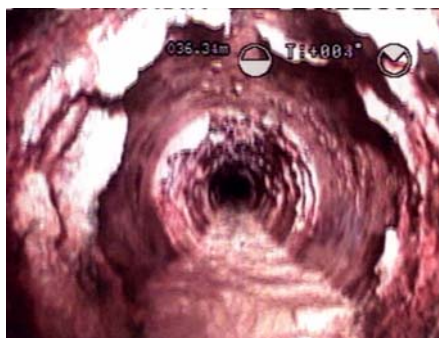
表-8には、全国地すべり・がけ崩れ対策協議会が調べた地すべり防止施設の修繕に用いられている方法を示した。地下水排除施設の集水管に関係するものとしては、孔内（集水管）洗浄が上げられているが、他に方法はないようである。集水管の洗浄は閉塞した集水管の中に高圧水を噴射して集水管に付着した閉塞物を

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－18 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。

表－8 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



写真－18 大口径集排水ボーリング工の
集水管内の状況

5. 地表水・地下水排除施設点検法の検討

5.1 施設点検の考え方

図-25 は、施設点検の考え方を示したものである。地表水・地下水排除施設の点検を効率的に実施するためには、概査点検と詳細点検に分けて実施することが考えられる。概査点検は、集水井などの施設の異常の有無を把握することを目的として実施する。対象箇所数が多いことから、点検方法は地表部からの目視を基本に考える。詳細点検は、概査点検により施設に異常の発生が認められた場合に実施する。詳細点検の目的は、施設の修理を行うために、施設の異常の状態を把握することである。点検方法は施設の修理に必要な事項について把握するために、集水井では井筒内に立ち入り調査する。点検を実施した後は、点検結果をもとに施設の補修が必要であれば補修し、補修の必要がなければデータを整理して次の点検に備える。なお、施設の補修が頻繁に必要な場合は、点検頻度を多くし、施設の機能維持に努める。

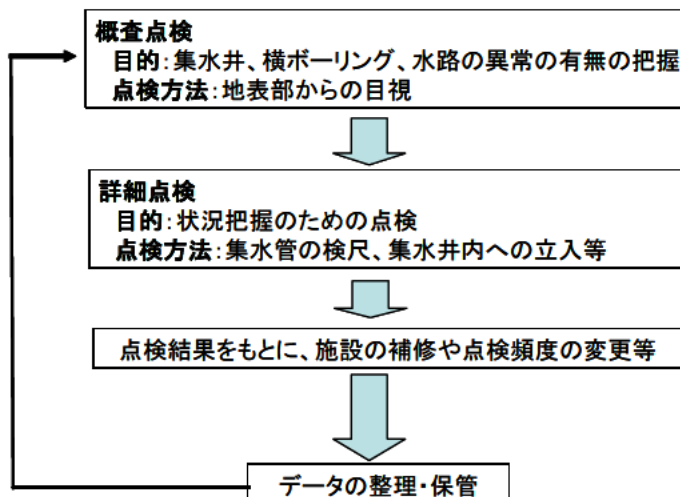


図-25 施設点検の考え方

5.2 点検頻度

図-26 には、地下水排除施設の施設設置後の経過年数に対する補修必要箇所数の割合を示した。補修や洗浄が必要になる場合は、天蓋、排水管、集水管が5年以上経過、柵、タ

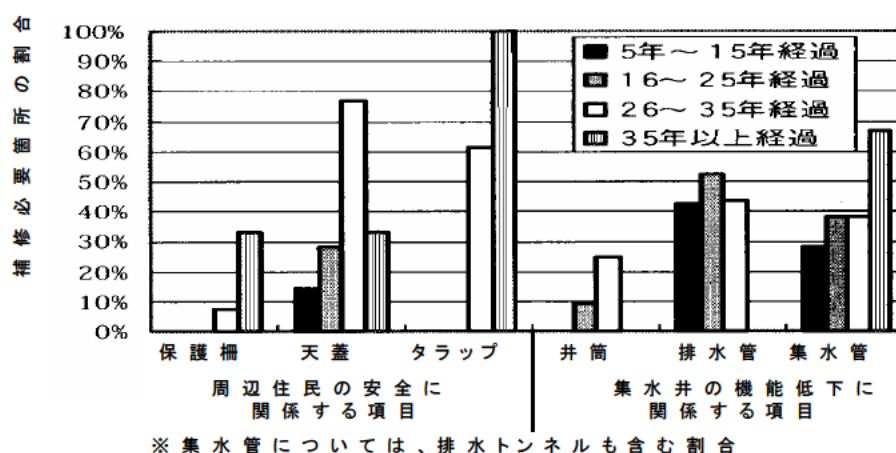


図-26 地下水排除施設の施設設置後の経過年数に対する補修必要箇所数の割合

5.3 点検時期

写真-19 は5月、写真-20 は10月に撮影した集水井の状況を示したものである。5月の集水井の状況では、植生の繁茂はなく点検しやすいことが分かる。一方、10月の状況では、集水井周辺が雑草に覆われ、点検が困難な状態になっている。したがって、積雪地域では融雪直後4～5月に施設の点検を実施した方がよい。太平洋側では、冬期は積雪の障害はないが、地下水位が低いと施設からの排水量の確認ができないことが多く、やはり4～5月に施設の点検を実施した方がよい。



写真-19 5月に撮影した集水井の状況



写真-20 10月に撮影した集水井の状況

5.4 点検者

全国地すべり・がけ崩れ対策協議会の調査結果では、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。広範囲に分布する数多くの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ことから、地域住民やボランティアの協力を得ることも考えられる。

5.5 点検施設の優先順位

施設の点検を効率的に実施するには、保全対象の重要度や施設の機能低下の生じやすさ等を考慮して、点検する施設に対して優先順位を付ける。

図-27 は、地下水排除施設の集水管への鉄細菌による閉塞物付着レベルと地下水中の全鉄の量との関係を示したものである。なお、集水管の閉塞レベルは、図-28 に示すように区分した。集水管の閉塞レベルは、地下水中の全鉄の量の増大にともない高くなっている。このことから、地下水中の全鉄や集水管からの排水に含まれている全鉄の量を計測することにより、集水管の閉塞の生じやすさが推定できる。したがって、地下水中の全鉄の量が多い施設では点検の優先順位を上げ、全鉄の量の少ない施設に比べて点検頻度を高くする。地下水中の全鉄の量は、集水管からの排水を採水し、分析センター等に依頼して計測する。

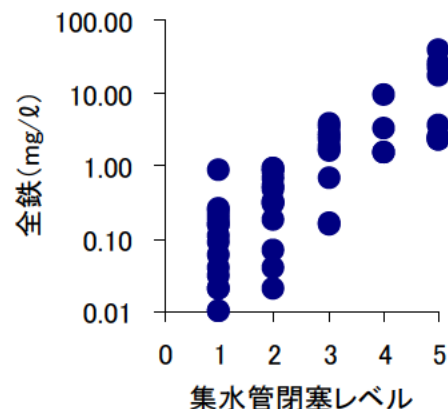


図-27 集水管閉塞物付着レベルと地下水中の全鉄の量との関係

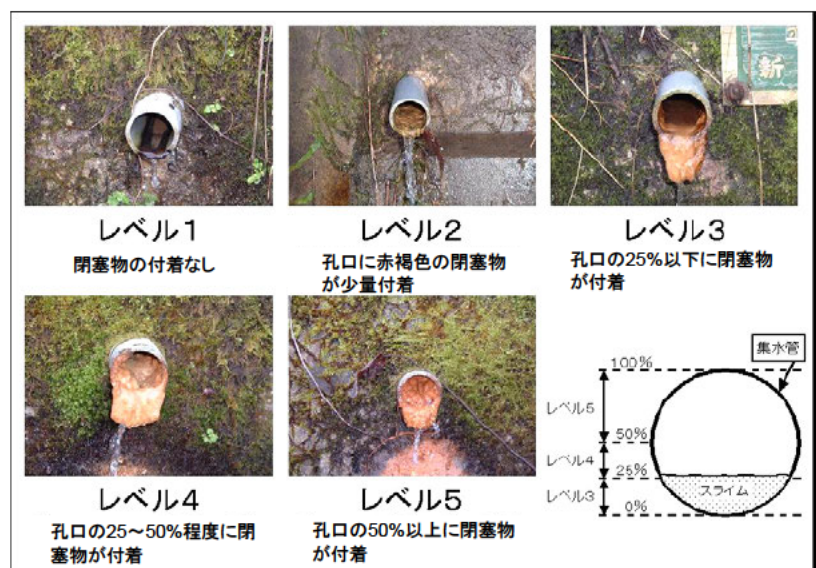


図-28 集水管の閉塞レベル

図-29 には、地下水の pH と金属腐食量との関係を示したものである。金属の腐食量は pH10 付近で最低となり、pH が低下または増加すると増える傾向にある。このことから、地下水の pH を計測することにより、施設の地下水に接する金属部分の腐食の生じやすさが推定できる。したがって、地下水の pH が低いまたは高い施設では点検の優先順位を上げ、pH の大きい施設に比べて点検頻度を高くする。

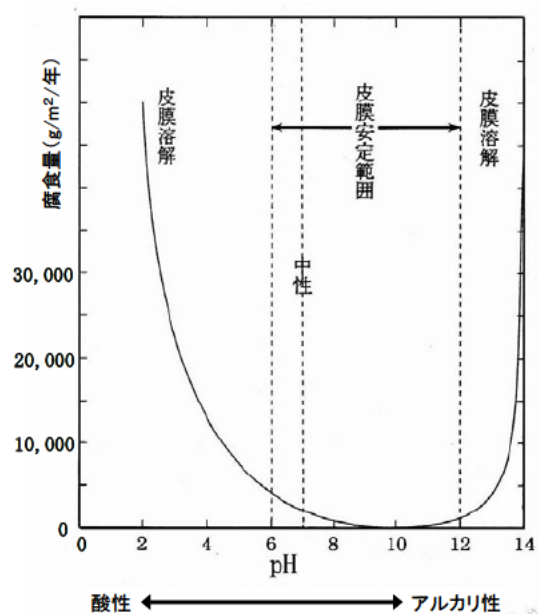


図-29 地下水の pH と金属腐食量との関係¹³⁾

5.6 施設点検体制の整備

施設の点検をスムーズに実施するには、施設台帳の整備、施設点検路の整備、施設を点検しやすいものにするなどが重要になる。

写真-21 は、水路両側に幅 1 m のコンクリートを敷き、植生による水路の閉塞防止と施設点検路にした事例（新潟県）である。このコンクリート敷きは一般には水路の側面や裏側へ水が回らないように施工するものであるが、植生による水路の閉塞防止や施設点検路としても役立つ。

写真-22 には、集水井内に中間足場を設置した事例（由比地すべり 静岡県）である。中間足場により集水管の維持管理が容易になっている。



写真-21 水路両側にコンクリートを敷いた事例（新潟県）



写真-22 集水井内に中間足場を設置した事例（由比地すべり 静岡県）

5.7 施設点検機器

5.7.1 集水井内観察カメラ

集水井内部の点検は、地表面からは難しいのが現状である。そこで、地表面から集水井内を観察できるカメラを考案・試作した。

写真－23には集水井内を点検するための集水井内観察カメラを、表－9にはその仕様を、写真－24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。このカメラは、雪崩・地すべり研究センターが考案・試作したものである。集水井内観察カメラは、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－25は、集水井内観察カメラを用いて、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。写真－25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、試作した集水井内観察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。



写真－23 集水井内観察カメラ

表－9 集水井内観察カメラの仕様

名称	仕様
カメラ	・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 $\phi 80 \times 140\text{mm}$ ・本体重量950g
モニター	・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	・1本の寸法 $20 \times 40\text{mm} \times 1.7\text{m}$ ・継ぎ足すことで35mまで延長可能
カメラ昇降装置	・手巻きウインチ式
電源	・バッテリー DC12V
その他	【特徴】 ・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) 【留意点】 ・集水井の蓋にカメラ挿入用の穴($\phi 20\text{cm}$以上)が必要 【サイズ、重量、使用継続時間】 ・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-24 カメラ挿入用点検穴



写真-25 集水管孔口の状況

5.7.2 集水管内観察カメラ

写真-26 には、集水管内観察カメラを示した。このカメラは市販されており、孔口から 30m 先までの集水管内の状況を観察できる。電源は、充電式のバッテリーである。また、画像出力端子が付いており、録画が可能である。



写真-26 集水管内観察カメラ

6. 施設の具体的な点検方法

6.1 概査点検

概査点検は、安全のため2人以上で地表部から実施する。集水井内部への立ち入り点検は、酸欠や有毒ガス、転落の危険があるので、異常があった場合に必要に応じて実施する。主な点検項目と異常が発生しやすい順位は、以下に示すとおりである。

(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 孔口保護工の変形
- 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

(4) 水路

- ① 水路、マスへの土砂等の堆積
- ② 水路、マス、落差工の変形
- ③ 施設周辺の変動

6.2 詳細点検

詳細点検は、概査点検で施設に異常が認められた場合に、その異常を取り除くために異常の状態を詳細に調査する。以下に、調査項目を示す。

- ① 崩壊、施設の破損 → 規模、範囲の計測
- ② 集水管への閉塞物付着 → 水質調査、集水管内部の閉塞状況調査（検尺棒、管内観察カメラ等）
- ③ 井筒の腐食、集水井排水管の閉塞 → 井筒内への立ち入りによる腐食や排水管閉塞の状況調査（酸欠、有毒ガス、タラップの強度劣化に注意する）

6.3 点検結果への対応

施設に異常が認められた場合は、必要に応じて応急処置や破損箇所の補修・修繕を行う。以下に、点検結果への対応法を示す。

(1) 集水井

- ① 集水管、排水管の詰まり → 洗浄または再ボーリング、集水管の大口径化する。
- ② 井筒の変形 → 補強（不可能な場合は、栗石等を井筒内に充填し変形を防ぐ）
- ③ 柵、天蓋、扉の腐食、破損 → 補修、交換する。

(2) 横ボーリング

- ① 集水管の閉塞 → 洗浄または再ボーリングする。
- ② 集水マス破損 → 補修する。
- ③ 集水マスへの土砂等の堆積 → 排除する。

(3) 排水トンネル

- ① 集水管の閉塞状況 → 洗浄または再ボーリングする。
- ② トンネル入り口の損傷等の状況 → 補修する。
- ③ 排水路の閉塞（土砂等の堆積）状況 → 排除する。
- ④ 防護柵、扉、鍵の損傷状況 → 補修、交換する。

(4) 水路

- ① 水路の閉塞 → 土砂等の排除、草刈り、樹木の伐採などをする。
- ② 水路の沈下、陥没、接合部の漏水 → 補修する。
- ③ 落差工周辺の地表面浸食 → 流水飛散防止のカバー等を設ける。

7. 点検結果の活用

点検結果は、各施設毎にまとめて時系列的に整理し保管する。次回の点検時には、前回の点検結果を施設の状況変化の判断に活用する。

点検結果を記録する書式の例として、点検シート（案）を巻末に示す。なお、本シートは実際に使用されている記録簿等をもとに、雪崩・地すべり研究センターが作成したものである。

8. 施設の改善方法

8.1 水路

水路については、①水路の変形、接合部の開き、②植物や土砂の堆積が問題となっている。

①については、最近普及し始めた柔軟性がある樹脂製の水路（写真－27）が効果的である。水路はネジで接合されており、コンクリート製のものに比べて変形及び接合部の開きに強い。



写真－27 樹脂製の水路

②については、水路の両側面をコンクリート張り（写真－28）や防草シート（写真－29）などにして、草が生えないように、また土砂が流れ込まないようにする。防草シートは紫外線に対する抵抗力があり、耐用年数が10年程度（目安）の製品がある。



写真－28 水路両側面のコンクリート張り



写真－29 防草シート

また、水路が落ち葉や土砂等により閉塞しやすい箇所には蓋をする。写真－30、31は、地元住民の協力で水路に間伐材を利用した蓋を設置している状況を示したものである。写真－32は、廃棄されたガードレールを利用し、水路に蓋をしたものである。



写真－30



写真－31

地元住民の協力で水路に間伐材を利用した蓋を設置している状況（長野県北信地方事務所農地整備課提供）



写真－32 廃棄されたガードレールを利用した水路の蓋

8.2 横ボーリング

集水管への閉塞物の付着が1番の問題点として挙げられることから、集水管の閉塞が生じにくいものを開発する。木の葉や土砂などの集水マスへの堆積の問題については、土砂が流れ込まないように集水マスの縁を高くする。また、集水マスに蓋をする。

8.3 集水井

調査結果によれば、集水管及び排水管の閉塞物の付着が1番の問題点として挙げられることから、閉塞が生じにくい集水管の開発が望まれる。井筒、トラップ、天蓋、柵の腐食対策としては、腐食しないコンクリート製や亜鉛メッキ製の製品が望ましい。天蓋はコンクリート製にすることで、柵を撤去または設置しない事例もある。これにより、積雪による柵の破損を避けられる副次的効果も期待される。

9. 今後の課題

地すべり対策工事の進捗とともに、維持管理を必要とする施設は今後も増加し続ける。したがって、閉塞しにくい集水管の開発及び、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は、さらに検討を続ける必要がある。今回、ここで提案した点検手法、点検シートは都道府県に対する調査結果を踏まえて作成したものであるが、それぞれの現場の実情に合わせた改良等は当然されるべきと考える。

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
- 2) 花岡正明ほか：地すべり地の地表水・地下水排除施設点検方法の検討、土木研究所資料第 3967 号、平成 17 年
- 3) 丸山清輝ほか：地下水排除施設集水管の目詰まりに関する研究、地すべり学会誌、第 39 巻第 4 号、pp. 23-29
- 4) 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
- 5) 北原文雄：化学の話シリーズ 8，コロイドの話、培風館、p133、1984
- 6) 小島貞男：用水中の藻類および鉄バクテリアによる障害とその対策、用水と廃水、Vol. 1、No.7、pp. 19-26、1959
- 7) 小島貞男ほか：環境微生物図鑑、講談社サイエンティフィック、pp. 1-10、pp. 80-86、pp. 97-98、1995
- 8) 高橋直人ほか：鉄細菌が関与する井戸障害と水質変化、地下水学会誌、第 43 巻第 2 号、pp. 71-88、2001
- 9) 田崎和江：微生物がつくる鉱物、地質ニュース 489、pp. 17-30、1995
- 10) 田代陽子ほか：水酸化鉄を主成分とするバイオマットの初期形成について、地球科学、Vol. 53、pp. 29-37、1999
- 11) 中垣正幸ほか：コロイド化学の基礎、日本化学会編、大日本図書、pp. 9-85、1970
- 12) 山中健生：微生物のエネルギー代謝、学会出版センター、p254、1986
- 13) 亜鉛メッキ鋼構造物研究会：溶融亜鉛メッキの耐食性、平成 5 年 8 月

－巻末資料－

点検シート（案）

横ボーリング点検シート

地区		番号	
点検日	平成 年 月 日		

集水管の閉塞状況(集水管の番号は左から順番に)

該当するレベルに○をつける

集水管番号 閉塞レベル	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
レベル1												
レベル2												
レベル3												
レベル4												
レベル5												

坑口保護の破損	あり	
	なし	

該当する状況に○をつける

集水マスの状況	破損あり	
	破損なし	

該当する状況に○をつける

集水マスの中	土砂や落ち葉などで流れが悪い又は塞がっている	
	土砂や落ち葉などがあるが、流れている	
	土砂や落ち葉などはたまっていない	

該当する状況に○をつける

周辺斜面の状況	崩れている	
	亀裂はある	
	異常なし	

該当する状況に○をつける



写真貼り付け位置(集水管の写真と変状がある箇所の写真を貼ってください)

横ボーリング点検シート(記入例)

地区	戸沢	番号	B-3ブロック
点検日	平成 21 年 12 月 1 日		

施設番号など場所がわかるように記入する。

集水管の閉塞状況(集水管の番号は左から順番に)

該当するレベルに○をつける

集水管番号 閉塞レベル	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
レベル1												
レベル2												
レベル3		○	○	○			○	○				
レベル4					○	○						
レベル5	○											

水漏れなどの危険がある場合「破損あり」とする。

坑口保護の破損	あり	
	なし	○

該当する状況に○をつける

集水マス	破損あり	
	破損なし	○

該当する状況に○をつける

集水マスの中	土砂や落ち葉などで流れが悪い又は塞がっている	
	土砂や落ち葉などがあるが、流れている	○
	土砂や落ち葉などはたまっていない	

該当する状況に○をつける

点検箇所から見渡せる範囲でよい。

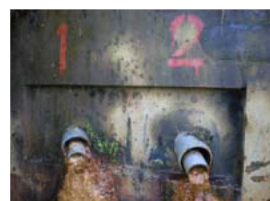
周辺斜面の状況	崩れている	
	亀裂はある	
	異常なし	○

該当する状況に○をつける

写真貼り付け位置(集水管と集水まスの写真及び変状がある箇所の写真を貼ってください)

集水管の閉塞状況と集水まスの状況が分かる写真及び「異常なし」、「破損なし」以外に○をした箇所の写真を貼る。

ここでは、集水管の写真と集水まスの写真を貼った。



集水井点検シート(1/3:外観の点検)

地区		番号	
点検日	平成 年 月 日		

フェンスの破損・腐食	破損あり	
	破損があるが使える	
	破損無し	
	腐食して使えない	
	腐食しているが使える	
	腐食なし	

該当する状況に○をつける

フェンス扉 の状況	破損があり使えない	
	破損があるが使える	
	破損無し	
	腐食して使えない	
	腐食しているが使える	
	腐食無し	

該当する状況に○をつける

フェンスの鍵	あり	
	なし	

該当する状況に○をつける

井筒地表部の 破損・腐食	破損あり	
	破損無し	
	腐食して使えない	
	腐食しているが使える	
	異常なし	

該当する状況に○をつける

天蓋の破損・腐食	破損あり	
	破損があるが使える	
	破損無し	
	腐食して使えない	
	腐食しているが使える	
	異常なし	

該当する状況に○をつける

周辺斜面の状況	崩れている	
	亀裂はある	
	異常なし	

該当する状況に○をつける

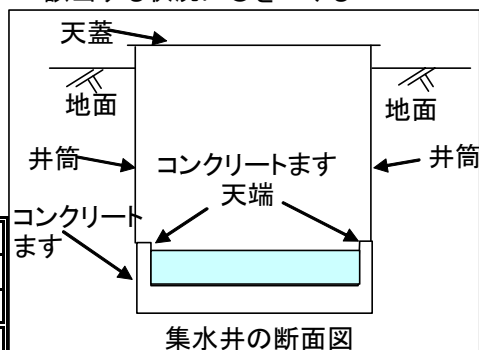
井筒の外から内部の点検(見目で判断してください)

集水井の中の水位	コンクリートますの天端より下	
	コンクリートますの天端より上	

該当する状況に○をつける

井筒・タラップ (階段・はしご) の腐食	井筒が変形している	
	井筒が腐食して壊れそう	
	井筒が腐食しているが大丈夫	
	タラップが腐食して使えない	
	タラップが腐食しているが使える	
	異常なし	

該当する状況に○をつける



排水管 出口 の状況	見つからない	
	排水あり	
	排水なし	

該当する状況に○をつける

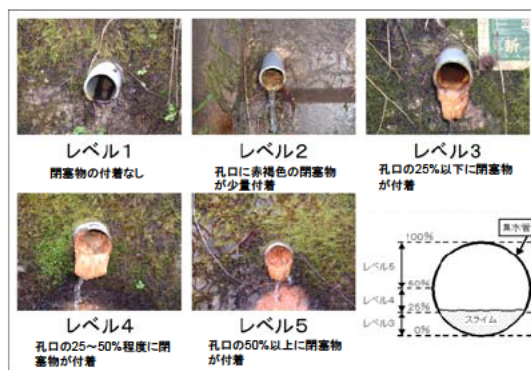
写真貼り付け位置(変状がある箇所の写真を貼ってください)

集水井点検シート(2/3:井筒に入って点検)

地区		番号	
点検日	平成	年	月 日

井筒 タラップ(階段・はしご) の腐食	井筒が変形している	
	井筒が腐食して壊れそう	
	井筒が腐食しているが大丈夫	
	タラップが腐食して使えない	
	タラップが腐食しているが大丈夫	
	異常なし	

該当する状況に○をつける



集水管の閉塞状況(集水管の番号は左から順番に)

上段

該当するレベルに○をつける

集水管番号 閉塞レベル	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
レベル1												
レベル2												
レベル3												
レベル4												
レベル5												

中段

該当するレベルに○をつける

集水管番号 閉塞レベル	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
レベル1												
レベル2												
レベル3												
レベル4												
レベル5												

下段

該当するレベルに○をつける

集水管番号 閉塞レベル	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
レベル1												
レベル2												
レベル3												
レベル4												
レベル5												

排水管の閉塞状況

レベル1	
レベル2	
レベル3	
レベル4	
レベル5	

排水管呑み口の状況	ごみが詰まっている	
	網などにより流れが悪い	
	異常なし	

該当する状況に○をつける

該当するレベルに○をつける

集水井点検シート(3/3:井筒内の写真)

地区		番号	
点検日	平成	年	月 日

写真貼り付け位置(集水管の写真と変状がある箇所の写真を貼ってください)

1/3は井筒の外から点検する。

集水井点検シート(1/3: 外観の点検)(記入例)

地区	滝坂	番号	松坂集水井(W-8)
点検日	平成 22年 6 月 16 日		

施設番号など場所がわかるように記入する。

フェンスの破損・腐食	破損あり	
	破損があるが使える	
	破損無し	○
	腐食して使えない	
	腐食しているが使える	
	腐食なし	○

該当する状況に○をつける

フェンス扉の状況	破損があり使えない	
	破損があるが使える	
	破損無し	
	腐食して使えない	
	腐食しているが使える	
	腐食無し	

該当する状況に○をつける

腐食と破損は別にチェックする。

腐食と破損は別にチェックする。

フェンスの鍵	あり	
	なし	

該当する状況に○をつける

井筒地表部の破損・腐食	破損あり	
	破損無し	
	腐食して使えない	
	腐食しているが使える	
	異常なし	○

該当する状況に○をつける

天蓋の破損・腐食	破損あり	
	破損があるが使える	
	破損無し	
	腐食して使えない	
	腐食しているが使える	
	異常なし	○

該当する状況に○をつける

周辺斜面の状況	崩れている	
	亀裂はある	
	異常なし	○

該当する状況に○をつける

点検箇所から見渡せる範囲でよい。

井筒の外から内部の点検(見た目で判断してください)

集水井の中の水位	コンクリートますの天端より下	○
	コンクリートますの天端より上	

該当する状況に○をつける

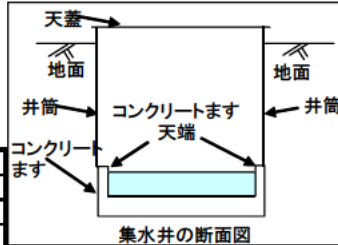
井筒を覗いて分かる範囲で記入する。

井筒が変形している	
腐食して壊れそう	
腐食しているが大丈夫	
ブが腐食して使えない	
ブが腐食しているが使える	
なし	○

該当する状況に○をつける



箇所の写真を貼ってください)



排水管出口の状況	見つからない	
	排水あり	○
	排水なし	

該当する状況に○をつける

フェンス、井筒の地上部、天蓋の状況が分かる写真及び「異常なし」、「破損なし」以外に○をした箇所の写真を貼る。

ここでは、フェンス、井筒の地上部、天蓋の状況の写真と坑口からの井筒内の写真を貼った。



2/3、3/3は井筒に入って点検する。

この図と比べて
閉塞レベルを決める。

井筒に入って記入する。

集水井点検シート(2/3:井筒に入って点検)(記入例)

地区	滝坂	番号	松坂集水井(W-8)
点検日	平成 22 年 6 月 16 日		

井筒 タラップ(階段・はしご) の腐食	井筒が変形している	
	井筒が腐食して壊れそう	
	井筒が腐食しているが大丈夫	
	タラップが腐食して使えない	
	タラップが腐食しているが大丈夫	
	異常なし	☒

該当する状況に○をつける



集水管の閉塞状況(集水管の番号は左から順番に)

上段

該当するレベルに○をつける

集水管番号 閉塞レベル	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13
レベル1	☒	☒						☒		☒		☒	☒
レベル2			☒	☒	☒	☒	☒		☒		☒		
レベル3													
レベル4													
レベル5													

中段

該当するレベルに○をつける

集水管番号 閉塞レベル	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
レベル1												
レベル2												
レベル3												
レベル4												
レベル5												

下段

該当するレベルに○をつける

集水管番号 閉塞レベル	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
レベル1												
レベル2												
レベル3												
レベル4												
レベル5												

排水管の閉塞状況

レベル1	
レベル2	☒
レベル3	
レベル4	
レベル5	

該当するレベルに○をつける

排水管呑み口の状況	ごみが詰まっている	
	網などにより流れが悪い	
	異常なし	☒

該当する状況に○をつける

詰まり防止の細工が
排水の障害になって
いる場合○をつけ
る。

2/3、3/3は井筒に入って点検する。

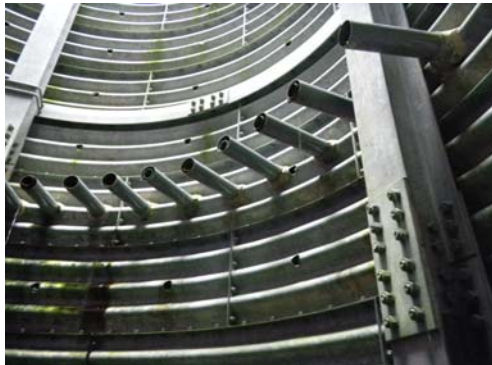
集水井点検シート(3/3:井筒内の写真)(記入例)

地区	滝坂	番号	松坂集水井(W-8)
点検日	平成 22 年	6 月	16 日

写真貼り付け位置(集水管の写真と変状がある箇所の写真を貼ってください)

集水管及び排水管の閉塞状況と集水ますの状況が分かる写真及び「異常なし」、「破損なし」以外に○をした箇所の写真を貼る。

ここでは、集水管、排水管の写真とコンクリートますの写真を貼った。



排水トンネル点検シート(1/3: 外観の点検)

地区		番号	
点検日	平成 年 月 日		

坑口の破損	破損あり	
	破損無し	

該当する状況に○をつける

坑口の鍵	あり	
	なし	

該当する状況に○をつける

トンネル内部の 破損・腐食 (坑口からの観察)	破損あり	
	破損があるが使える	
	破損無し	
	腐食して使えない	
	腐食しているが使える	
	腐食なし	

該当する状況に○をつける

坑口の扉 の状況	破損があり使えない	
	破損があるが使える	
	破損無し	
	腐食して使えない	
	腐食しているが使える	
腐食無し		

該当する状況に○をつける

トンネル内 排水路の状況	流れている	
	流れていない	
	破損あり	
	破損無し	

該当する状況に○をつける

周辺斜面の状況	崩れている	
	亀裂はある	
	異常なし	

該当する状況に○をつける

写真貼り付け位置(変状がある箇所の写真を貼ってください)

排水トンネル点検シート(2/3:トンネルに入っての点検)

地区		番号	
点検日	平成	年	月 日

区間	～
----	---

トンネル内部の 破損・腐食	変形・破損あり	
	変形・破損があるが使える	
	変形・破損無し	
	腐食して使えない	
	腐食しているが使える	
	腐食なし	

排水路 の状況	土砂等が詰まっている	
	流れが悪い	
	異常なし	

該当する状況に○をつける

該当する状況に○をつける

集水管の閉塞状況(集水管の番号は左から順番に)

第 ボーリング室		該当するレベルに○をつける													
集水管番号 閉塞レベル		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13	No.14
レベル1															
レベル2															
レベル3															
レベル4															
レベル5															

集水管番号 閉塞レベル		No.15	No.16	No.17	No.18	No.19	No.20	No.21	No.22	No.23	No.24	No.25	No.26	No.27	No.28
レベル1															
レベル2															
レベル3															
レベル4															
レベル5															



レベル1
閉塞物の付着なし



レベル2
孔口に赤褐色の閉塞物が少量付着



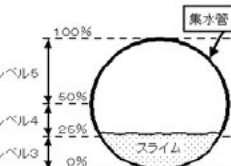
レベル3
孔口の25%以下に閉塞物が付着



レベル4
孔口の25～50%程度に閉塞物が付着



レベル5
孔口の50%以上に閉塞物が付着



集水管
スライム

レベル5: 100%
レベル4: 50%
レベル3: 25%
レベル2: 0%

排水トンネル点検シート(3/3:トンネル内の写真)

地区		番号	
点検日	平成	年	月 日

区間	~
----	---

写真貼り付け位置(集水管の写真と変状がある箇所をの写真を貼ってください)

1/3は1箇所1枚作成する。

トンネルの外から点検する。

坑口閉塞などの危険がある場合「破損あり」とする。

トンネル内を覗いて分かる範囲で記入する。

排水トンネル点検シート(1/3:外観の点検)(記入例)

地区	基之助	番号	新2号トンネル
点検日	平成 20 年 9 月 9 日		

坑口の破損	破損あり	
	破損なし	○

該当する状況に○をつける

坑口の鍵	あり	
	なし	○

該当する状況に○をつける

トンネル内部の破損・腐食 (坑口からの観察)	破損あり	
	破損があるが使える	
	破損なし	○
	腐食して使えない	
	腐食しているが使える	○

該当する状況に○をつける

坑口の扉の状況	破損があり使えない	
	破損があるが使える	
	破損なし	○
	腐食して使えない	
	腐食しているが使える	○

該当する状況に○をつける

トンネル内排水路の状況	流れている	○
	流れていない	
	破損あり	
	破損なし	○

該当する状況に○をつける

周辺斜面の状況	崩れている	○
	亀裂はある	
	異常なし	

該当する状況に○をつける

上3項目、した3項目の中から1項目づつ○をつける。

流水の有無を記入する。

水漏れなどの恐れがある破損を記入する。

点検箇所から見渡せる範囲でよい。

写真貼り付け位置(変状がある箇所の写真を貼ってください)

坑口の状況と坑口からのトンネル内の状況及び「異常なし」、「破損なし」以外に○をした箇所の写真を貼る。

ここでは、坑口の状況(扉、崩壊)写真と坑口からのトンネル内の写真を貼った。



2/3及び3/3は、坑口からボーリング室又はボーリング室間のトンネル内の状況と奥側のボーリング室の集水状況を点検する。

点検区間を記入する。

排水トンネル点検シート(2/3:トンネルに入っての点検)(記入例)

地区	基之助	番号	新2号トンネル
点検日	平成 20 年 9 月 9 日		

区間 2号ボーリング室 ~ 3号ボーリング室

土砂等が詰まって流れが悪い場合に記入する。

トンネル内部の 破損・腐食	変形・破損あり	
	変形・破損があるが使える	
	変形・破損なし	○
	腐食して使えない	
	腐食しているが使える	○
	腐食なし	

該当する状況に○をつける

排水路 の状況	土砂等が詰まっている	○
	流れが悪い	
	異常なし	

該当する状況に○をつける

トンネルの変形などにより流れが悪い場合に記入する。

集水管の閉塞状況(集水管の番号は左から順番に)

該当するレベルに○をつける

3 号ボーリング室										該当するレベルに○をつける				
集水管番号	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13	No.14
閉塞レベル	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135			
レベル1									○		○			
レベル2										○				
レベル3				○	○		○							
レベル4						○		○						
レベル5	○	○	○											

既設の番号を記入してもよい。

集水管番号	No.15	No.16	No.17	No.18	No.19	No.20	No.21	No.22	No.23	No.24	No.25	No.26	No.27	No.28
閉塞レベル														
レベル1														
レベル2														
レベル3														
レベル4														
レベル5														

この図と比べて
閉塞レベルを決め



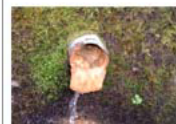
レベル1
閉塞物の付着なし



レベル2
孔口に赤褐色の閉塞物が少量付着



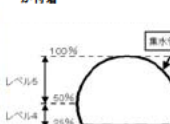
レベル3
孔口の25%以下に閉塞物が付着



レベル4
孔口の25~50%程度に閉塞物が付着



レベル5
孔口の50%以上に閉塞物が付着



2/3及び3/3は、坑口からボーリング室又はボーリング室間のトンネル内の状況と奥側のボーリング室の集水状況を点検する。

点検区間を記入する。

排水トンネル点検シート(3/3:トンネル内の写真)(記入例)

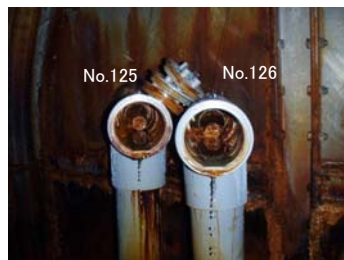
地区	基之助	番号	新2号トンネル
点検日	平成 20 年 9 月 9 日		

区間	2号ボーリング室 ~ 3号ボーリング室
----	---------------------

写真貼り付け位置(集水管の写真と変状がある箇所の写真を貼ってください)

集水管の閉塞状況が分かる写真及び「異常なし」、「変形・破損なし」、「腐食なし」以外に○をした箇所の写真を貼る。

ここでは、集水管の写真と腐食物で詰まった排水路、トンネルの腐食状況の写真を貼った。



水路点検シート

地区	甚之助	番号	1号水路
点検日	平成 年 月 日		

水路の状況	土砂等で詰まっている	
	破損していて水漏れしている	
	破損しているが水漏れはしていない	
	水路の外側を水が流れている	
	異常なし	

該当する状況に○をつける

集水マスの状況	破損あり	
	破損なし	

該当する状況に○をつける

集水マス内の状況	土砂や落ち葉などで流れが悪い	
	土砂や落ち葉などがあるが、流れている	
	土砂や落ち葉などはたまっていない	

該当する状況に○をつける

落差工の破損	あり	
	なし	

該当する状況に○をつける

周辺斜面の状況	崩れている	
	亀裂はある	
	異常なし	

該当する状況に○をつける

写真貼り付け位置(変状がある箇所の写真を貼ってください)

水路点検シート(記入例)			
地区	基之助	番号	1号水路
点検日	平成 20 年 9 月 9 日	施設番号など場所がわかるように記入する。	
水路の状況	土砂等で詰まっている	☐	
	破損していて水漏れしている	☐	
	破損しているが水漏れはしていない	☐	
	水路の外側を水が流れている	☐	
	異常なし	☐	
該当する状況に○をつける			
集水マスの状況	破損あり	☐	
	破損なし	☒	
該当する状況に○をつける			
集水マス内の状況	土砂や落ち葉などで流れが悪い	☐	
	土砂や落ち葉などがあるが、流れている	☐	
該当する状況に○をつける			
落差工の破損	あり	☐	
	なし	☒	
該当する状況に○をつける			
周辺斜面の状況	崩れている	☐	
	亀裂はある	☐	
	異常なし	☒	
該当する状況に○をつける			
写真貼り付け位置(変状がある箇所の写真を貼ってください)			
 			
「異常なし」、「破損なし」以外に○をした箇所の写真を貼る。 ここでは、土砂の詰まりと水路から溢れる流水の写真を貼った。 			

土木研究所資料
TECHNICAL NOTE of PWRI
No.4201 June 2011

編集・発行 ©独立行政法人土木研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

独立行政法人土木研究所 企画部 業務課

〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 電話029-879-6754