

地下水排除工の効率的な点検手法及び定量的な健全度評価に関する研究(1)

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 27～平 30

担当チーム：地すべりチーム

研究担当者：石井靖雄、藤平 大

【要旨】

地すべり等防止法施行（昭和 33 年 3 月 31 日）から 50 年以上が経過し、地すべり防止施設の老朽化が進んでいるものもある。そこで、雪崩・地すべり研究センターとの分担研究により、H27 年度から 4 カ年計画で地下水排除工の効率的な点検手法及び定量的な健全度評価に関する研究を開始した。地すべりチームでは、この研究の中で点検手法の重点化手法の検討について担当している。H27 年度はアンケート調査に基づく維持管理の実態調査等を実施した。その結果、目詰まりによる集排水機能の低下が大きな課題であることなどが明らかになった。

キーワード：地すべり、集水井、点検手法

1. はじめに

地すべり等防止法施行（昭和 33 年 3 月 31 日）から 50 年以上が経過し、この間に数多くの地すべり防止施設が設置されてきた。これらの施設には老朽化が進んでいるものもあり、施設の機能低下により地すべりの不安定化が懸念されている。地すべり斜面の安定を維持していくためには、地すべり防止施設の維持管理が重要であり、効率的な点検手法及び定量的な施設の健全度評価が必要とされている。

そこで、平成 27 年度から 4 カ年計画で地すべりチームと雪崩・地すべり研究センターとの分担研究により、地すべり防止施設の中の地下水排除工の効率的な点検手法及び定量的な施設の健全度評価に関する研究を開始した。本研究の達成目標は、①地下水排除工の効率的な点検手法、②地下水排除施設の定量的な健全度の評価手法の提案である。現在の点検手法は、主に目視に基づく定性的な評価により健全度が評価されることとなっている。そこで、本研究では、目視点検のほかに、定量的に劣化の程度を評価する手法を検討し、劣化予測と健全度評価を行うことを目指す。また、重点的に点検すべき箇所の絞り込み手法についても検討を行う。

地すべりチームにおいては、H27 年度は、現時点における維持管理の実態と課題を明らかにするため、アンケート調査に基づく全般的な維持管理の実態調査等を実施した。アンケート調査により、目詰まりによる集排水機能の低下に対応した施設更新や補修などが多く実施されていることを明らかにし

た。また、アンケートから機能低下事例が多く報告された地すべり地下水排除工（横ボーリング工等）の目詰まりについて、簡便に閉塞の可能性を評価する手法を検討するための調査を行った

2. 地下水排除工の施設点検及び維持管理の実態調査

平成 21 年に全国地すべり・がけ崩れ対策協議会の全国調査^{1) 2)}が実施されてから約 6 年が経過した。本調査は地表水及び地下水排除工を対象として点検の実態、老朽化・機能低下の現状を改めて把握し、新たに施設の更新および補修の実態を調査し、今後の同工の効率的な点検手法の提案を行うことを目的とする。2015 年 7 月から 8 月に 47 都道府県および直轄地すべり対策事業に取り組む 6 地方整備局における施設点検、維持管理の実態、今後の課題、取り組みについてアンケート調査を実施した。

2.1 アンケート調査

本調査では、各都道府県および東北、関東、北陸、中部、近畿、四国の地方整備局を対象とした地表水及び地下水排除工の施設点検の実態、施設の更新・補修の概況、維持管理の取り組みと課題についてアンケートを行った。アンケートは、地表水及び地下水排除工の施設点検実施状況、施設ごと（水路工、横ボーリング工、集水井工、排水トンネル工）の点検の結果、機能低下や異常が指摘されやすい施設の代表事例、また施設の更新（再設置工事等）および補修（洗浄、部品交換等）を調査項目として挙げた。

2.1.1 点検実施の実態

点検の実施は、都道府県から回答を得た結果、図-1に示すとおり「職員自ら豪雨、大きな地震の発生後に点検をする」が最多であり、次いで「点検マニュアルにしたがって点検する」といった回答が多かった。都道府県職員が主体となって点検を実施する傾向は、平成21年がけ協調査結果と同様であった。地方整備局では、「専門技術者（コンサル等）に委託し豪雨または大地震の発生後に点検をする」という回答が多かった。また直轄事業担当者のコメントによれば施設点検は外観及び周辺の点検が中心であるが、また詳細な点検は1～4年毎に行われており頻度に幅があった。

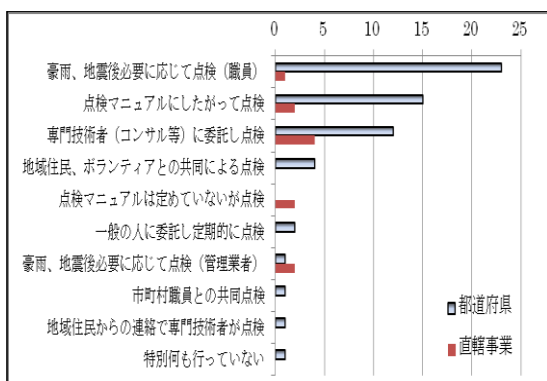


図-1 「施設点検はどのように実施していますか（複数回答可）」への回答集計結果（単位：件）
 : 平成21年がけ協調査結果（数字は順位）

2.1.1.1 機能低下の発生しやすい施設

地すべり防止施設の点検の結果、点検結果において機能低下が発生しやすい施設は横ボーリングが最も多く、次いで水路工、集水井、排水トンネルと続いた。また、地方整備局では横ボーリングと集水井が並んで多く、次いで水路工、排水トンネルと続いた。平成21年がけ協調査結果による機能低下が発生しやすい施設は集水井が多く次いで水路工、横ボーリングと続いたが、大きな差はない。

2.1.1.2 施設ごとの機能低下の実態

施設ごとの機能低下の実態としては、図-2、図-3に示すとおり横ボーリング工及び集水井における集水管（孔口）の目詰まりが共に最多であった。次いで斜面変動等の外的要因による集水管の変形、破損、集水管自体の腐食、鏽、排水路等への土砂の堆積などが続いた。集水井においては、集・排水管の目詰まり

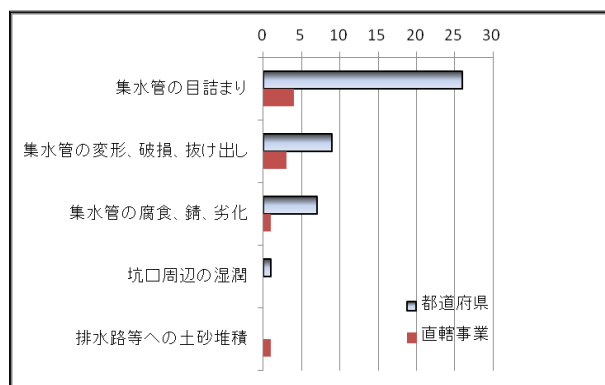


図-2 「横ボーリング工において代表的な機能低下の例があればご記入ください（複数回答可）」への回答集計結果（単位：件）

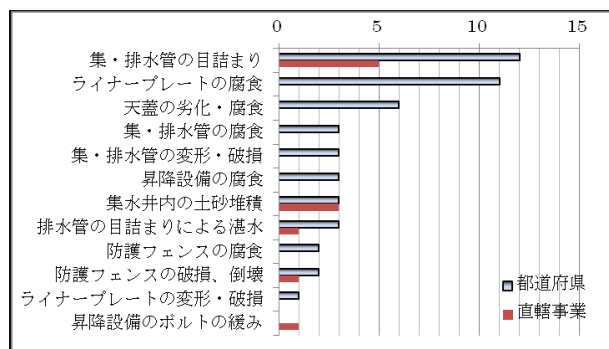


図-3 「集水井工において代表的な機能低下の例があればご記入ください（複数回答可）」への回答集計結果（単位：件）

といった集排水機能の事例と、本体を構成するライナープレートの腐食、天蓋、昇降設備、防護フェンスなどの設備の腐食、劣化といった、施設の老朽化事例がみられた。とりわけ、集排水機能の低下に関しては、集排水管の目詰まりによる集水井の湛水といった事例も報告された。

水路工においては降雨による水路周辺の土砂の浸食および流入による堆積が最多、次いでコルゲート水路の腐食や降雨及び土砂浸食による破損と続いた。これらは、地表における土砂移動や地すべり変形の影響を直接受ける本施設の特性によるものが大きい。

排水トンネルの事例は少なかったが、機能低下事例としてはトンネル内部の集水管の目詰まりが共通して挙げられた。

2.1.1.3 施設の更新

更新等（比較的大がかりな改築等）に関する回答は、図-4に示すとおり集排水機能の回復も目的とする対策と、施設の更新に大別することができる。

集排水機能の回復事例としては、都道府県では地方整備局ともに集水管の目詰まりによる再削孔および再設置が多く、次いで排水管の大口径化、集水井下部の破断による排水管再設置が挙げられた。施設の更新を目的とした事例としては集水井の蓋の再設置という回答が都道府県および地方整備局ともに最も多かった。次いで都道府県では防護フェンスの再設置、集水管の変形・破損による再設置が続く、地方整備局では防護フェンスの再設置、昇降設備の撤去、再設置が続く結果となった。再削孔に関しては管内の洗浄で対

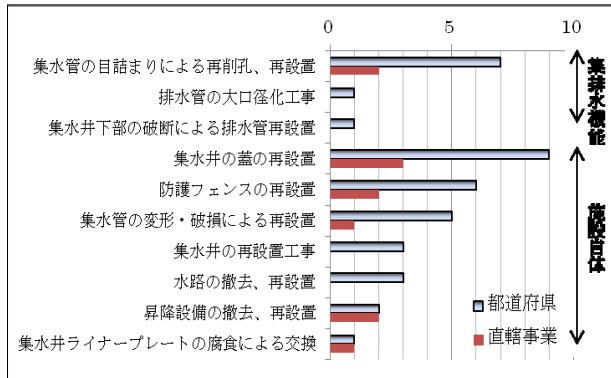


図4 「施設を更新した事例をご記入ください (複数回可)」への回答集計結果 (単位: 件)

応不可能な目詰まり、または外的要因による集水管の破断等により実施されたものと考えられる。その他、昇降設備、防護フェンスの再設置といった安全設備の更新、破損による再設置、ライナープレートの腐食による交換が挙げられた。

2.1.1.4 施設の補修

補修 (比較的小規模なもの) 事例としては、図-5 に示すとおり集水管の目詰まりによる洗浄の実施といった集排水機能の回復に関するものが最多であった。地域別に見ると四国地方は地すべり防止区域が他

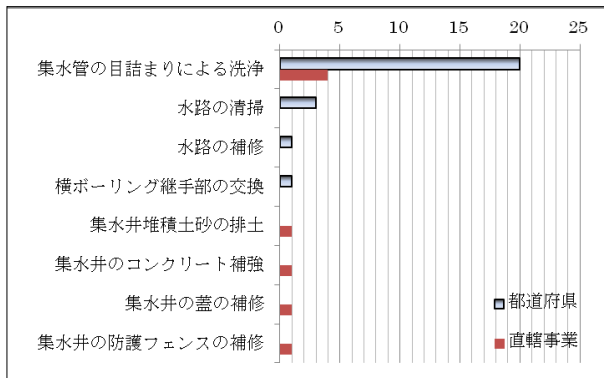


図5 「施設を補修した事例をご記入ください (複数回可)」への回答集計結果 (単位: 件)

地方に比べ多いにも関わらず目詰まりの洗浄の報告が無かった。その他集水井、水路の部材の交換、補修が行われていた。

2.1.1.5 アンケートのまとめ

調査の結果、施設の更新については、目詰まりによる集排水機能の低下から回復を図る再削孔、集水井の蓋の再設置が多いという実態が明らかとなった。また、施設の補修については主に集水管の目詰まりによる洗浄が行われているが、各都道府県の回答の有無からその度合いは地域によって差があることが推測された。今後は排除水の水質などに注目して排水量の低下を事前に予測し、施設によって点検頻度を設定する等、効率的な点検手法を検討していきたい。

2.2 鉄細菌による地下水排除工の目詰まり

地すべり地下水排除工 (横ボーリング工等) の目詰まりによる機能低下事例が多く報告されている³⁾。丸山ら⁴⁾によれば、全鉄が1.00mg/l以上の環境において鉄細菌生成物による閉塞が発生するとされる。本報では、全鉄量の室内分析に替えて、現地でのFe²⁺等の水質計測により、簡便に鉄細菌による閉塞の可能性を評価する手法を検討するための調査を行った。

2.2.1 調査方法

対象地すべりは、①茶臼山地すべり (長野市篠ノ井) ②下石川地すべり (長野市篠ノ井) ③日方 (長野市小田切) ④新分一 (長野市小田切) の4箇所であり、現地水質調査を実施する集水井集水ボーリング工 (以下、「集水井」と言う。) 及び横ボーリング工の孔口20カ所を選定し、目視調査により閉塞状況を丸山他²⁾の5段階評価 (目詰まりレベル) により判定し、水質は現地で、Fe²⁺をパケットテスト (共立理化学研究所) により、酸化還元電位、水素イオン濃度等をWM-32EP (東亜DKK社製) を使用して、それぞれ計測した。

2.2.2 調査結果

今回の調査では、すべての孔口の水質が、岸他⁵⁾により鉄細菌による目詰まりが発生しやすいと報告しているFe²⁺安定領域 (図-6) にあった。目詰まりの認められない孔 (目詰まりレベル1) は、水酸化鉄安定領域との境界ラインの下方近傍に分布し、目詰まりレベルが高くなるほど、より酸化度の高い図-1 左下に分布する傾向が認められた。

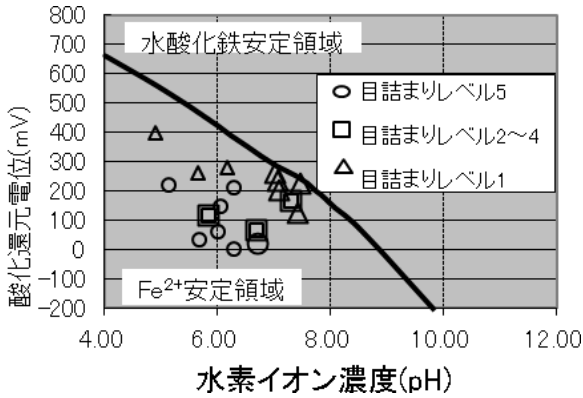


図-6 目詰まりレベルと酸化還元電位・水素イオン濃度の関係

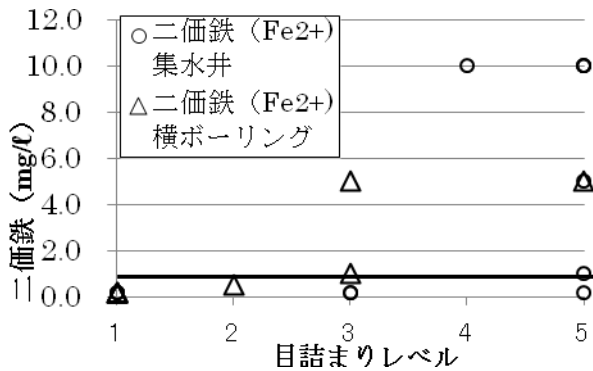


図-7 目詰まりレベルと二価鉄の関係

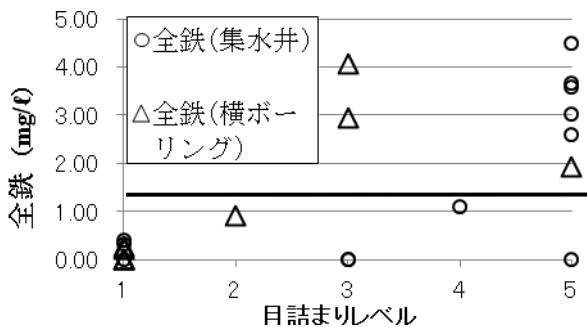


図-8 目詰まりレベルと全鉄の関係

また、 Fe^{2+} 及び（別途、室内地下水分析を行った）全鉄がいずれも $1.00mg/l$ 以上の環境において、目詰まりレベルが高くなる傾向が、認められた（図-7, 8）。これは、全鉄に替えて Fe^{2+} 調査による目詰まり発生の予測可能性を示している。今後、洗浄工直後の2次的でない水質及び追跡調査により、同様に Fe^{2+} 調査により目詰まりとの関連性を評価していきたい。

3. まとめ

H27年度はアンケート調査に基づく維持管理の実態調査及び鉄細菌による集水管の目詰まり調査を実施した。その結果、アンケートにより施設の更新については、目詰まりによる集排水機能の低下が大きな課題の一つであり、対策としては回復を図る再削孔、集水井の蓋の再設置、集水管の洗浄などが行われていることが明らかになった。また、目詰まり原因の大きな要因である鉄細菌による目詰まりレベルについて、2価鉄量から推測する手法について検討を行い目詰まり発生の予測可能性を示すことができた。今後は、より具体的な維持管理の事例収集と分析を行い、健全度評価の定量化を通じた機能低下予測に基づく合理的な維持管理手法を検討していく予定である。

参考文献

- 1) 全国地すべり・がけ崩れ対策協議会(2009)：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
- 2) 野呂ほか(2011)：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-, 土木研究所資料, 第4201号, p. 1-53
- 3) 藤田哲ほか(2016)：アンケート調査に基づく地表水及び地下水排除工の施設点検及び維持管理の実態について, 平成28年度砂防学会研究発表会概要集, pp.B-324-B-325.
- 4) 丸山ほか(2010)：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, pp32-35
- 5) 岸他(2006)：北陸地方の地すべりにおける水抜きボーリング工の目詰まりの実態と要因, 地すべり, Vol.43, No.4, pp1-8

Research on efficient inspection method and evaluating quantitative soundness for maintenance of groundwater drainage works

Budgeted : Grants for operating expenses
General account

Research Period : FY2015-2018

Research Team : Erosion and Sediment Control
Research Group (Landslide
Research Team)

Author Yasuo ISHII
Masaru TOUHEI

Abstract : More than 50 years have passed since the Landslide Prevention Act came into force, and landslide control facilities become older. Through the concern, 4-years collaborative research with the Snow and Landslide Research Center started in 2015. In this collaborative research, we research prioritizing method of inspection for maintenance of groundwater drainage works. In the last year (FY2015), we did a questionnaire survey and researched water quality for maintenance on groundwater drainage works. In the questionnaire, clogging was one of the most significant problem for maintenance on groundwater drainage works. There was correlation between clogging level caused by iron bacteria and quantity of Fe^{2+} on ground water.

Key words : landslide, water catchment well, inspection method