

地すべり地における地下水排除施設集水管の閉塞の原因と対策に関する調査

(独) 土木研究所 ○丸山清輝、ハスパートル、中村 明
筑波大学 石井靖雄

1. はじめに

地すべり対策事業として横ボ-リングや集水井などの地下水排除施設が、地すべり斜面の地下水排除を目的として数多く設置されている。これらの施設の中には、集水管がへドロ状の物質により閉塞しているものがある。集水管の閉塞により地下水排除施設の機能が低下することから、集水管の閉塞防止が重要な課題となっている。そこで、集水管の閉塞防止対策法を検討するために、新潟県上越地方の地すべり地と全国の各都道府県から1事例以上抽出して頂いた地すべり地で、集水管の閉塞物と排水された地下水の分析調査などを実施してきた¹⁾。ここでは、その結果について報告する。

2. 集水管の閉塞事例

写真-1には、集水管の閉塞事例として新潟県の戸沢地すべりにおける横ボ-リングの状況を示した。この横ボ-リングは平成21年に施工されたものであり、写真は平成21年の12月に撮影したものであ



写真-1 集水管の閉塞事例

る。なお、この地すべりの基岩地質は新第三紀の泥岩である。横ボ-リング設置後1年未満であるが、集水管の孔口が閉塞し、地下水の排水が阻害されている。

3. 閉塞物の顕微鏡観察結果

図-1は、26都道府県から採取された横ボ-リング集水管孔口に付着した閉塞物25試料の顕微鏡観察結果を示したものである。閉塞物には鉄細菌、藻類、泥が認められ、最も多かったものは鉄細菌で、次いで藻類である。また、閉塞物には、鉄細菌と藻類が単独で認められる場合、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る。

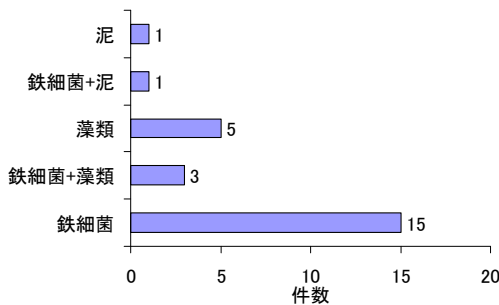


図-1 閉塞物の顕微鏡観察結果

図-2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、全国的には横ボ-リング集水管の閉塞は、鉄細菌が存在する閉塞物により生じている場合が多いことが分かった。

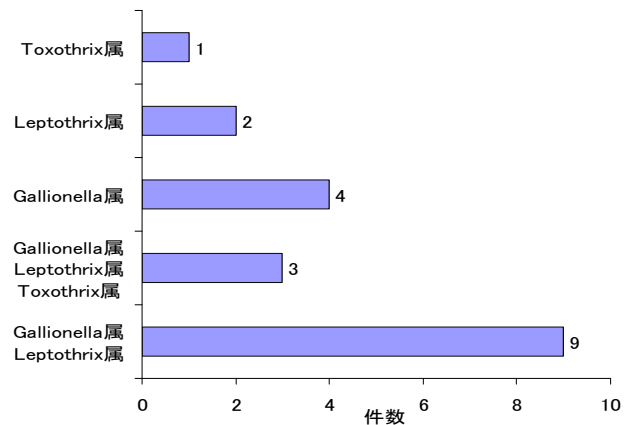


図-2 鉄細菌の種類

4. 鉄細菌が存在する閉塞物の成分

図-3には、鉄細菌の存在が認められた閉塞物の成分分析結果を示した。なお、閉塞物は新潟県上越地方の泥岩地帯における16箇所

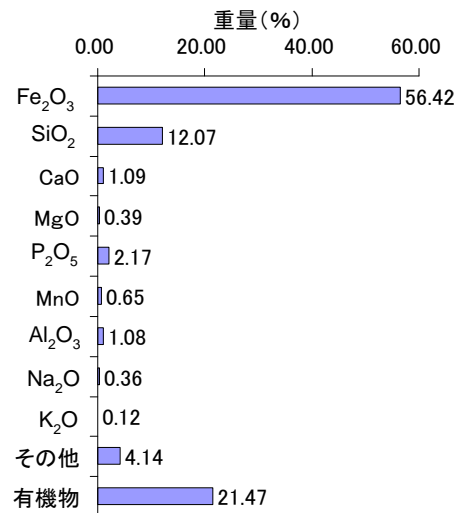


図-3 閉塞物の成分

5. 地下水の水質と鉄細菌による閉塞物の生成との関係

図-4は、集水管からの排水の水質分析結果を集水管への閉塞物付着の有無別に示したものである。なお、地下水は新潟県上越地方の泥岩地帯における13箇所の地すべり地の

18施設(集水井3、横ボーリング15)の集水管から採取したものであり、分析結果は平均値で示した。閉塞物付着の有無で大きな差が認められた成分は大きいものから順にFe²⁺、Fe³⁺、T-Feであり、地下水中の鉄分量が閉塞物の生成に関係していることが分かる。

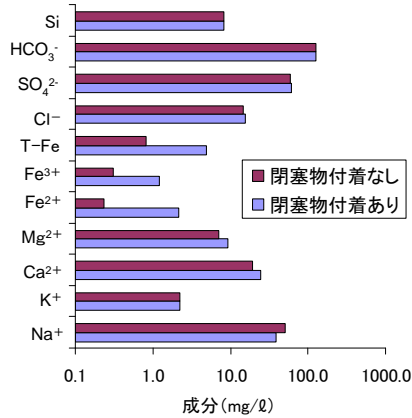


図-4 水質分析結果

図-5には、全国の各都道府県の地すべり地から採取した地下水 93 試料の分析結果をもとに、横ボーリングの閉塞の有無と全鉄及び酸化還元電位との関係を示した。なお、閉塞ありは閉塞レベル3～4、閉塞なしは閉塞レベル1～2とした。なお、集水管の閉塞状況は表-1に示すとおり、レベル1～5の5段階に分けて整理した。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

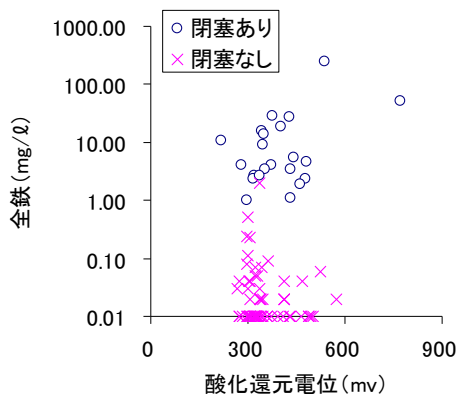


図-5 集水管閉塞と全鉄、酸化還元電位

表-1 閉塞レベルの判定

閉塞レベル	集水管閉塞状況
1	閉塞物の付着なし
2	孔口に閉塞物の付着が少量認められる。
3	孔口の約25%以下に閉塞物が付着し、垂れ下がりも認められる。
4	孔口の約25～50%に閉塞物が付着している。
5	孔口の約50%以上に閉塞物が付着している。

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、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 1.00mg/l以上で顕著となっていることが明らかとなった。ちなみに、前述した戸沢地すべりにおける地下水中の全鉄は 38mg/lであった。

6. 集水管内の観察結果

写真-2は、写真-1に示した戸沢地すべりの横ボーリング集水管内を管内観察カメラにより撮影したものである。孔口から 5.13m先では、閉塞物が集水管内に付着堆積している。孔口から 25.57m先では、集水管内に閉塞物の付着がなく、閉塞物が生成されている様子が認められない。これらの写真から、集水管の奥の方では閉塞物が生成しにくい環境になっていることが分かる。



写真-2 集水管内の状況

7. 集水管孔口の水封と閉塞物生成観察試験

この試験の目的は集水管内の酸素濃度を低下させることで、閉塞物の生成が抑制できるかを確認することである。

図-6には、試験装置を示した。試験装置は、集水管の孔口を水中に入れ集水管内への空気の出入りを遮断し、閉塞物の生成状況の推移を観察するためのものである。試験は、新潟県上越地方の3箇所(地すべり地(よしお沢、小見、蒲生))における横ボーリングで集水管の洗浄後4ヶ月間実施した。なお、集水管内の酸素濃度は、酸素濃度測定用コックから空気を採取し、酸素測定用検知管で計測した。試験では、酸素濃度が4ヶ月間3%以下で推移した。

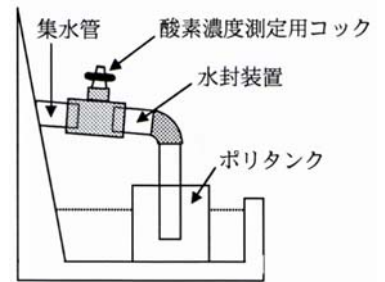


図-6 試験装置

写真-3は、よしお沢地すべりにおける試験開始4ヶ月後の閉塞物生成状況を示したものである。なお、この集水管からの排水の全鉄の成分は 4.7mg/lである。



写真-3 閉塞物生成状況

閉塞物の試験開始後の生成量は、1週間後では管内にわずかに付着した程度、3ヶ月後では集水管内径の3/5程度まで堆積、4ヶ月後では集水管内がほぼ満杯に堆積する量となった。また、他の2箇所の地すべりについてもほぼ同様な結果となった。

以上ことから、集水管の孔口を水中に入れ集水管内への空気の出入りを遮断する方法では、鉄細菌による閉塞物生成の抑制はできないことが分かった。

8. 今後の課題

今後は、集水管の閉塞への対処法について調査を実施し、地すべり地の地下水排除施設の維持・管理手法について検討を行う予定である。

参考文献

- 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