

長野西部地すべり防止工事における集水管の閉塞事例

加藤俊典*, 橋爪康寿 (関東農政局長野西部農地保全事業所)

1. はじめに

地すべりの主要な対策工事である地下水排除工は、長期間にわたる効果の持続が期待される一方、スライムの付着等により集水管の閉塞が進行し、排水機能が低下する可能性があることから、孔内洗浄による定期的な排水機能の回復が必要な場合がある。長野西部農地保全事業所では、平成4年度から平成16年度までに247箇所の地下水排除工（水抜きボーリング工224箇所、集水井22箇所、排水トンネル1箇所）を施工してきた。これらの中には施工から10年程度経過したものもあり、集水管の孔口がスライムにより閉塞されつつある事例も認められている。そこで、今回、集水管の閉塞状況の実態とその原因について調査検討を行うとともに、試験洗浄により実際の集水機能の回復程度について確認を行った。以下にその結果について報告を行う。

なお、本報告は、平成17年8月31日に第44回日本地すべり学会研究発表会（発表番号2-31）にて筆者の1人である加藤が報告を行ったものと同じ内容である。

2. 調査の概要

1) 調査地域の地質

新第三紀の泥岩・砂岩を主体とした堆積岩類を基盤とし、その表層には第四紀の土石流堆積物や崩積土などが分布している。また、高標高部には、凝灰角礫岩等の火山岩類が分布する。

2) 調査の手順

調査は次の手順で実施した。

①すべての地下水排除工（施設）について、集水管の孔口の目視点検を実施し、孔口断面の閉塞状況の実態を整理した。

②次に①で閉塞程度の大きい孔と小さい孔から代表孔を選定して、閉塞物質の顕微鏡観察と成分分析、排水の水質分析を実施した。

③代表孔において、孔内の閉塞状況を把握する目的で孔内カメラ観察を実施した。

④②及び③の結果から、孔の閉塞の発生要因や環境条件との関係について考察した。

⑤試験洗浄を実施し、洗浄前後の集水機能の回復状況について確認した。

3. 集水孔の閉塞状況について

1) 全体の傾向

孔口閉塞状況の実態調査の結果を図-1に示す。孔口断面積の1/3以上が閉塞している集水孔のある施設が地区内で顕在化しつつある。中には、孔口が完全に閉塞して排水が阻害されている孔もわずかであったが認められた。このことから、このまま年数が経過して閉塞が進行すると今後排水が阻害される集水孔が増加していくものと考えられる。

孔口の閉塞具合は必ずしも施工経過年数とともに進行していくわけでもなく、施工後1年程度でも閉塞が顕在化し始める場合もある。一方、10年程度経過してもまったく閉塞の兆候が見られない場合もある。また、地質等の環境条件がほぼ同じと考えられる一群の水抜きボーリング工において、隣接する孔毎に閉塞の程度は異なっている。このことから、地層の違いのような全体の場の条件以外に、局所的な環境条件の影響を強く受けていることが想像される。

2) 閉塞の原因について

孔口及び孔内カメラの観察結果から孔内の付着物等を視覚的条件から大別すると次の5つに分類できた。

- ①茶褐色の泥〜ヘドロ状スライム (A型)
- ②黒色の泥・砂状スライム (B型)
- ③管底のフィルム状の砂状沈着物 (C型)
- ④無色〜白色のゼリー状スライム (D型)
- ⑤植物根もしくは苔類 (E型)

これらのうち、年数とともに孔口の閉塞が進行して排水に支障を及ぼすと見られるのは、A型もしくはA型とB型の混合体である。実態調査結果からはA型が主要な閉塞要因と考えられた。また、これらは孔内の深部でも閉塞を引き起こしている可能性が高い。

C型は管底にフィルム状に薄く附着している程度のものである。

D型は排水トンネル内の集水孔の一部のみで見られた特殊な事例である。E型のうち苔類による孔口の閉塞は、孔の奥へは広がっていないものと考えられたが、植物根による閉塞は集水管のストレーナー孔から孔内に進入した根により発生しており、孔内で閉塞を引き起こす場合もあることが確認できた。

3) スライム (A、B型) の孔内付着状況

代表孔について実施した孔内カメラ観察の結果から、孔内のスライムの付着状況は多様であることがわかった。当初は孔口での閉塞の進行程度が大きいほど孔内でもスライムの付着が進行しているものと想像していたが、例えば、図一2に示すように、孔口ではそれほどスライムが付着していなくても、孔の奥の方でスライムの付着程度が増加しているケースも見られた。事例は少ないが、孔内がA型スライムで完全に閉塞され、排水が孔内に貯留されていた孔もあった。スライムの付着状況は、管底に薄く張り付く程度から管の内周全体に付着し孔断面を狭くしているものまで様々であり、また1つの孔内でも深度によりその様相が変化している。ただし、程度の差はあるが管径全体に付着している場合が多かった。

4. スライム形成機構の検討

1) スライム成分

X線分析によりスライムの構成成分について

分析した結果を図一3に示す。孔閉塞の要因の大半を占めると考えられるA型は、鉄の割合が大きい。B型については、マンガンと鉄の割合が大きい。C型は、珪素の割合が高く、石英などの鉱物が観察されたことから、排水とともに流出した地層中の鉱物片が主と考えられる。D型では、鉄、マンガン等の金属元素の割合が小さく、炭素の割合が大きいことから、大半が有機物であると考えられる。

2) 細菌類

A型スライムについては、鉄細菌類の存在が観察されたが、B型スライムについては、必ずしも鉄細菌類の存在は確認できなかった。D型スライムについては、鉄細菌の存在は確認されなかったが、カビの存在が確認された。

3) 水質

特定の成分やpH、Ehなどとスライム型や沈積状況との間には、特定の関係を見いだすことはできなかったが、A型スライムが多量に付着していた孔では、鉄イオンとSSの濃度が他孔よりも高い傾向が見られた (図一4)。

4) 地質・土地利用など

地質や土地利用との間に明瞭な因果関係は見出せない。ただし、事例は少ないがB型スライムが顕著な施設は、水田または水田跡地で目立つ傾向があった。

5) 考察

①孔閉塞の最大の原因であるA型スライムは、地下水中の鉄イオンと鉄細菌によって発生していると考えられる。一方、A型スライムの次に閉塞の原因と考えられるB型スライムの形成要因は今回の調査からは不明であった。

②A型スライムによる孔の閉塞は、スライムが管底に沈積していくよりも管の内壁から付着が始まり、徐々に管心へ成長していく過程により発生するものと考えられる。このことから、孔の閉塞は、粒子の沈降のような物理的な要因よりも生物化学的な作用の影響が大きいものと考えられる。

③既存文献¹⁾や本調査結果から、A型スライ

ムの成長メカニズムとしては、環境中に存在する鉄細菌が、集水管の内壁で酸化鉄を中心としたA型スライムの生成を開始し、それに地下水中の細粒な土粒子や鉱物が吸着されてさらに成長速度を加速させていく可能性が考えられた。

④A型スライムは孔深部の地下水が流入するところまで付着している場合が多いことから、鉄細菌は孔内に循環している程度か地下水中の溶存酸素程度でスライムの形成を行える可能性がある。

5. 洗浄効果の確認

洗浄用超高压ノズルを用いて試験洗浄を実施し、洗浄による集水機能の回復効果の確認を行った。実施にあたっては、洗浄回数による効果の違いを検討する目的で、隣接する孔で洗浄回数を1～3回と変えてその比較を実施した。その結果を図一5に示す。

洗浄前後で排水の増加が確認できたのは、実施24孔中15孔であった(約6割)。排水量の増加割合は、もともと排水していた孔で最大で2倍程度まで排水量が増加した。また、洗浄前に排水がなかった孔で洗浄後に排水が見られた孔もあった。気象条件の変化による影響など、すべての孔が洗浄による効果のみで排水量が増加したとは言えない可能性もあるが、一定の効果が有ることはほぼ確実と思われる。また、洗浄回数が多い方が効果の発揮割合が増える傾向も見られた。その他、スライムのみではなく、

植物根の除去も可能であることも確認した。

なお、今回の試験洗浄では、圧力ホースを最大400m程度まで延長して洗浄が可能であることを確認した。このことから、山間地では、施設直近に機材を搬入できなくても、機材搬入が容易な場所にコンプレッサーや給水設備などの大型機材を据え置き、そこから半径400m程度の範囲で圧力ホースを伸ばして洗浄を実施することにより効率的な洗浄の実施が可能なが確かめられた。

6. まとめ

今回の調査結果から本地区の集水管の閉塞とその対策については次のようにまとめられる。

①孔口にA型スライムの付着が見られる集水孔は孔内でスライムによる閉塞が進行している可能性がある。

②閉塞を引き起こす条件は完全に明らかではないが、排水中の鉄イオン濃度が高い場合は、他孔よりも閉塞が進行する可能性が高くなる。

③集水孔の排水機能は洗浄により確実に回復する可能性が高い。よって、一定の期間毎の点検と洗浄を行うことにより、長期にわたって地下水排除効果を維持することができる。

参考文献

- 丸山清輝、安藤達弥、飯田正巳(2003)：地下水排除施設集水管の目詰まりに関する検討，地すべり，Vol.39，No.4，pp.23-29.



