

地すべり防止施設の維持および 修繕に関する手法確立

岩手南部森林管理署 巖美治山事業所 主任 津内口 英諭

1 調査目的

地下水排除を目的に、集水井工並びに井内からの集水ボーリング工が多数導入されている。しかし、集水ボーリング工は、時間の経過に伴いスライム等による目詰まりによって集水量が減少し、機能が低下することが従来より指摘されている。

これについては、一般的な集水パイプ仕様での設計施工・施工後は適当な時点での孔内洗浄などの維持修繕工事により対応している。

本調査は、スライム等の付着要因の解明ならびに維持修繕サイクルの確立、集水パイプ形、ストレイナー径や間隔による集水機能の低下量の実態を把握し、施工コストと維持修繕コストとのトータルコストから見た最適な集水パイプ形を設定することを目的とする。調査実施地区は、岩手県一関市巖美町内の産女川、五串沢、岡山の3地区で実施している。また、調査は平成13年度から実施している。

2 調査方法

スライムの付着要因、維持修繕サイクルの確立、最適な集水パイプ形を選定するために以下に示す調査を実施している。

(1) スライムの付着要因、維持修繕サイクルの確立させるための調査

表2.1 調査項目と調査目的

調 査 項 目	調 査 目 的
◎地下水位観測 ◎集水量測定 ◎スライムの付着状況の観測	地下水位、集水ボーリング工の集水量、スライムの付着状況、この3者が相関を有しながら状況を変化させていくどうかを確認する目的。
◎水質分析	スライム付着孔と付着していない孔で水質にどのような相違があるか把握する。 試験内容：鉄、ナトリウム、マンガン、塩素イオン 蒸発残留物、pH、アルカリ度、溶性ケイ酸、電気伝導度、カリウム、カルシウム、マグネシウム、硫酸イオン 計13項目
◎細菌分析	鉄細菌の有無を把握する。

(2) 最適な集水パイプ形を選定するための調査法 (モデル地区：岡山地区)

現在、集水ボーリング工の集水パイプとして多く用いられているVP40ならびにVP50をストレナー径、方向を変えた12種類のパイプを用いた調査を実施している。下表に示す集水パイプは岡山地区に試験施工している。

表2.2 集水パイプ形一覧表

孔番 (左から)	VP-40		孔番 (左から)	VP-50	
	方向配列	ストレナー		方向配列	ストレナー
①	3方向千鳥	φ 3mm	⑦	3方向千鳥	φ 3mm
②	3方向千鳥	φ 5mm	⑧	3方向千鳥	φ 5mm
③	3方向千鳥	φ 10mm	⑨	3方向千鳥	φ 10mm
④	4方向千鳥	φ 3mm	⑩	4方向千鳥	φ 3mm
⑤	4方向千鳥	φ 5mm	⑪	4方向千鳥	φ 5mm
⑥	4方向千鳥	φ 10mm	⑫	4方向千鳥	φ 10mm

3 調査結果

(1) 地下水位観測

平成13年度から各地区で実施しているが、極端な地下水位の上昇ならびに集水ボーリング工の集水量に相関を有した変動は認められない。

(2) 集水量測定

各集水ボーリング工の平均集水量は0~37%²/分程度である。スライムの付着している集水ボーリング工の平均集水量は0.17~0.70%²/分である。

(3) 水質試験

スライムの付着している集水ボーリング工からは、鉄、マンガンが付着していないものよりも多く検出されている。

表2.3 水質試験結果一覧表 (岡山地区)

	上段No.4	上段No.5	上段No.6	上段No.7	上段No.8	上段No.9	上段No.10	上段No.11
鉄(mg/l)	0.01	3.5	0.12	0.03	0.08	0.01未満	0.32	0.28
ナトリウム(mg/l)	11	7.2	10	28	27	9.8	8.6	5.8
マンガン(mg/l)	0.02	0.36	0.17	0.2	0.06	0.01未満	0.07	0.04
塩素イオン(mg/l)	3.5	3	3	2.9	3.2	3.2	3.4	3.2
蒸発残留物(mg/l)	150	170	140	290	180	78	83	64
pH	7.2	6.5	6.9	7.1	7.5	6.9	7.1	7.1
アルカリ度(mg/l)	69	21	54	66	72	40	32	20
溶性ケイ酸(mg/l)	26	19	22	18	22	16	18	20
電気伝導率(mS/m)	17.7	19	16.6	37	2.1	9.7	9.2	7
カリウム(mg/l)	1.8	1.4	1.4	2.4	2.8	1.1	1.1	0.08
カルシウム(mg/l)	22	20	17	40	15	9.4	7.6	5.2
マグネシウム(mg/l)	5.4	4.9	3.6	8.3	5.4	2.4	2.3	1.2
硫酸イオン(mg/l)	16	58	26	120	51	8.1	13	7.3

上段No.5孔はスライムが付着している。

(4) バクテリア分析 (鉄細菌の有無)

スライムの付着しているものと付着してしていないものを数点選び、バクテリア分析を実施した。その結果、両方の試料から鉄細菌：ガリオネラ フェルギネア、レプトスリックス オクラケアが検出された。これらの鉄細菌は二価鉄を三価鉄に酸化する作用を有している。

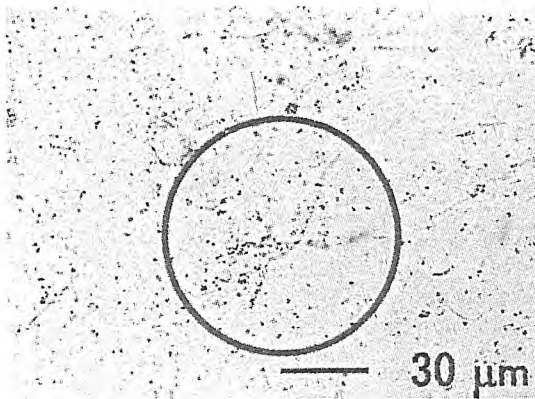


写真1. ガリオネラ フェルギネア

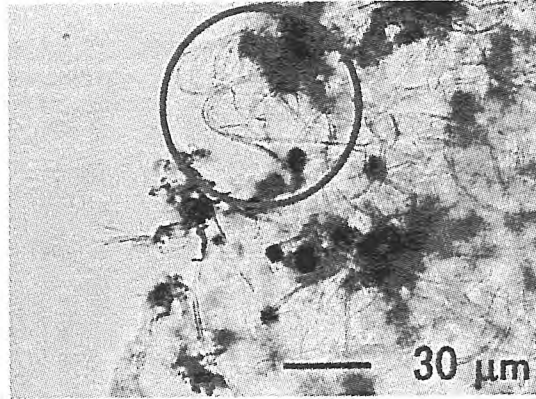


写真2. レプトスリックス オクラケア

(5) 調査結果総括

表2.4 試験結果総括表

試料名	鉄細菌の有無	鉄 (mg/l)	マンガン (mg/l)	平均集水量 (% / 分)	スケール
岡山2号井 上段:No.4	確認されず	0.01	0.02	0.51	なし
岡山2号井 上段:No.5	ガリオネラ フェルギネア	3.5	0.36	0.70	あり
岡山2号井 上段:No.6	レプトスリックス オクラケア	0.12	0.17	0.68	なし
岡山2号井 上段:No.10	ガリオネラ フェルギネア レプトスリックス オクラケア	0.32	0.07	2.43	なし
岡山2号井 上段:No.11	ガリオネラ フェルギネア レプトスリックス オクラケア	0.28	0.04	1.54	なし
五串沢 上段No.8	ガリオネラ フェルギネア	0.14	0.46	0.28	あり
五串沢 上段No.10	確認されず	0.02	0.01未満	0.38	なし
産女川4号井 上段No.3	ガリオネラ フェルギネア	0.03	0.02	0.17	あり
産女川4号井 下段No.1	確認されず	0.05	0.01未満	1.33	なし

すべての試験結果をまとめると上表のようになる。スライム付着の有無にかかわらず鉄細菌は検出されたが、スライム付着孔では「ガリオネラ フェルギネア」のみが検出された。水質では鉄、マンガンがスライム付着孔で多く検出されている。集水量ではスライム付着孔の平均集水量は、0.17~0.70%/分である。これらの調査結果から現段階におけるスライム付着の要因を推定する。

4 スライム付着に関する考察及び総括

(1) スライム付着に関する要因

現段階におけるスライム付着要因は以下に示すものと考えられる。

- ・水質：鉄、マンガンを多く含有している。(二価鉄の含有が多いものと推定される。)
- ・細菌：ガリオネラ フェルギネア、レプトスリックス オクラケアが存在している。
特にガリオネラ フェルギネアが大きく関与しているものと考えられる。
- ・集水量：平均集水量は約0.17～0.70%/分程度である。

以上が現段階におけるスライム付着の要因となっているものと考えられる。しかし、鉄細菌はスライム付着が認められない集水ボーリング工においても検出されている。また、現在、確認されている鉄は二価鉄か三価鉄なのかどうか不明であり、どの程度の集水量がスライム形成に適しているか不明であるなどの解明しなければならない問題点がある。よって、今後これらの結果ならびに継続的な試験観察を行い詳細に検討し、スライム付着のメカニズムを解明していき効果的な維持管理システムを構築していく必要があると考えている。

(2) 集水パイプ形について

集水パイプ形については、若干自然条件が異なるため集水量にバラツキがある。今後、データを集積し詳細な検討を行う。

5 今後の課題

(1) 以下に今後の課題を示す。

- ◎鉄・マンガン・鉄細菌を含んだ地下水のスライム付着のメカニズム。
- ◎現在検出されている鉄は二価鉄なのかどうかを判定する。
- ◎スライム付着に関与する集水量ならびに付着周期の解明
- ◎現在推定しているスライム付着要因の他にスライム付着に関与する要因の有無
- ◎土壌・地質における鉄細菌の有無
- ◎スライム付着状況の観察（ボアホールカメラによる観察）

以上が今後、明らかにしなければならない課題であると考えられる。また、これらの課題を解明したのちに最終的に以下に示すものを達成したいと考えている。

最 重 要 課 題

スライム付着によりどの程度集水機能が低下し、安定度が低下するのが、施工が何年後になるかを推定し、地すべりの安定を保てる効果的なメンテナンスサイクルを確定させる。

参考文献

微生物学辞典：日本微生物学協会編
微生物学図鑑