

スライム付着防止材の実用化

水抜き横孔ボーリングの機能低下となる
スライム（鉄細菌）の付着防止材の開発

一般財団法人 上越環境科学センター

土橋 昌平

はじめに

- 新潟県では、過去幾多の甚大な被害を伴う地すべり災害を経験してきた。そうした対策として横孔ボーリングや集水井等の地下水排除施設が開発され、地すべり防止対策に多大な貢献をしてきた。
- しかし、これら施設の集水管の中には、鉄細菌による閉塞物（スライム）が付着し、集排水機能が低下しているものが数多くあり、その対策が課題となっている。
- 集水管の閉塞防止を目的とした、スライム付着防止材を開発し、その実用化について検討した。

スライム付着防止材開発の経緯

1. スライムの付着防止の原理
2. マグネシウム管の消耗量とスライムの付着防止試験
3. 現在開発中のスライム付着防止材
4. スライム付着防止材の効果の確認

1. スライムの付着防止の原理

- 鉄細菌は、地下水中の二価鉄(Fe^{2+})を三価鉄(Fe^{3+})に酸化してエネルギーを得て増殖する。その際、 Fe^{3+} は赤褐色の水酸化第二鉄($\text{Fe}(\text{OH})_3$)となり、スライムを形成する。
- マグネシウム金属は僅かに溶解し、電子(e^-)を発生する。この電子(e^-)が $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ の酸化反応を妨げる事で、鉄細菌の増殖が阻害されるものと推測する。
- 地下水中の Fe^{2+} は、マグネシウム金属に付着して青色の水酸化第一鉄($\text{Fe}(\text{OH})_2$)となり、次第に黒色(Fe_3O_4)に変化する。こうした現象は、前項の酸化反応が妨げられた結果の表れであると思われる。

ボーリング孔に設置したマグネシウム管の変化

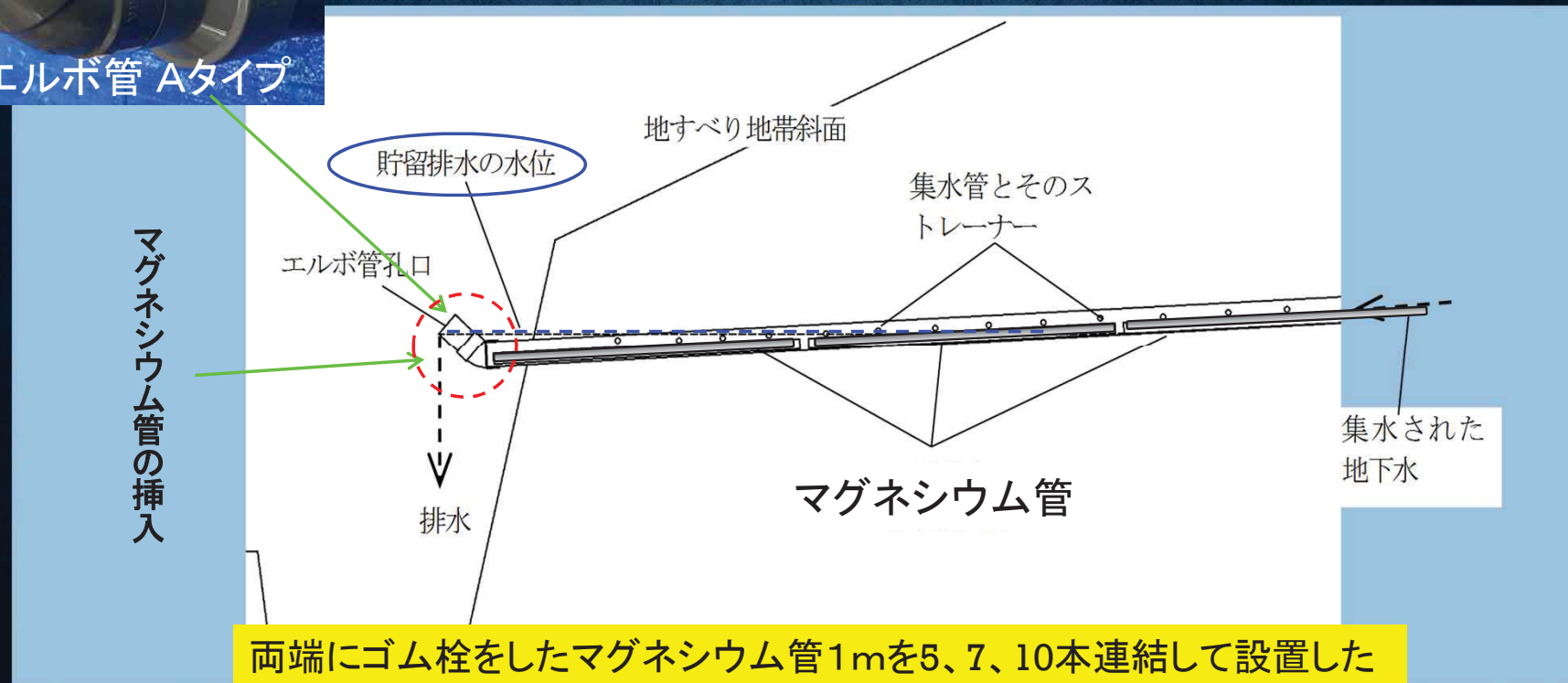


スライム付着防止材開発の経緯

1. スライムの付着防止の原理
2. マグネシウム管の消耗量とスライムの付着防止試験
3. 現在開発中のスライム付着防止材
4. スライム付着防止材の効果の確認

スライム付着防止材の実用化の経緯
2. マグネシウム管の消耗量とスライムの
付着防止試験

の付着防止試験



地下水排除施設集水管の断面図

試験の実施手順

スライム付着防止材の実用化の経緯
2. マグネシウム管の消耗量とスライムの付着防止試験



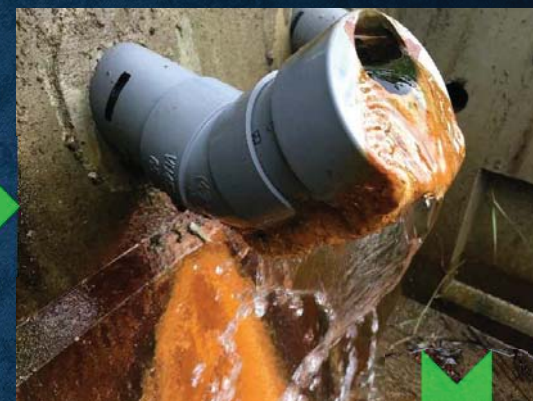
試験開始前の集水管孔口



集水管の洗浄



マグネシウム管の設置



エルボ管による水封(外気遮断)



試験終了時の集水管孔口

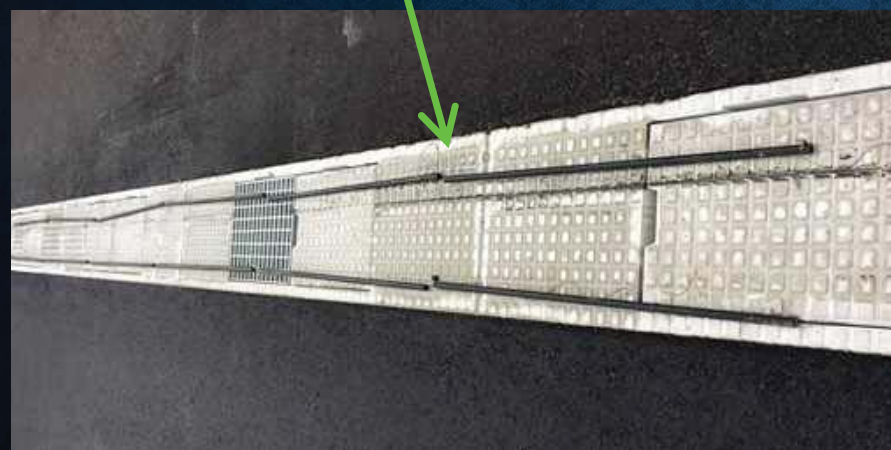
試験箇所Ⅰ 安塚区柳原

スライム付着防止材の実用化の経緯
2. マグネシウム管の消耗量とスライムの付着防止試験

集水管のスライム付着防止効果の良い事例：○



マグネシウム管の消耗量は、(570g／年)であった。



マグネシウム管



集水管孔口

試験箇所 G 三和区 戸沢

スライム付着防止材の実用化の経緯
2. マグネシウム管の消耗量とスライムの付着防止試験

集水管のスライム付着防止効果があまり良くない事例：△



マグネシウム管の消耗量は、(430g／年)であった。



マグネシウム管

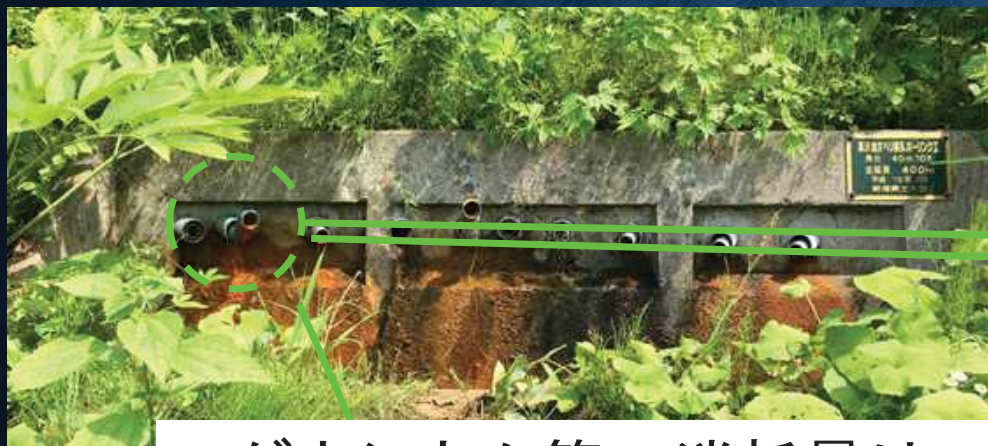


集水管孔口

試験箇所 A 板倉区 栗沢

スライム付着防止材の実用化の経緯
2. マグネシウム管の消耗量とスライムの付着防止試験

集水管のスライム付着防止の良くない事例：×



マグネシウム管の消耗量は、(160g／年)であった。



マグネシウム管



集水管孔口

貯留排水

試験測定結果のまとめ

- マグネシウム管の消耗量(減重量)が多くなるほどスライムの付着防止効果は高くなる。逆に防止効果の持続性は低くなる。
- 年間570g(約600g)以上、マグネシウム管が消耗した集水管は、スライムの付着防止効果が認められた。
- 地下水量(Q ml/分)の多い集水管のマグネシウム管は消耗量が多くなる傾向がある。

スライム付着防止材開発の経緯

1. スライムの付着防止の原理
2. マグネシウム管の消耗量とスライムの付着防止試験
3. 現在開発中のスライム付着防止材
4. スライム付着防止材の効果の確認

3. 現在開発中のスライム付着防止材

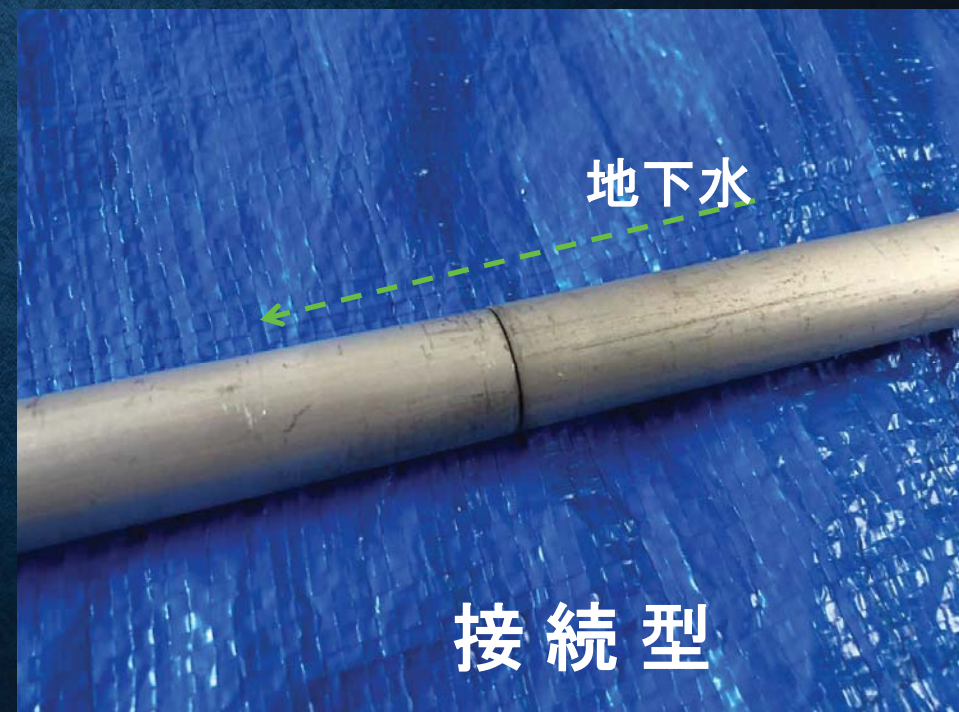
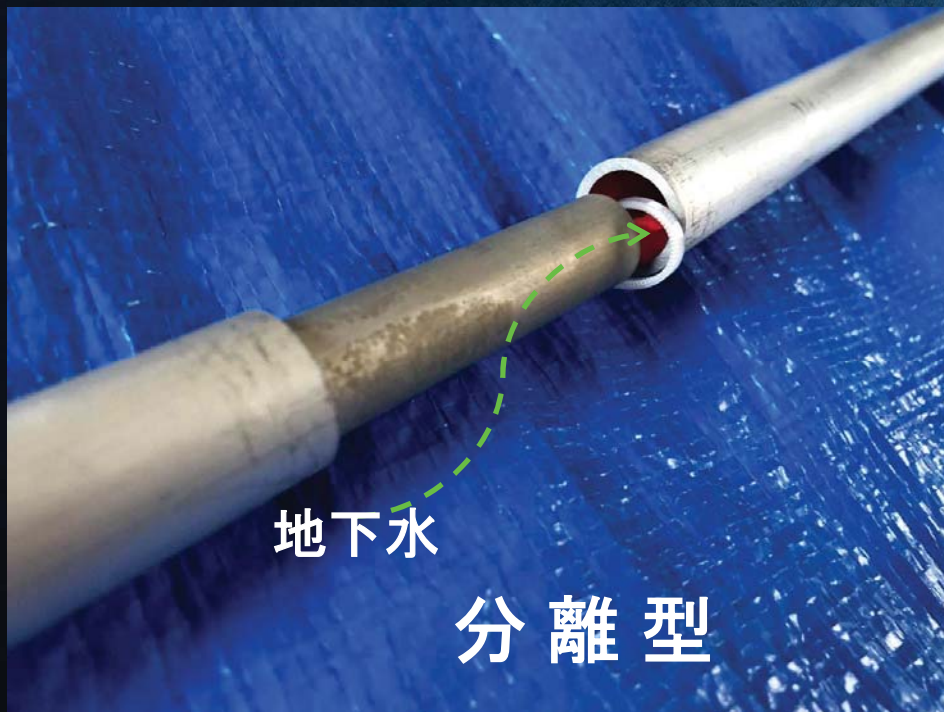
- 地下水量が**少ない**集水管では、地下水をマグネシウム管の中に**通水することで、消耗量を増やす**。
- 地下水量が**多い**集水管では、地下水をマグネシウム管の中に**通水させないことで、消耗量を抑える**。
- マグネシウム金属二重管(**3700g**)の**消耗量を(600g/年)程度**に調整する事で、効果の持続性を高める。

3. 現在開発中のスライム付着防止材

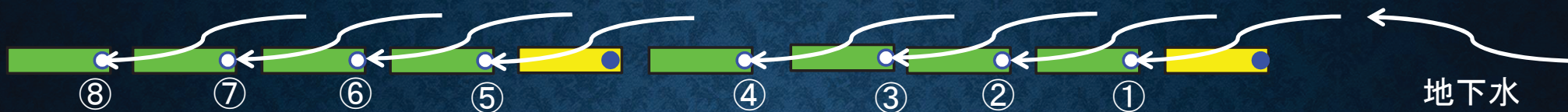


3. 現在開発中のスライム付着防止材

(マグネシウム金属の二重管)

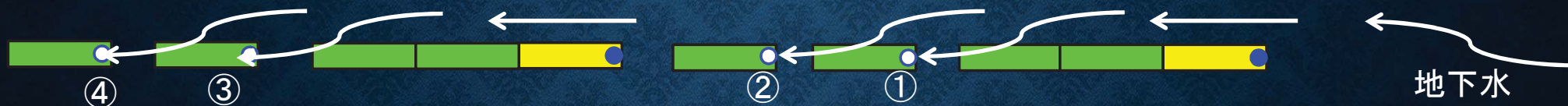


ケースⅠ（分離型）



地下水量が 300mℓ/分 以下の集水管

ケースⅡ（分離・接続型）



地下水量が 600mℓ/分 程度の集水管

ケースⅢ（接続型）



地下水量が 1000mℓ/分 以上の集水管

スライム付着防止材開発の経緯

1. スライムの付着防止の原理
2. マグネシウム管の消耗量とスライムの付着防止試験
3. 現在開発中のスライム付着防止材
4. スライム付着防止材の効果の確認

4. スライム付着防止材の効果の確認

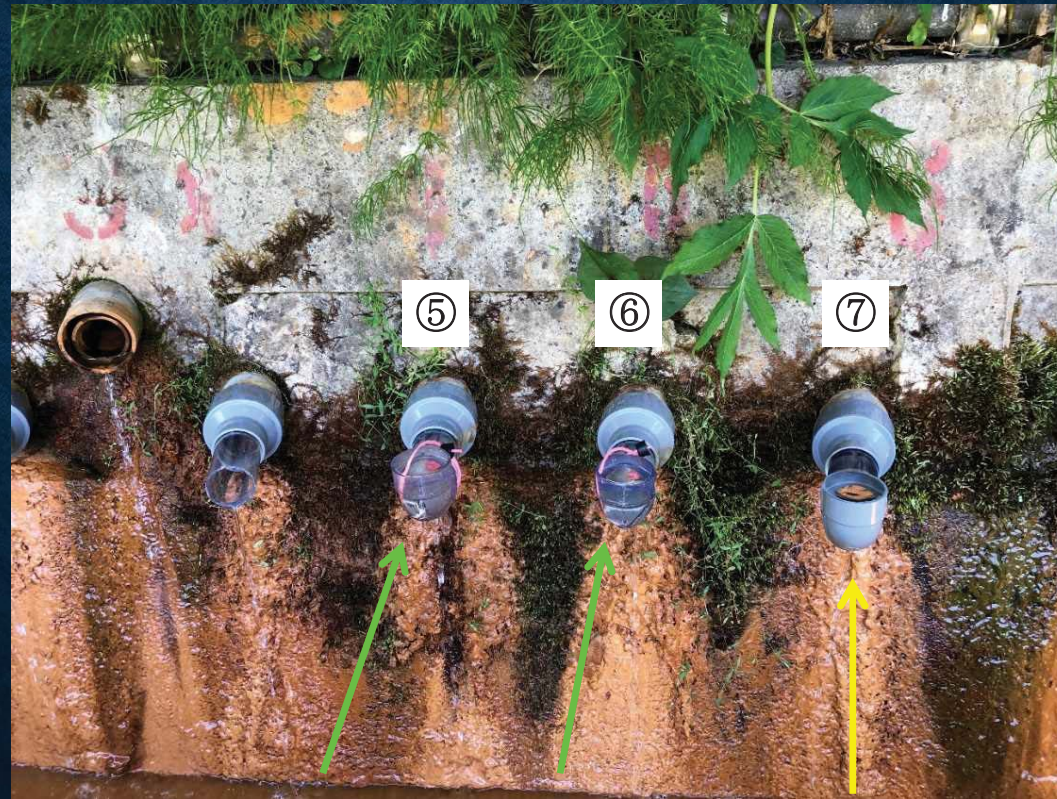
三和地区 戸沢 横孔ボーリング 2019年4月26日試験開始



4. スライム付着防止材の効果の確認



スライム付着防止
材の設置の有無

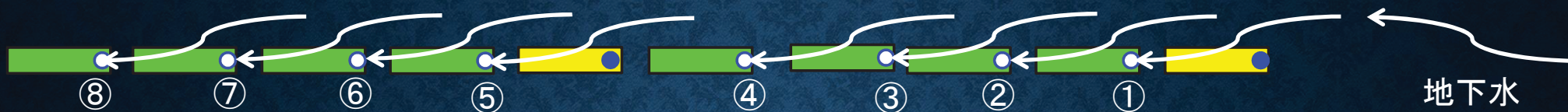


設置あり
接続型
(ケースⅢ)

設置あり
分離型
(ケースⅠ)

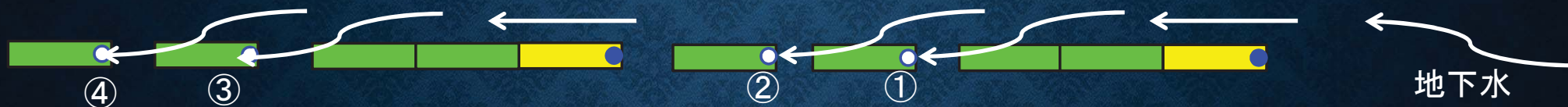
設置なし

ケースⅠ（分離型）



地下水量が 300mℓ/分 以下の集水管

ケースⅡ（分離・接続型）



地下水量が 600mℓ/分 程度の集水管

ケースⅢ（接続型）



地下水量が 1000mℓ/分 以上の集水管

4. スライム付着防止材の効果の確認

スライム付着防止材の設置あり
接続型(ケースⅢ)



スライム付着防止材の設置あり
分離型(ケースⅠ)



スライム付着防止材の設置なし



4月26日

7月4日

10月10日

まとめ

- マグネシウム金属は、地下水中の二価鉄(Fe^{2+})の酸化反応を妨げることで、スライムの付着を防止する効果がある。
- マグネシウム管の消耗量が年間(約600g以上)の場合、スライムの付着防止効果が確認できた。
- 地下水量に応じて、マグネシウム多重管の消耗量を調節するスライム付着防止材(3700g)を開発した。実用化に向けた効果の確認状況は、比較的良好である。