

水抜工の劣化現象と工学的問題

常盤地下工業（株）	正会員	○瀬原洋一
同 上	正会員	植野泰史
山口大学工学部	正会員	山本哲朗
同 上	正会員	楠木覚士

1. はじめに

わが国の地すべりの誘因は、気象、地形・地質条件から降雨に伴う地下水位の上昇が圧倒的に多い。それゆえに、地すべり対策工には地下水排除工の施工実績が極めて高い。地すべりの抑制工に地下水排除工の役割が重要であることは、地すべりに携わる技術者の共通の認識である。しかし、一方では地すべり対策工の施設物の更新時期を迎えているようにも思える。今般、とりわけ地すべり抑制工（横ボーリング工）の劣化現象を取り上げ、今後の横ボーリング工の維持管理を実施していくうえでの留意点について述べることにする。

2. 現場で見られた横ボーリング工の問題

今回、横ボーリング工の集水管の孔口に溜まったスライムによる地下水排除工が機能低下している現場を紹介する。現場は集水地形に構築された盛土の地すべりを抑制するために 11 本の横ボーリング工が実施されている。11 本中の横ボーリングで 7 本が写真 - 1 のように孔口でスライムが固まっている状況であった。写真 - 2 は集水管の孔口でスライムが固まり排水管を閉塞している状態である。このような事例は本件だけでなく、鉄細菌によるスライムの生成に伴う集水管の目詰まりとして事例が報告¹⁾されている。また、その主成分は酸化第二鉄であることが報告されている¹⁾。

本論文では、上述したスライムの成分や集水管に付着している構造と横ボーリング工維持・管理について考察する。

3. スライムの化学成分、走査型電子顕微鏡の観察

3-1 スライムの化学成分

スライムの成分を把握するために化学分析を実施した(表-1)。その結果、主成分は酸化第 2 鉄であることが分かった。既往文献ではスライムの生成に鉄細菌が大きく関与していると報告されている。また、鉄細菌は pH4～7 で Fe^{2+} （二価鉄）～ Fe^{3+} （三価鉄）への酸化反応で発生するエネルギーを利用する細菌と言



写真 - 1 集水管孔口のスライム



写真 - 2 スライムの閉塞による機能低下

表-1 化学分析結果（質量百分率）

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Total
3.56	0.01	0.25	91.50	0.15	0.11	0.53	0.02	0.02	0.02	96.17

われている¹⁾。

3-2 スライムの走査型電子顕微鏡（SEM）の観察

スライムの微細な構造を知るために SEM 写真（写真-3）を撮影した。土の構造と対比するために三郡変成岩の風化土を写真-4 に示している。スライムの SEM 写真は興味深い構造となり、球状の鉄粒子の集合体であることがよく分かる。これは田代・田崎の説明によれば水酸化鉄の凝集によって生じたものである²⁾。図-5 には水酸化鉄の凝集のメカニズムを示した。鉄細菌の一種の *Tosothrix* sp. は、細胞膜表面の酵素が多く、 Fe^{2+} が Fe^{3+} となることにおいてエネルギーが発生する。また、酸化された Fe^{3+} は粘性物質中の H_2O や O_2 と反応し水酸化鉄となり、更に細胞が取り巻く粘性物質の粘性によって水酸化鉄の粒子が凝集し、コロイドを形成する。また、コロイド粒子は粘性物質内で接合して体積を増加していく。これらのことから鉄細菌がスライムを生成すると考えられている¹⁾。

4. 集水管の洗浄とその効果

11 本の横ボーリング工の機能回復として孔内の洗浄が実施された。当初の施工で横ボーリングの深度は 30~40 m 程度であった。ほとんどがスライムの閉塞で排水機能が低下していた。その対処方法として、水洗いととともにコンプレッサーによる空気の圧送で孔内を洗浄した。写真-5 はボーリング孔内の洗浄作業の状況であり、褐色の汚泥が排出された。

洗浄後は、当初の予定深度まで直径 15 mm の挿入パイプが無抵抗に入るようになった。しかし、鉄細菌の繁殖が今後も盛んに行われることを想定すれば、次の横ボーリングの洗浄は遠い日ではないように思われる。

5. 結論

昨今の建設部門の大きな問題である公共施設物の一斉の更新時期が問われているように本事例は、とりわけ地すべり施設の横ボーリング工について報告した。横ボーリング工の重要な機能は浸透された地下水が速やかに排出されることである。今回、スライムの閉塞で横ボーリング工の機能が低下していたのでその原因について調査を実施した。今回の調査によってもスライムはこれまでに指摘されているように鉄細菌の繁殖がスライムを増大させていることが分かった。

参考文献

- 1) 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. 23-31.
- 2) 田代陽子、田崎和江 (1999) : 水酸化鉄を主成分とするバイオマットの初期形成について, 地球科学, Vol. 53, pp. 29-37.

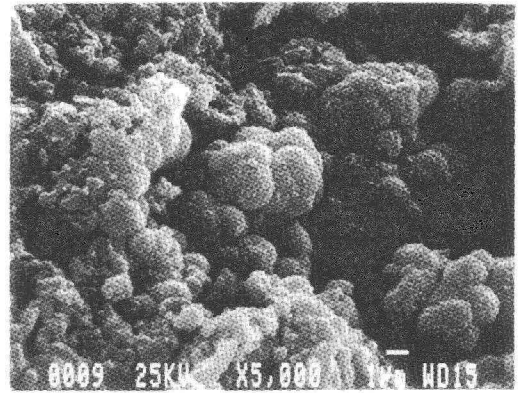


写真-3 スライムの SEM 写真

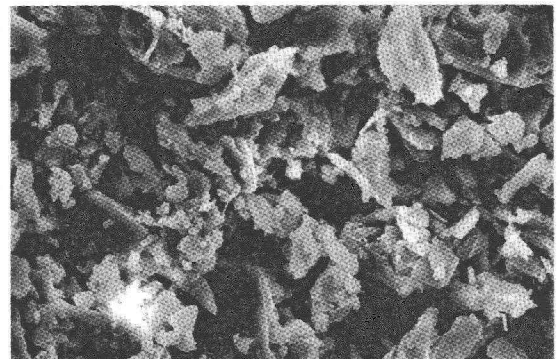


写真-4 三郡変成岩風化土の SEM 写真

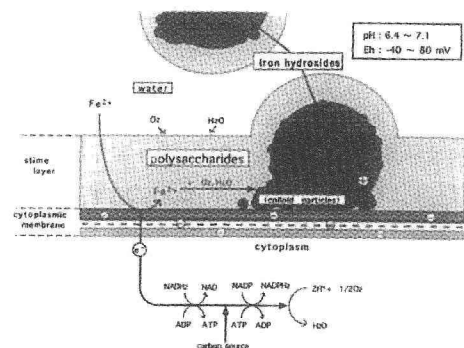


図-1 水酸化鉄の凝集メカニズム図



写真-5 集水管の洗浄作業