

BioSealing 技術を用いた遮水工の効果確認用現場実証実験

鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 ○田中秀一郎, 小川淳, 大柳寿正
 地域 地盤 環境 研究所 正会員 水原勝由, 譽田孝宏
 Deltares John W. M. Lambert

1. はじめに 鉄道等の地下構造物の維持管理上, 地下構造物の要求性能を事前に定める必要があるが, その中で漏水に関する安全性や使用性は大きな課題の一つである. 例えば, 漏水に伴って列車の安全な運行に直接支障をきたす場合はもちろん, 地下構造物背面土砂のトンネル坑内への噴出に伴って軌道変位や周辺地盤陥没が発生する場合などは, 大事故に発展する可能性がある. 漏水対策としては, 背面地盤への薬液注入や地下構造物内側に鉄板を貼り付ける等の止水対策が挙げられるが, 漏水発生箇所に対して止水対策を施しても, 別途弱部から漏水が発生したり, 止水対策箇所から再度漏水が発生したりする等の問題があり, 有効かつ確実な対策工が確立しているとは言えない. BioSealing 技術¹⁾は, 地盤内に栄養溶液を注入して細菌の代謝活動を活性化させ, その結果発生した生成物によって地盤の透水性を低下させる技術である. 生成物が地下水流に乗って漏水箇所自然に辿り着いて遮水する特性を有しており, 遮水工の1つとして有力である. ここでは, 日本で初めて「BioSealing 技術を用いた遮水工法」の効果確認のために現場実証実験をおこなったので報告する.

2. BioSealing 技術の概要

BioSealing 技術は, オランダの GeoDelft(現 Deltares)において開発された新技術である. 自然土中に存在する嫌気性の硫酸塩還元細菌に対して栄養材(馬鈴薯澱粉製品残留物)を与えることによってその代謝活動を活発化(還元作用の促進)させ, その結果発生した生成物(バイオスライム, EPS(細胞外多糖))によって地盤の透水性を低下させる技術である. 土粒子周辺に付着した生成物(バイオスライム)の顕微鏡写真を図-1に示す.

土粒子間を閉塞しているバイオスライム

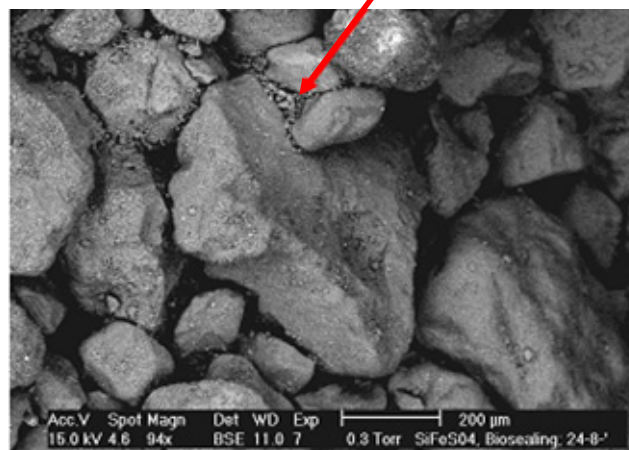


図-1 土粒子周辺に付着したバイオスライム

3. 現場実証実験の概要

現場実証実験として, 北海道新幹線建設工事下田ノ沢地区残土処理場の沈砂池周辺を選定した. 本沈砂池は開折低地にあり, 貯留部を防水シートで囲んで残土処理場から流れ出る濁水・沢水を沈砂池で一時的に貯留し, 濁水中の砂・細粒分を沈殿させた水を下流へ流すための人口池である. また, 沈砂池防水シート外周には, 周辺部から集まる地下水の一部を集排水するための暗渠管を敷設している. 栄養注入管の設置平面図を図-2, 暗渠管周辺の断面図を図-3に, 栄養材注入条件を表-1に示す. 現場実証実験の流れを以下に示す.

①ブロックに分割した暗渠を実験位置に埋設(図-2参照)し, 各暗渠ブロックからの排水量を計測する. また, 暗渠敷設時に現地土を採取し, 栄養溶液注入位置決定のための基本情報を取得するため, 室内実験²⁾を実施した.

②トレーサー試験を実施して暗渠に流入する地下水の流向・流速を把握した結果, Block2の暗渠排水管の上流側の5箇所栄養溶液注入位置を決定した.

③栄養注入管を設置し, 栄養溶液の注入を開始する. また, 暗渠各ブロックにおいて排水量を計測し, 栄養溶液注入に伴う排水量他の経時変化を確認する. 合わせてpH, 電気伝導率および周辺地盤の地下水位を測定する.

4. 実験結果

各ブロックからの排水量に関する経時変化図を図-4に, 考察を以下に示す. なお, 排水量については, 対象領域における降雨量に関係することから, 直近の蟹田におけるアメダス情報³⁾を利用した.

キーワード: 嫌気性細菌, バイオスライム, 漏水, 遮水, 現場実証実験

連絡先: 〒030-1309 青森県東津軽郡外ヶ浜町字上蟹田 3-8 (独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 TEL 0174-31-1103

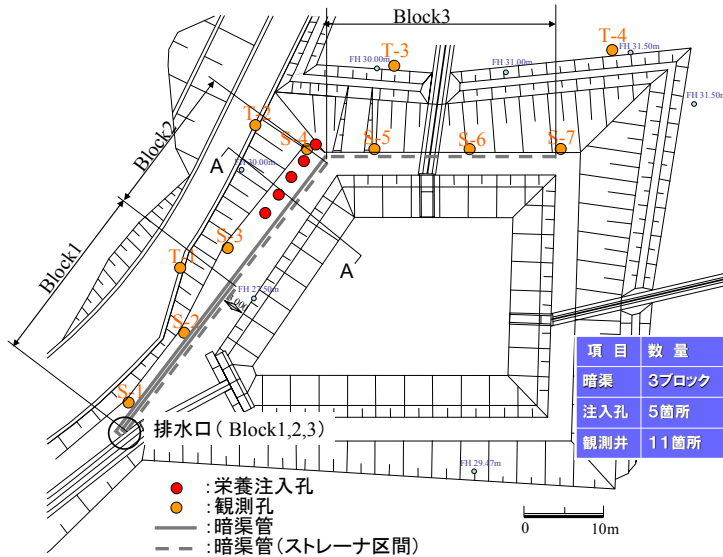


図-2 栄養溶液注入管の設置平面図

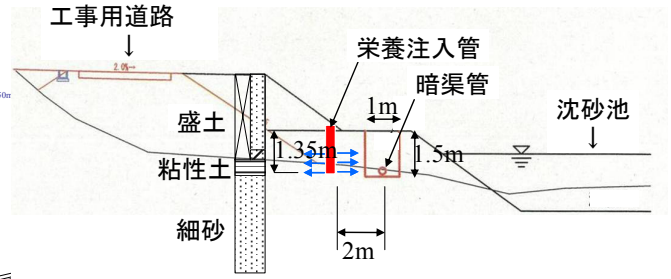


図-3 栄養溶液注入管設置断面(A-A 断面)

表-1 栄養溶液注入条件

項目	条件
栄養注入量	栄養溶液：1000ℓ/日/5本，速度：40/分/5本
栄養液濃度	1/40， ※栄養濃度は，栄養原液/水の割合
洗浄注入	水：600ℓ/日/5本，速度：40/分/5本
注入期間	1ヶ月間(土日は除き，トータル20日間)

- ①栄養溶液注入開始後，一時的に Block1 排水量の減少，Block2 排水量が増加した。これは，Block2 付近から Block1 へ流れる地下水の減少(水みちの閉塞や水みちの変化)が原因の一つとして考えられる。
- ②Block3 は，注入終了後，暗渠管排水量が滲水程度まで減少した。また，Block2 においても，注入開始当初と比べて排水量が 4 割程度まで減少した。
- ③注入開始からの約 2 ヶ月で，暗渠排水量の変化は，降雨による変化を除きほぼ収束した。また，暗渠総排水量は，

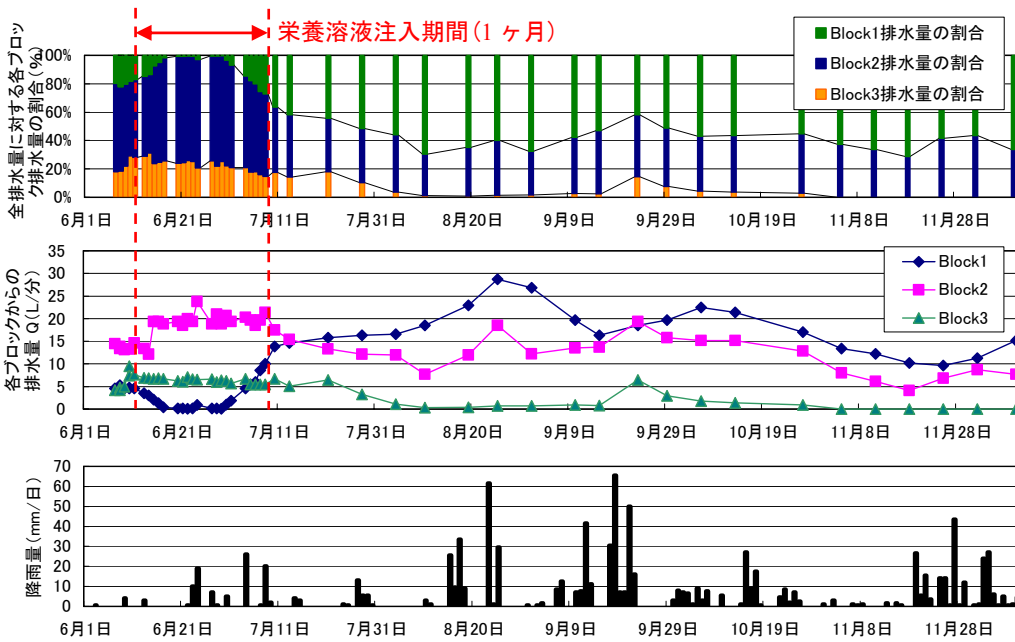


図-4 各ブロックの暗渠からの排水量と降雨量に関する経時変化図

注入開始前と 6 ヶ月後でほぼ同じである。ただし，Block2 と Block3 で減少した排水量相当が，Block1 で排水量増加となった。

- ④注入期間における排水の pH は 6.8 程度の中性域であり，注入前の pH≒7 と同程度であった。注入開始から注入終了後までの期間における周辺地下水位分布は，季節変動および降雨による微変動のみであり，大きな差異は見られなかった。

5. おわりに 今回の現場実証実験の結果，Block3 では排水量が滲水程度まで減少，Block2 では注入開始当初と比べて排水量が 4 割程度まで減少する結果を得ることができ，BioSealing 技術を用いた遮水工が，漏水部の遮水性を高めることができる技術であることが確認できた。この結果，注入範囲を拡大すれば全体の湧水量を抑制することも可能であると考えている。今後，暗渠を掘り出した後，暗渠有孔部周辺と暗渠周辺地盤を目視確認し，遮水に貢献したと思われる生成物を採取して詳細に分析する予定である。

参考文献 1) M. Blauw, J.W.M. Lambert and M.N. Latil: BioSealing: a method for in site sealing of leakages, *Proc. Int. Symp. Ground Improvement Technologies and Case Histories*, Singapore RPS, pp.125-130, 2009. 2) 譽田，橋本，藤原，田中，Lambert, Harkes: 室内試験による BioSealing 技術を用いた遮水効果の確認工の効果，土木学会第 67 回年次学術講演会(投稿中)。3) 気象庁：気象統計情報，<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>。