

トンネルに発生する鉄バクテリア汚泥の抑制に関する研究

東日本旅客鉄道(株)
東日本旅客鉄道(株)
(財)鉄道総合技術研究所
(財)鉄道総合技術研究所

正会員 ○ 新田 昭彦
川越 義勝
正会員 上原 元樹
正会員 佐々木孝彦

1.はじめに

トンネル内では漏水箇所に、鉄バクテリア(細菌)による茶褐色の寒天状汚泥が発生する場合がしばしばある(図1)。この鉄バクテリア汚泥は、塩水、淡水に関わらず発生することがわかっており、山岳トンネル、都市トンネル、海底トンネルなど、各トンネルにその発生が認められている。このような鉄バクテリア汚泥は、硫酸還元バクテリアと共生し、硫化水素臭の異臭(たまごの腐ったような臭い)を生じることがある。また、この鉄バクテリア汚泥が樋掛部や排水溝を詰まらせたり、道床を汚染したり、帯水により軌道短絡などを引き起こす等の問題も生じている(図2)。特に、排水障害により停留した水が塩分を含む場合、コンクリート構造物の鉄筋腐食の原因となることもある(図3)。したがって、この鉄バクテリア汚泥は、発生は許されるものの堆積しないよう定期的に除去することが望まれる。しかし、現実には定期的な清掃は多くの労力を要する。そこで、湧水中に投入して、徐々に抗菌成分が溶け出すことにより鉄バクテリア汚泥の発生を抑制する薬剤が開発された⁽¹⁾。しかし、開発された薬剤は漏水量、徐放量とバクテリア汚泥発生抑制効果との相関が明らかでないことにも起因して、実際に使用されるには至っていない。

今回、鉄バクテリア汚泥の発生を抑制する徐放性薬剤を新たに試作し、それを山岳トンネルに設置し効果の検証を行ったので報告する。

2.試作薬剤

市販の鉄バクテリアであるスチフェロスネータンス(財団法人発酵研究所、菌株番号IFO-13543)に対して、試作した薬剤の各抗菌成分の最小発育阻止濃度(MIC)を求めた。その結果、ジデシルジメチルアンモニウムクロライド(以下DDACと略記する)のMICは0.5mg/lとその効果が他の薬剤に比べ大きいことがわかった。そこで、このDDACをホワイトカーボン(自動車のタイヤ等に使われるシリカ微粉)に吸着させ、徐放性をコントロールするために牛脂水添脂肪酸、ヒマシ硬化油、ポリエチレングリコール等で練り混ぜ徐放性の異なる石鹸状薬剤を数種作製した。



図1 鉄バクテリア汚泥



図2 排水溝がつまり湧水が溢れ出た例



図3 腐食した鉄筋

キーワード:鉄バクテリア、トンネル、排水障害、道床汚染、軌道短絡

連絡先:仙台市宮城野区6-31-2 TEL:(022)266-2397 FAX(022)266-2404

3. 試験概要

各薬剤をそのまま、あるいはポリエチレン製メッシュ袋に入れ、鉄バクテリア汚泥が発生する山岳トンネルの湧水発生箇所に設置し、鉄バクテリア汚泥の発生抑制効果を検証した。その際、鉄バクテリア汚泥が堆積しやすい環境とするため、湧水を透明アクリル板で堰き止めた(図4)。

4. 試験結果

表1は、鉄バクテリア汚泥発生抑制試験の結果である。図5は鉄バクテリア汚泥発生抑制薬剤の効果を検査した写真の一例である。図5に示すように、薬剤の設置により鉄バクテリア汚泥の発生は抑制され効果が認められた。表1から徐放量の大きな薬剤の汚泥発生抑制効果は、湧水流量180ml/min～330ml/minの環境においては2週間程度であり、薬剤は完全に溶解しきってしまい残存しなかった。一方、徐放量の小さい薬剤は図5にも示されるように3～4カ月経過時にもその効果が認められ、薬剤の残存が確認された。しかし、残存した薬剤は膨潤し形態が崩れていたことから、薬剤成分が消費され石鹼状部分のみ残存したと推察できる(試験番号7及び9)。この結果と薬剤成分との関係から、本環境では、およそ5mg/l～6mg/lのDDAC溶出量となるように薬剤を設置すればよいことがわかった。

5. まとめ

今回作製した薬剤は、効果の持続性と漏水環境から3～4カ月に1回程度の薬剤交換が必要である。今後、汚泥発生抑制効果の持続性延伸化を試みると共に、実環境における薬剤の有効な設置法、交換サイクル等を検証していく予定である。

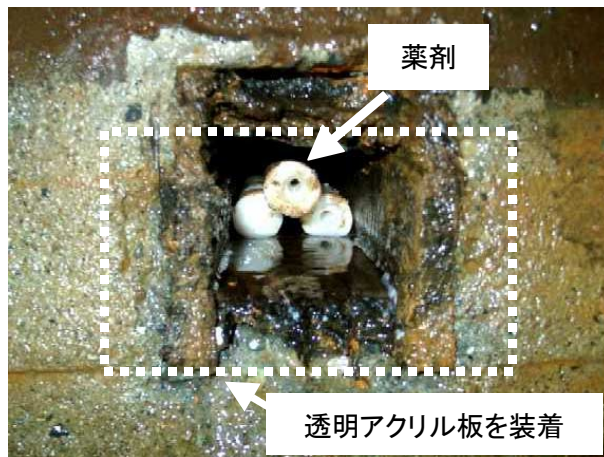


図4 薬剤の設置状況

表1 バクテリア汚泥抑制試験結果

試験番号	設置箇所	設置薬剤型(徐放量)	流量(ml/min)	汚泥発生抑制効果(試験期間)
1	A	大	180	○(14日)
2	B	大	330	○(36日)
3	A	中	180	○(29日) ○(55日)
4	B	中	微量	×(89日)
5	B	中	微量	◎(89日)
6	B	中	微量	×(89日)
7	B	小	330	○(89日)
8	A	中	180	○(70日)
9	A	小	130	○(107日)

鉄バクテリア汚泥◎発生せず、○少量発生、×発生

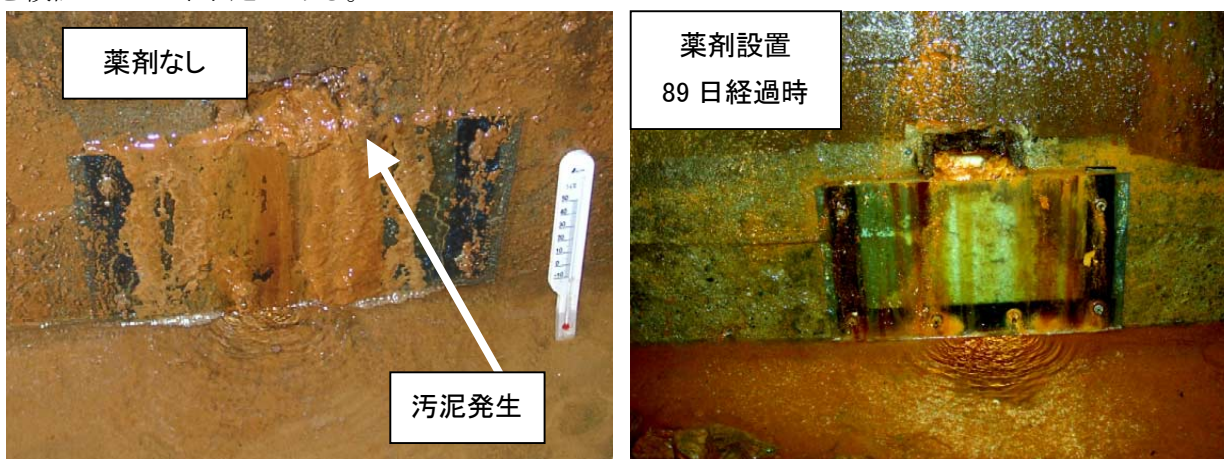


図5 鉄バクテリア発生試験(試験番号7)

参考文献

- 1) 立松英信、山野勝次、滝永進、桜井孝：トンネル内微生物のスライムによる被害とその防止対策（第1報）、鉄道技術研究所速報 No.81-187, P.18-35, (1981)