

## バイオバリアに用いる粒状の生分解性樹脂の設置方法に関する検討

大成建設（株）技術センター 正会員 ○高畑 陽  
 大成建設（株）技術センター 正会員 伊藤 雅子  
 大成建設（株）技術センター 正会員 副島 敬道

### 1. はじめに

地盤中の有用微生物を用いて汚染地下水の拡散防止を行う技術はバイオバリア<sup>1)</sup>と呼ばれている。本技術は、好気性細菌または嫌気性細菌を利用する技術に大別されるが<sup>2)</sup>、後者は水素供与体となる溶存性の有機物を少しずつ長期的に放出することができる徐放性の高分子材料（生分解性樹脂など）を帯水層に設置し、長期的に有用な嫌気性細菌を活性化させて汚染物質を無害化することで汚染地下水の拡散を防止する技術である。この技術は浄化材料を一度地盤に設置すれば長期的にメンテナンスフリーで浄化できる利点があり、硝酸性窒素<sup>3)</sup>や塩素化エチレン類<sup>4)</sup>を対象として実汚染帯水層での浄化実証試験が行われている。

筆者らは、長期的に水素供与体を供給する材料として嫌気環境でも分解性を有する特殊な生分解性樹脂（PEOx-PLA）の性能について検討を行い<sup>5)</sup>、本樹脂を微粉化した粉末（以下、微粉化樹脂）を水中にコロイド状に分散させて帯水層に注入する方法について報告している<sup>6)</sup>。微粉化樹脂は液状の浄化材と同様に注入管から帯水層へ供給でき、注入管から一定範囲まで樹脂を到達させることができる一方で、粒径が細かいために帯水層での寿命は数年程度であることが帯水層での浸漬試験の結果から明らかとなっている<sup>5)</sup>。

本報では、生分解性樹脂を効率的かつ安価に帯水層に設置するため、微粉化樹脂の原料となる粒状の生分解性樹脂（以下、粒状樹脂）を小型重機により帯水層の設置方法を微粉化樹脂の注入試験を実施した同じ帯水層で試験し、生分解性樹脂の設置効率を比較した結果について報告する。

### 2. 粒状樹脂の設置方法

#### 2.1 使用した粒状樹脂

使用した粒状樹脂は、注入試験<sup>6)</sup>で用いた微粉化樹脂を粉砕する前の樹脂ペレット（平均粒径約4mm）を用いた。かさ比重は0.34であった。

#### 2.2 粒状樹脂を埋設する地盤の性状

粒状樹脂の設置試験は微粉末樹脂の注入試験<sup>6)</sup>と同一のサイトで行い、地下水位は概ねGL-3m、粒状樹脂の設置対象とする帯水層はGL-3m～GL-9mの砂層を対象とした（図-1）。

#### 2.3 粒状樹脂の帯水層への設置手順

粒状樹脂の設置手順を図-1に示す。本試験では、圧力配管用炭素鋼鋼管（STPG40A Sch/80）の先端に着脱式コーン（炭素鋼鋼材 S45C 製）を装着し、自走式の小型バイブドリル（ECO-3V、YBM 社）を用いて所定の深度まで鋼管を打設した。着脱式コーンは鋼管とは分離できる構造（写真-1）となっており、打設時に地下水の侵入を防ぐために環境に無害なグリースを着脱式コーンの円筒部表面に塗布した後で鋼管に挿入し、鋼管と一体化させた。次に、5～12mmの玉砂利（250g）と粒状樹脂（72g）を交互に21回に分けて打設した鋼管内に充填し、その上に玉砂利を充填した。最後に、着脱式コーンと鋼管を地盤内で分離し、鋼管のみをバイブドリルで引き上げるにより、粒状樹脂を地盤に残置させた。

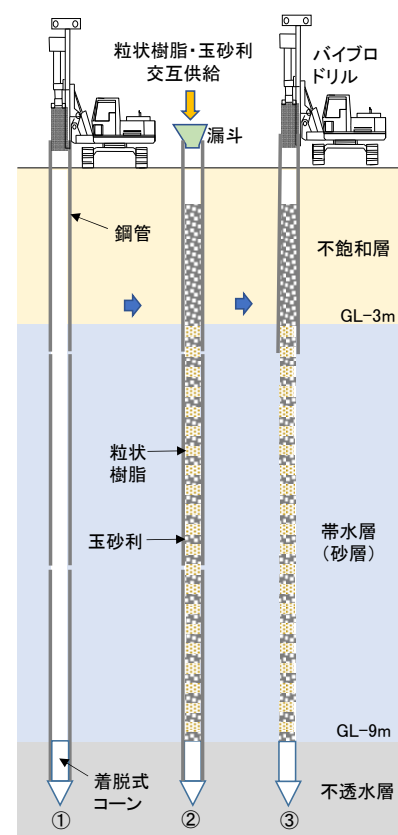


図-1 粒状樹脂の設置手順

キーワード 地下水汚染, バイオバリア, 粒状樹脂, 生分解性樹脂, バイブドリル

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設（株）技術センター TEL 045-814-7224

3. 粒状樹脂設置の試験結果

本試験では事前に GL-3m～GL-9m の範囲を全て粒状樹脂で充填して鋼管の引き抜きを試みたが、粒状樹脂は鋼管と共に上がりして残置させることができなかった。そのため、試験方法に示すように粒状樹脂を比重の大きな玉砂利と交互に鋼管に充填した結果、粒状樹脂を地盤に残置できることを確認した。尚、試験方法に示した手順では、1 回の充填につき樹脂の約 3.5 倍の重量の玉砂利を用いたため、鋼管 1 本に充填した粒状樹脂の総量は 1.5kg であったが、1 回の充填につき樹脂の約 1.7 倍の重量の玉砂利を用いても鋼管と樹脂が共上がりせずに設置できることを確認した（鋼管 1 本に当たり設置できる粒状樹脂の総量は約 3kg）。

4. 粒状樹脂と微粉化樹脂の設置方法の比較検討

樹脂を粒状のまま地盤に設置する方法と微粉化した樹脂を液状にして地盤に注入する方法の施工時間を図-2（本報の施工方法）と図-3（既報の施工方法<sup>6)</sup>）のケースで比較検討した。双方の設置手順、樹脂供給量、施工時間を表-1 に示す。注入水中の微粉樹脂の存在量は 2kg/kL であり、注入管 1 本当たりの注水量は 1.5kL に設定した。この結果、約 3m のバイオバリアに同量（9kg）の樹脂を設置すると仮定した場合、施工時間については微粉化樹脂より粒状樹脂を設置する施工方法が若干短くなった。双方の工法で使用する重機や使用する鋼管の本数には大きな差はないが、微粉化樹脂の供給には大量の水と注入装置を準備する必要があるだけでなく、樹脂自体の加工費も必要となる。したがって、樹脂重量あたりの設置費用は、微粉化粉末を用いる場合と比較して樹脂粒状を用いれば大幅に低減できると考えられた。

5. まとめ

小型重機を用いて粒状樹脂の設置を行えば、微粉化樹脂と同等以上の効率で生分解性樹脂を地盤に設置でき、施工費用も低減できることが本実証試験の結果で明らかとなった。一方、本技術で確実に汚染地下水の拡散を防止するためには、実地盤における粒状樹脂の地下水への有機物供給速度や樹脂設置地点からの有機物の拡散範囲を予測し、粒状樹脂の設置量や設置間隔を適切に計画する必要がある。現在、粒状樹脂設置後に周辺の観測井戸で地下水観測を実施しており、その結果に基づき設計手法を確立していく予定である。

参考文献

1) A. Careghini et al: Biobarriers for groundwater treatment: a review, Water Science & Technology, Vol.67, No.3, pp.453-468, 2013.

2) 平田健正ほか：最新の土壌・地下水汚染原位置浄化技術，シーエムシー出版， pp.167-171（2012）．

3) 副島敬道ほか：生分解性プラスチックを利用した硝酸性窒素汚染地下水の原位置浄化実証試験，土木学会論文集 G, Vol.63, No.1, pp.58-67, 2007.

4) 中島誠ほか：バイオバリアによる地下水中塩素化脂肪族炭化水素（CAHs）の自然減衰促進（その2）：地下水学会誌，No.47, No.2, pp217-233, 2005.

5) 伊藤雅子ほか：徐放性を有する新規微生物浄化剤「PEOx-PLA」の配合条件の検討，土木学会第 73 回年次学術講演会，VII-091, pp.181-182, 2018.

6) 高畑陽ほか：帯水層に対する高比重微粉末樹脂の注入試験，土木学会第 73 回年次学術講演会，VII-092, pp.183-184, 2018.



写真-1 着脱式コーンの鋼管への装着状況

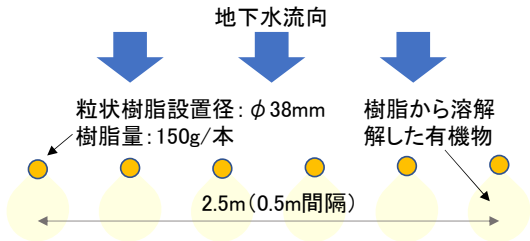


図-2 粒状樹脂の設置方法の平面概略図

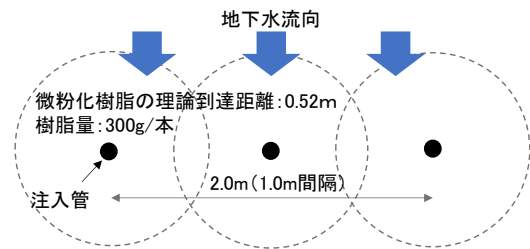


図-3 微粉化樹脂の注入方法の平面概略図

表-1 樹脂材料の設置手順と施工時間

| 使用材料  | 設置手順                       | 樹脂供給量              | 施工時間                      |
|-------|----------------------------|--------------------|---------------------------|
| 粒状樹脂  | 40A鋼管設置<br>⇒浄化材設置<br>⇒鋼管引抜 | 1.5kg/本×6本<br>＝9kg | 70分×6本<br>＝420分           |
| 微粉化樹脂 | 40A鋼管設置<br>⇒浄化材注入<br>⇒鋼管引抜 | 3.0kg/本×3本<br>＝9kg | 150分×3本<br>＋50分<br>＝500分* |

\*微粉化樹脂の注入：150分、鋼管設置＋鋼管引抜：50分