

吸着材による重金属汚染物質の除去浄化システムの開発

広島工業大学 正会員 鈴木 健夫
広島ガス株式会社 正会員 ○今田 直登
広島ガステクノ・サービス株式会社 六車 仁

1. はじめに

国の調査では、国内の土壤汚染は約 90 万サイト（面積：約 2,000km²）あり、その約 60 %がヒ素、鉛のような重金属類汚染である。この土壤汚染の対策費は約 17 兆円と試算され、汚染サイトは年々増加している。土壤汚染の浄化では、現在「掘削除去法」が多く使用されてきたがコストが高く、土砂の最終処分場のひっ迫や施工中の二次汚染などの問題があり、平成 22 年の改正土壤汚染対策法においては「掘削除去法」への偏重が是正された。そのため、今後の土壤汚染対策では、汚染土壤を現地で浄化する「原位置浄化」への期待が高く、実用化が求められている。そこで広島ガスグループでは原位置浄化システムの開発を平成 20 年より開始している。

2. 原位置における除去浄化システムの概要

これまでの原位置浄化技術は、揮発性有機化合物など一部の汚染物質に対する技術開発は実用化されているが、重金属類汚染への抜本的な浄化技術は研究段階である。そこで重金属汚染の原位置浄化技術の調査・研究を進めた。その結果、①吸着材による重金属類浄化技術の可能性 ②吸着材料として人工ゼオライトの有用性 ③地下水流や炭酸ガス注入による汚染土壤からの重金属類溶出促進などが確認できた。この研究成果から、人工ゼオライトを利用した重金属類汚染物質の除去浄化システムを考案した。

このシステムは、重金属類汚染物質を含む汚染土壤に、スリット等の通水孔を設けたパイプ（吸着管）を多数設置し、その中に人工ゼオライトなどの吸着材を配置し、地下水流を利用して汚染土壤から汚染物質を溶出させ、人工ゼオライトに吸着させる。そして汚染物質を吸着した吸着材を取り出すことで、汚染物質を土壤中から除去する。汚染物質の地下水への溶出を促進させるため、地下水を揚水ポンプで揚水し、汚染土壤中を流れる地下水流量を増加させる。地下水位上部の不透水層にある汚染土壤は、揚水した地下水を不透水層へ浸透させ、土中の汚染物質を地下水へ溶出させる。さらに汚染物質の溶出を促進させるため汚染土壤中に炭酸ガスを注入し、汚染土壤周辺環境を酸性化させ、汚染物質がより多く地下水へ溶出させる。当システムの特徴を表 1 に記す。

表 1：当工法の特徴

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">① 原位置における重金属類汚染対策では唯一の浄化工法② 掘削除去では問題となる地下水の影響を受けない。③ 重金属以外の揮発性有機化合物類の浄化も可能④ 環境基準の 100 倍程度から環境基準以下まで浄化可能⑤ 地盤条件は砂質粘性土でも可能⑥ 臨海部などの海水の影響があっても対応可能⑦ 地下施工後は地上部のほとんどを駐車場等へ使用可能⑧ 浄化期間は 2～5 年程度で完了する。⑨ 浄化コストは掘削除去法より安価である。 |
|---|

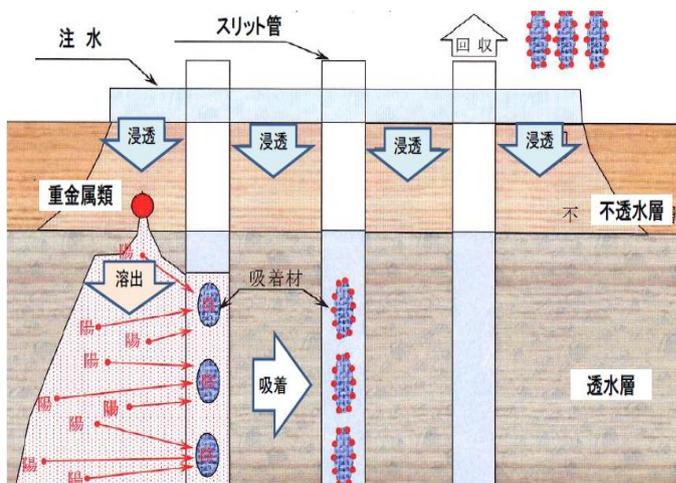


図 2：当システムの吸着浄化の概要

キーワード 原位置浄化、人工ゼオライト、土壤浄化、重金属類汚染

連絡先 〒736-0056 広島県安芸郡海田町明神町 2 番 118 号 広島ガス株式会社 技術研究所

TEL 082-822-0795

3. 汚染土壌での試験確認

当システムの実用化を確認するための試験を行った。まず小型水槽を用いた室内試験で汚染土壌の浄化試験を行い、人工ゼオライトによる除去浄化性能を確認した。この試験結果から、平成 24 年度より実際の汚染土壌での除去浄化の確認試験を実施した。試験概要を表 2 に示す。

表 2：現地試験の概要

| |
|---|
| 試験目的：実際の地盤条件での浄化確認 |
| 詳細事項：①現場土壌・地下水での吸着材の吸引性能 |
| ②汚染土壌からの汚染物質溶出促進確認 (地下水流・炭酸ガス) |
| ③実用化に向けた各種検討 |
| 試験場所：広島ガス技術研究所 土壌試験ヤード |
| 止水構造：不透水層までⅢ型鋼矢板構築 (L=15m) |
| 試験土量：72.6m ³ (2.4m×2.4m×12.6m) |
| 汚染物質：ヒ素化合物 |
| 溶出濃度：環境基準の約 100 倍 (ヒ素化合物の環境基準値：0.01mg/l) |
| 試験期間：平成 24 年 12 月より 2 年間程度 |



写真：土壌試験ヤード状況

現地試験は、土壌試験ヤード内に有孔管φ100を設置し内部に人工ゼオライトを主体とした吸着材を設置し、試験ヤード内の地下水に溶出した汚染物質を吸着させる。この吸着材を定期的に交換することで、土壌中の汚染物質を低減させる。浄化効果の確認は定期的に試験ヤード内の地下水を採取分析し、汚染濃度の変化を確認した。なお試験ヤードは、不透水層内まで施工した鋼矢板で仕切っており、外部環境とは完全に遮断されている。また汚染物質の除去浄化効果を段階的に確認するため、①静水状態試験(吸着材単体での性能確認)②地下水流加速試験(ポンプ揚水により地下水流の増加、揚水地下水は試験ヤード地表面より浸透させる)③炭酸ガス注入試験の順に試験を行った。その結果、試験開始時の地下水汚染濃度は予想を超える環境基準の 270 倍であったが、静水状態試験で人工ゼオライトが予想よりも多くのヒ素を吸引除去した。揚水ポンプによる地下水流増加試験では、汚染土壌からのヒ素溶出の加速が確認され、多くのヒ素が溶出した。さらに炭酸ガス注入試験を 2 回実施し、汚染土壌からのヒ素溶出効果が確認できた。その他にヒ素イオンと結合する地下水中の共存イオンの除去試験など行い、試験開始から 1 年 10 か月(平成 26 年 10 月時点)で、地下水汚染濃度が環境基準以下となり、実際の汚染土壌での除去浄化が確認できた。

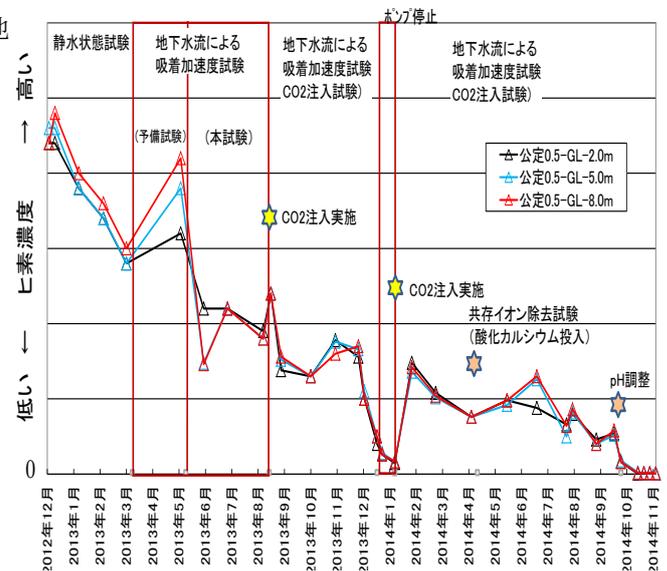


図 3：現地試験での地下水汚染濃度の推移

4. まとめ

実際の地盤条件での浄化試験の結果以下の成果が確認でき、当システムの妥当性などが確認できた。

- ① 地下水の静水状態や水流状態でも、人工ゼオライトによる汚染物質の吸引が確認できた。
- ② 揚水ポンプによる地下水流により、土壌からの汚染物質溶解促進が確認できた。
- ③ 炭酸ガス注入により汚染土壌から多くの汚染物質の溶解が確認できた。

現在、システムの見直しや、その実用化を検証するため汚染土壌における「小規模実証試験」を平成 27 年 6 月から実施している。最後に、広島ガスグループでは当システムを中心に汚染土壌浄化事業に取り組み、地球環境の負荷低減による社会貢献を行い、グループ理念である「地域社会から信頼され選択される企業グループ」をめざす。