

バイオスパーキング工法によるベンゼン汚染地下水の原位置浄化

(株) 大林組 技術本部 正会員 ○西川 直仁
 東邦ガス (株) 生産計画部 正会員 桐山 久
 (株) 大林組 名古屋支店 正会員 藤井 治彦
 (株) 大林組 技術本部 正会員 石川 洋二

1. 目的

バイオスパーキング工法は地下水位以深の飽和帯水層に空気と栄養塩を注入することにより、揮発による汚染物質の抽出と土中微生物の活性化による汚染物質の分解の二つの浄化効果を促進する原位置処理工法である。本報では、石炭ガス製造工場跡地においてバイオスパーキングを二つの帯水層に対して適用してベンゼンによる地下水汚染を浄化した工事事例について概説し、同工事のモニタリング結果を用いてバイオスパーキング工法による地下水浄化の特性について検討した結果を報告する。

2. 浄化工事の概要

今回、バイオスパーキングを適用したサイトにおける浄化対象は第一および第二帯水層の地下水中のベンゼン汚染であり、ベンゼンの最大濃度は 14mg/L であった。第一帯水層の土質はシルト混じり砂、第二帯水層は細砂・中砂であった。バイオスパーキングの適用断面模式図を図-1 に示す。スパージ井戸は第一・第二帯水層に個別に設置し、被圧された第二帯水層ではガス回収用に鉛直吸引井戸を設置した。スパージ井戸の間隔は 4.5m、空気注入量は 60L/min とした。浄化運転期間は現時点で約 1 年である。

3. 浄化期間中のベンゼンの浄化

浄化運転開始後、15 地点の観測井戸（第一帯水層 7 地点、第二帯水層 7 地点、両層貫通 1 地点）において、地下水中のベンゼンの濃度低下を測定した。各観測井戸における濃度低下状況を図-2 に示す。個別の井戸で浄化速度は異なるが、約 1 年間の浄化運転で、ほとんどの井戸が環境基準以下となっている。

ベンゼンの浄化傾向をより全体的にとらえるため、測定値を帯水層ごとの平均値で整理した結果を図-3 に示す。両帯水層とも全体としては 1 次反応式で表現できる浄化傾向が確認できた。浄化運転開始前の

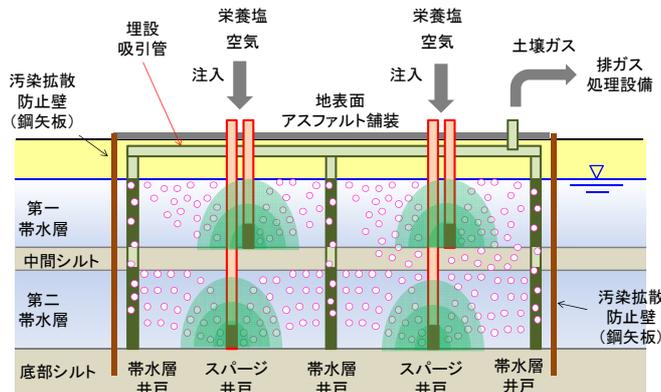


図-1 バイオスパーキング模式図

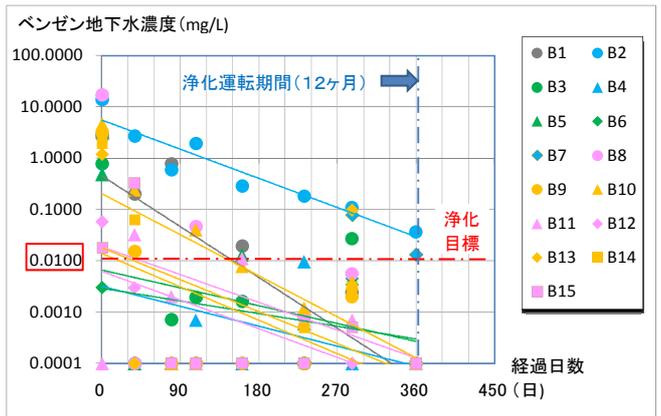


図-2 全観測井戸における浄化傾向

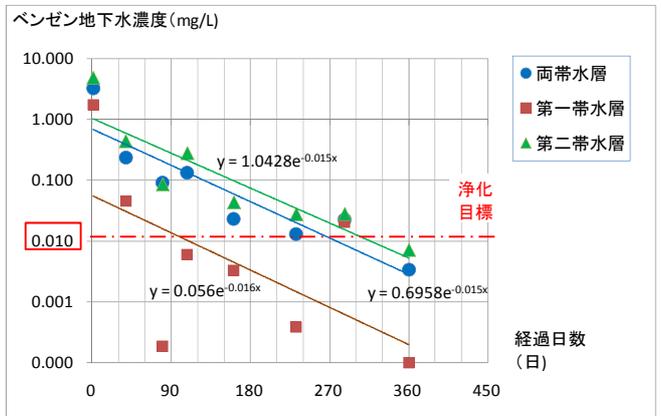


図-3 帯水層別に整理した浄化傾向

キーワード 原位置処理、バイオスパーキング、ベンゼン、地下水、浄化

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 株式会社大林組技術本部エンジニアリング本部 TEL03-5769-1057

時点では、空気の流れに制約を受けやすい被圧第二帯水層の浄化が第一帯水層より遅れることが懸念されたが、第二帯水層でも第一帯水層と同程度の浄化進捗が確認できた。

4. 浄化期間中のベンゼン揮発量

バイオスパーキングによる二つの浄化効果のうち、揮発促進による浄化効果を確認するため、浄化運転期間中、土壌ガス中のベンゼン濃度を検知管で毎日測定した。測定値の1ヶ月平均の推移を図-4に示す。

運転開始後約1ヶ月はベンゼン濃度が10ppmを越えていたが、2ヶ月目以降は、2~5ppmの範囲で推移している。運転開始後約1年経過した時点でも一定のベンゼン回収量が継続しているのは、今回のサイトで対策範囲に共存する油分の影響が考えられる。

5. 浄化期間中の地下水水質の変化

バイオスパーキング運転中は、帯水層中への空気と栄養塩注入により地下水の水質が変化するが、この変化はもう一つの浄化効果である土中微生物の活性化による汚染物質の浄化に影響を与えられられる。地下水水質とベンゼンの浄化の関係を確認するため、浄化運転開始後に地下水中のpH、ORP、溶存酸素(DO)を前述の15地点の観測井戸においてほぼ1ヶ月おきに測定した。全井戸の測定値の平均値の推移を図-5~図-7に示す。

地下水のpHについては、運転開始時に約8.0の弱アルカリ性であったが、浄化運転に伴いpHが徐々に低下し、運転開始から約4ヶ月以降はおおむねpH6.0前後の酸性で安定して推移した。地下水のORPについては、運転開始時に約100(mV)であったが、浄化運転開始後に徐々に上昇し、やはり運転開始からおよそ4ヶ月後以降は250(mV)前後で安定した。

一方、溶存酸素(DO)については、運転開始から約1年後まで3.0~4.0(mg/L)の範囲でほぼ横ばいで推移し、明確な増減傾向はみられなかった。

以上より、pHおよびORPはバイオスパーキング工法の管理指標として有効であると考えられる。

6. おわりに

バイオスパーキング工法によるベンゼン地下水汚染の浄化工事のモニタリング結果より、同工法の浄化特性について明らかにした。本事例については、今後、土壌の浄化モニタリングデータもあわせて、より詳細な評価を行う予定である。

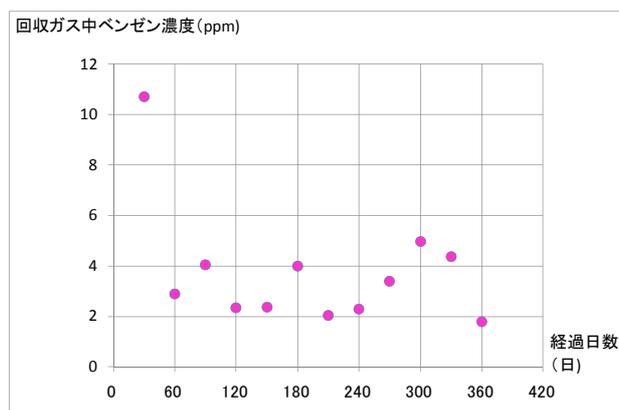


図-4 回収ガス中のベンゼン濃度の変化

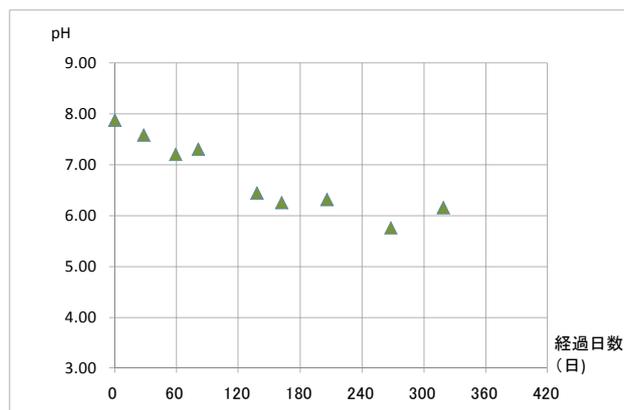


図-5 浄化期間中の地下水 pH の変化

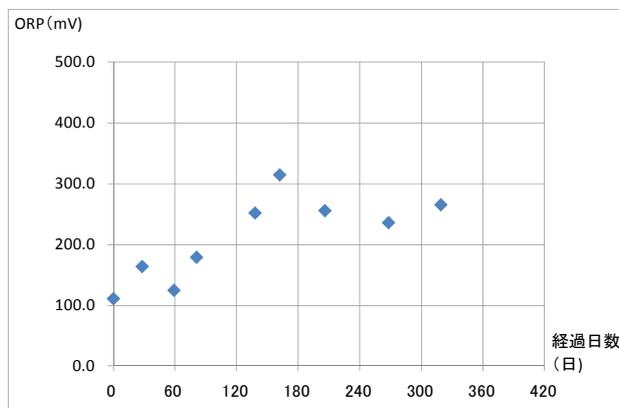


図-6 浄化期間中の地下水 ORP の変化

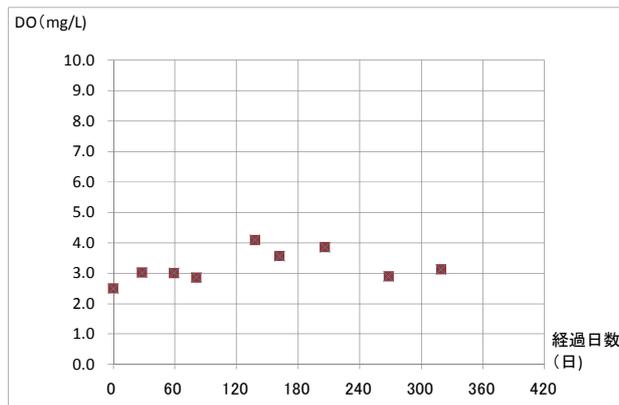


図-7 浄化期間中の地下水 DO の変化