

燃料油に汚染された土壌・地下水を対象としたバイオスパーキング工法の適用事例

鹿島道路株式会社 正会員 ○中村 嘉元
同 上 正会員 阿部 裕

1. はじめに

平成 15 年に土壌汚染対策法が施行されて以降、不動産の取引等において土壌汚染に対する関心が大きくなり、特定有害物質およびそれらが含まれる物質を扱っている事業所用地では、土壌調査が行われ、土壌汚染が確認されると浄化対策が行われるようになってきている。

ここでは、ガソリンスタンド跡地のベンゼンおよび油分により汚染された土地に対して、バイオスパーキング工法を適用し、いくつかの浄化指標の経時変化をもとに、合理的に浄化期間の推定を行った結果、効率的に浄化できたので、その事例について紹介する。

2. 適用場所と汚染状況

浄化したサイト周辺は、戸建てや低層マンションが密集する地域で、数十年前よりガソリンスタンドとして利用されてきた。本サイトは、ガソリンスタンド営業中に、何らかの原因により燃料油（ガソリン）の地下浸透が生じ、ベンゼンおよび油分による土壌・地下水汚染が発生した。汚染状況は、土壌が GL-1.0~8.0m においてベンゼン max3.8mg/L、油分含有量 max3,000mg/kg、地下水がベンゼン 0.32mg/L であった。

3. 浄化工法の選定

本サイトは、当初掘削除去法により浄化を進めていたが、掘削時に発生する騒音、振動等に対し、近隣住民からクレームが発生したため、ベンゼンおよび油分汚染浄化に対して有効な工法について比較検討を行い、周辺環境に影響が少ない現位置浄化工法である、バイオレメディエーションとエアースパーキングを組み合わせたバイオスパーキング工法を採用した。

4. 適用性調査

バイオスパーキングによる浄化を行うにあたり、浄化サイトにおいて表-1 に示す適用性調査を行った。適用性調査の結果、一部の土層において、透水係数が低い部分があったが、全体的には浄化可能と判断した。

5. 浄化設備の概要

本サイトは当初掘削除去法により浄化を行っていたため、概ね 5m を 1 つの単位区画とし、鋼矢板が設置されていた。よって注入設備についても基本的には、5m 区画を基本として設置した。注入設備の配置を図-1 に、代表断面を図-2 に示す。

6. 浄化運転の管理項目

本サイトでは、エア-および栄養塩溶液の注入を、約 4 ヶ月にわたって行った。注入開始後約 1 ヶ月は、運転音など周辺環境に及ぼす影響等を調整考慮したため、昼間のみの 8 時間運転とし、その後 3 ヶ月は 24 時間運転を行った。また、浄化運転中の管理内容を表-2 に示す。

表-1 適用性調査内容

項目	内容
注入井戸	スクリーン設置深度 8.0m
観測井	井戸深さ 5.0m
透水試験	透水係数： $10^{-4} \sim 10^{-6}$ m/s
粒度試験	20% 粒径：0.1~0.4 mm
エア-注入	溶存酸素濃度、水位変化、注入圧
生物分解	ベンゼン濃度減少率：10%以下

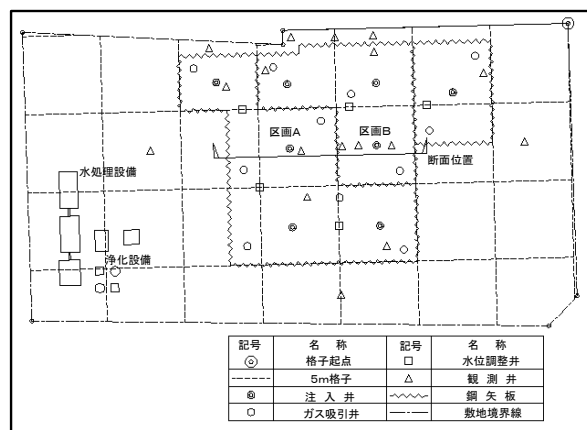


図-1 設備設置平面図

キーワード 土壌・地下水汚染、バイオレメディエーション、エアースパーキング、酸素消費速度

連絡先 〒112-8566 東京都文京区後楽 1 丁目 7 番 2 7 号 鹿島道路株式会社環境事業室 TEL 03-5802-8340

表-2 管理項目

管理項目	管理値	管理頻度
エア注入量	80~120L/min	1回/2~3日
栄養塩注入量	—	1回/2~3日
溶存酸素濃度	5.0mg/L以上	1回/2~3日
水温・水位	—	1回/2~3日

6. 代表的浄化指標の経時変化について

浄化指標を表-3 に、地下水ベンゼン濃度、土壌ガス濃度および酸素消費速度の経時変化を、図-3 (区画 B のデータ) に示す。

表-3 浄化指標

浄化指標	浄化目標値	管理頻度
地下水ベンゼン濃度	0.001mg/L未満	1回/2週間
土壌ガス濃度(ベンゼン)	0.05ppm未満	1回/2週間
酸素消費速度	10mg/L/hr以下	1回/2週間

この結果より、それぞれ 70 日, 98 日, 120 日程度で浄化目標値を達成していることがわかる。このうち、酸素消費速度は、微生物活性により油分の分解が行われている際には、酸素が盛んに消費され、また分解物質が減少すると酸素消費が減ることより、バイオレメディエーションによる浄化状況を確認するための指標として有効である。

8. 浄化期間の推定方法について

浄化運転が 3 ヶ月を経過した時点において、酸素消費速度のデータにより、浄化期間の推定を行った。推定方法としては、モニタリングの全データではなく、減少傾向が連続的に観測された期間を抽出し、指数関数により近似を行った。図-4 (区画 A のデータ) に示すように、推定の結果、概ね 4 ヶ月程度で浄化目標値 10mg/L/hr を満足し、浄化終了と判定され、実際の浄化においても本推定による期間でスパーキング運転を終了し、浄化確認を行った結果、次章に示すように浄化が完了した。

9. 浄化確認

浄化運転停止後、浄化確認として各区画においてボーリングを行い、土壌試料を採取し、ベンゼン溶出量等について試験を、観測井戸において 2 週間毎に地下水試料採取しベンゼンについて試験を行った。いずれの地点も土壌汚染対策法指定基準以下であった。表-4 に B 区画の土壌確認結果を、表-5 に A・B 区画の地下水の確認結果を示す。

10. おわりに

都市部の住宅密集地で、バイオスパーキング工法による土壌浄化工事を実施した。その結果、近隣に対して、騒音、エア注入によるガス拡散などの問題をさせることなく、安全かつ効率的に浄化を完了させることができた。今後は、汚染物質に関する浄化指標の検討を進め、より合理的な都市部における本工法の確立を目指したいと考えている。

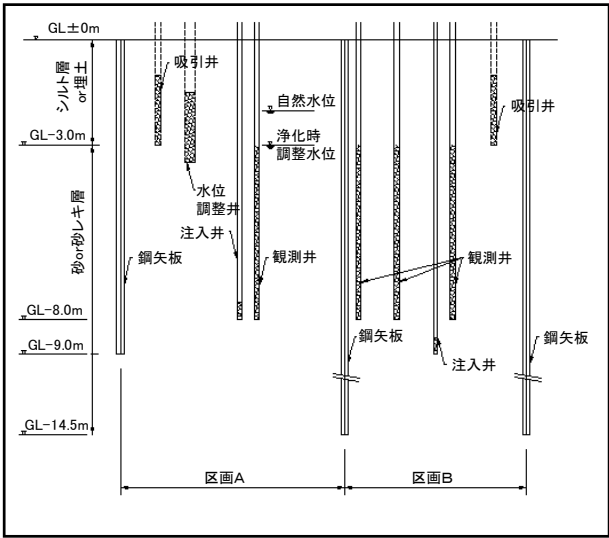


図-2 浄化設備の代表断面図

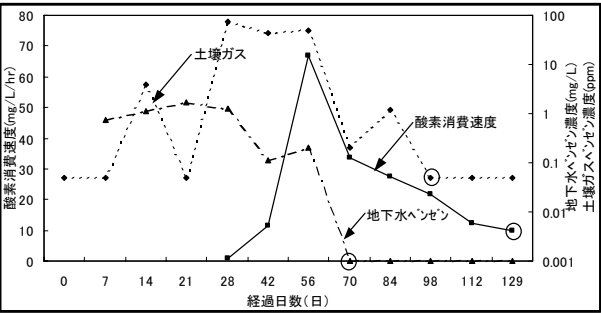


図-3 代表的浄化指標の経時変化図

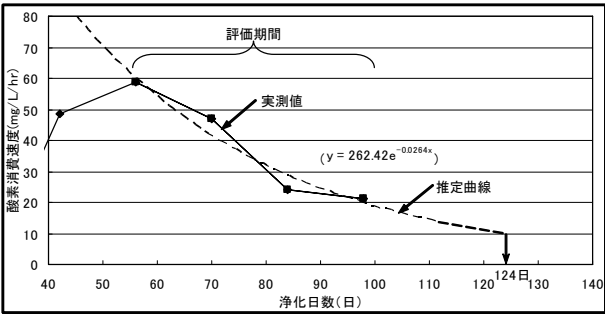


図-4 酸素消費速度による浄化期間推定図

表-4 土壌確認結果

確認深度 (GL- m)	ベンゼン溶出量 (mg/L)		TPH(GC-FID) (mg/kg)	
	浄化前	浄化後	浄化前	浄化後
5	0.99	<0.001	510	<100
6	0.58	<0.001	2,100	<100
7	0.089	<0.001	<100	<100
浄化基準	0.01 以下		1000 以下	

表-5 地下水確認結果

確認区画	ベンゼン (mg/L)			
	浄化前	1 回目	2 回目	3 回目
A	0.09	<0.001	0.001	0.002
B	0.73	0.002	<0.001	0.007
浄化基準	0.01 以下			