注水バイオスパージング工法を用いた複合汚染地下水の浄化

大成建設株式会社 東京支店 正会員 ○松尾 寿峰
大成建設株式会社 東京支店 正会員 鵜飼 泰希
大成建設株式会社 環境本部 正会員 大石 力
大成建設株式会社 環境本部 正会員 高橋 由布子
大成建設株式会社 土木技術研究所 正会員 高畑 陽

1. はじめに

豊洲新市場土壌汚染対策工事（7 街区）は，敷地面積約 13 万m^2，汚染土壌約 29 万m^3 を対象に，延べ 68.1 万m^3 の土壌を掘削した国内最大級の土壌汚染対策工事である．工事内容は，汚染土壌対策，汚染地下水対策に加え，敷地外周部への遮水壁の設置，液状化対策等を行う総合的な対策工事であった．本報では，同工事で浄化対象面積 4.1 万m^2 を対象に実施した地下水対策について報告を行う．

2. 目的

ベンゼンやシアン化合物による汚染地下水の原位置浄化方法の一つに注水バイオスパージング工法がある．（図-1に工法の浄化概念図を示す．）同工法は，スパージングによりベンゼン等の揮発性物質を気化回収し，生分解性のあるベンゼンやシアン化合物を，注水した栄養塩とスパージングした空気で微生物分解する技術で，汚染地下水対策で一般的に実施される揚水法に比べ，排水量を抑えることができる．一方，砒素や鉛などの非揮発性・非生分解性物質は，一般的にディープウェル等を用いた揚水・復水法により別途，浄化が行われるケースが多いが，浄化期間が長期間化する傾向があり，後工程に影響を及ぼすことが課題となる．

そこで，本工事では注水バイオスパージング工法の揚水・注水機能を向上させることで，ベンゼン・シアン化合物と同時に，砒素・鉛などが複合した汚染地下水の浄化にも対応できるものとした．

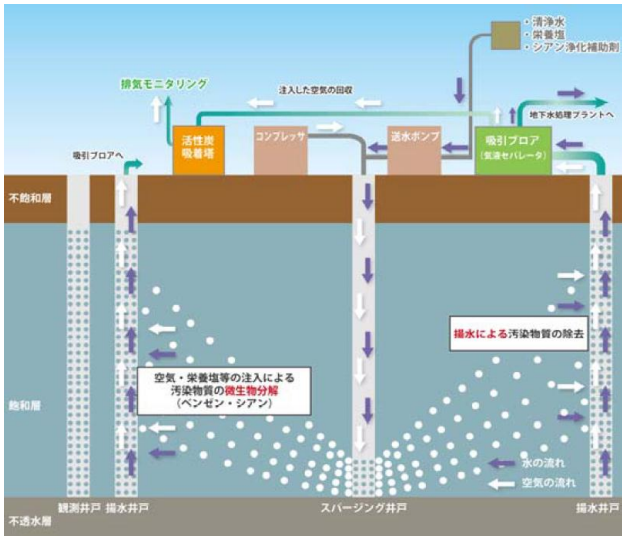

図-1 注水バイオスパージング工法の概念図

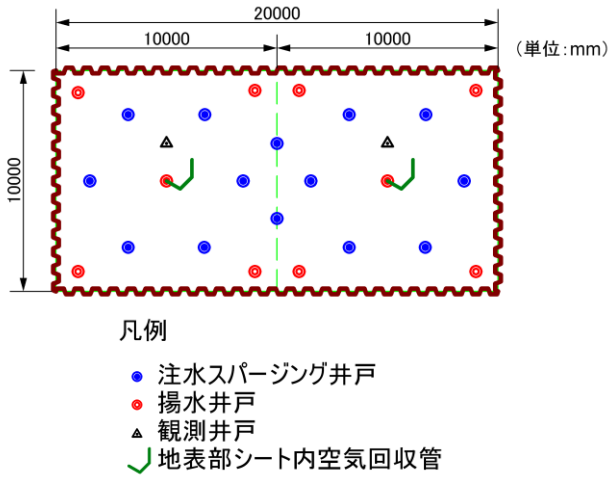

図-2 井戸配置例

3. 本工事での注水バイオスパージング工法

井戸配置例を図-2 に示す．本工事では揚水井戸と注水スパージング井戸の配置数量を通常の約 2 倍設置し，またスパージングするエアー量を調節することで，揚水・注水機能の向上を図った．

4. 浄化範囲と浄化状況

注水バイオスパージング工法で浄化を行った範囲の地下水汚染は，１区画 10ｍメッシュとして，ベンゼン 52 区画（0.011mg/L～5.2mg/L），シアン化合物 251 区画（0.1mg/L～6.9mg/L），砒素 3 区画（0.014mg/L～

キーワード 地下水対策，原位置浄化，バイオレメディエーション，スパージング，揚水
連絡先 〒163-6008 東京都新宿区西新宿 6-8-1 大成建設（株）東京支店 土木部 TEL 03-3348-1111

0.032mg/L)，鉛 6 区画（0.019mg/L～0.22mg/L)，カドミウム 1 区画（0.067mg/L）であった．対象地は，粘性土からなる有楽町層（不透水層）の上位に砂質土，粘性土、礫混じり土砂が分布する地質構造となっている [1)]．注水バイオスパージング工法を用いた地下水対策は，上述の不透水層上位の帯水層を対象とし，地下水位から不透水層までは平均 6.0m であった．なお，対象区画の地盤内に土壌汚染が存在した場合は掘削除去を行った後，注水バイオスパージングを実施した．写真-1, 2 に井戸の設置及び浄化状況の写真を示す．

写真-1　浄化井戸設置状況

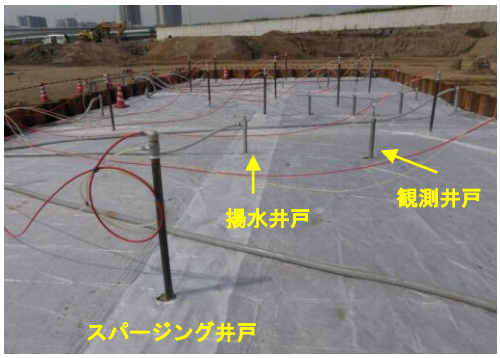

写真-2 注水バイオスパージングによる浄化

5. 浄化確認

浄化運転期間中は概ね毎日，観測井戸の水質を簡易分析法で測定した．簡易分析法により基本的に 3 回連続して地下水基準を下回ったことを確認した後，公定分析にて地下水基準以下であることを最終確認することで，該当区画の浄化完了とした．現場で実施した簡易分析法一覧を表-1 に示す．

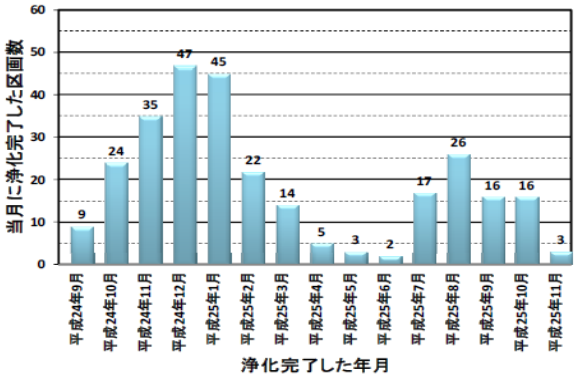

図-3　月毎の地下水浄化完了区画数

表-1　使用した簡易分析法一覧

対象物質	分析方法	地下水基準 (mg/L)	定量下限値 (mg/L)
ベンゼン	GC-PID法	0.01	0.002
シアン化合物	デジタルパックテスト（加熱蒸留法及び4-ﾋﾟﾘｼﾞﾝｶﾙﾎﾞﾝ酸ﾋﾟﾗｿﾞﾝ吸光光度法）	不検出 (0.1mg/L未満)	0.05
砒素及びその化合物	テストストリップ（比色法）	0.01	0.005
鉛及びその化合物	パックテスト（高選択性分子認識ゲルによる鉛濃縮およびPAR比色法）	0.01	0.01

6. 浄化期間

観測井戸における地下水中の対象汚染物質濃度が公定分析によって基準値以下になるまでの実質的な運転期間は，浄化開始後概ね 8 日間であった．全 284 区画の地下水浄化期間（公定分析にて対象汚染物質濃度が地下水基準以下になることを確認）は，約 1 年 4 カ月間（運転期間：平成 24 年 7 月～平成 25 年 11 月）であった．浄化が完了した区画数が最も多かった月は，図-3 に示す平成 24 年 12 月で，1 カ月間で 47 区画（概ね 4,700m^2）の浄化が完了した．

7. まとめ

注水バイオスパージング工法は，揚水・注水機能を向上させることで，ベンゼンやシアン化合物を短期間に浄化するだけでなく，砒素や鉛などの重金属による汚染が複合した地下水の浄化に対しても有効であることを確認できた．

参考文献

1) 東京都中央卸売市場（2008）：豊洲新市場予定地における土壌汚染対策等に関する専門家会議報告書