

エアースパーキング工法による影響範囲に関する考察

鹿島建設(株) 正会員 小林弘明 河合達司 川端淳一  
 東京ガス(株) 佐藤義幸 長澤知紀

1. はじめに

揮発性有機化合物で汚染された地盤において、帯水層中の地下水濃度低減に鉛直井によるエアースパーキング工法（空気注入工法）が知られている。同工法は帯水層中に空気を注入して汚染物質の揮発を促進させ、不飽和層に設置した土壌ガス吸引井から土壌や地下水から揮発した汚染物質を回収し、土壌を修復するものである。本試験では、ベンゼンで汚染された地盤で鉛直井によるエアースパーキング工法の現場実験を実施し、地下水位、溶存酸素濃度(DO)、電気伝導度(EC)の測定による各影響範囲について検討した。

2. 試験概要

試験サイトは、図 - 1 に示すように面積 400 m<sup>2</sup> (20m×20m)、深度 7.2m である。エア-注入井はストレーナ長さが 0.36m、深度 6.84 ~ 7.2m に設置され、土壌ガス吸引井はストレーナ長さが 0.5m、深度 2.5 ~ 3.0m に設置されている。観測井は中心より 2,3,4,5,10m 離れた位置にストレーナが深度 4.5 ~ 7.2m に 11 本設置し、同様に 1,2m の位置に深度 4.5 ~ 5.5m、6.7 ~ 7.2m に各 2 本ずつ設置した。図 - 2 に PMW - 1B でのボーリング調査結果による柱状図を示す。地下水位は深度約 2.7m で、地下水水面下は細砂層である。

エア-注入量は 124L/min で運転を行った。本注入量は別途実施した段階注入量試験より観測井で濁りが生じないこと、吸引量はガス吸引によって生じる地下水の汲み上げ量がガス回収に影響を与えないこと等を条件として設定した。運転期間は 28 日間である。

3. 試験結果

3-1 地下水位の影響範囲

注入開始前の水位を基準として、翌日からの地下水位測定の平均値と注入井からの距離ごとの関係を図 - 3 に示す。注入井からの距離が 1m で 1.6m 程度水位が上昇し、5m を超えると水位変化は生じていない結果となっている。地下水位の上昇量は不連続的かつ非定常的であるが、本試験期間中における地下水位の影響範囲は 4m 程度と推定できる。均質な地盤の場合、エア-注入井のスクリーン上部位置から初期地下水位までの距離 (=3.5m) と影響範囲はおおよそ同じとなる報告<sup>1)</sup>があるが、本試験ではそれよりも若干大きい傾向にある。

3-2 溶存酸素 (DO) の影響範囲

注入開始から 6 日後、20 日後の各観測井における溶存酸素濃度の鉛直分布を測定した結果を図 - 4 に示す。なお 7.5m 地点は測定不能なため、初期値の平均 0.2mg/L としている。溶存酸素濃度は経時的にみると徐々に拡大しており、注入開始 20 日後では注入井より 5m での溶存酸素濃度が 2~3mg/L であり、好気条件下で微生物活性

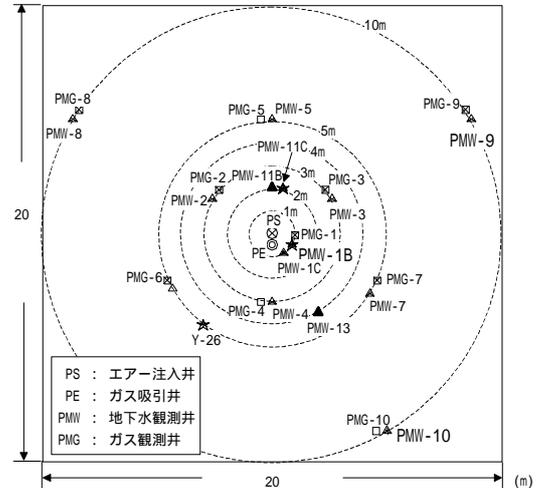


図 - 1 試験サイトの概要図

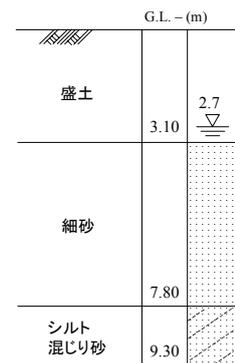


図 - 2 試験サイト柱状図 (PMW - 1)

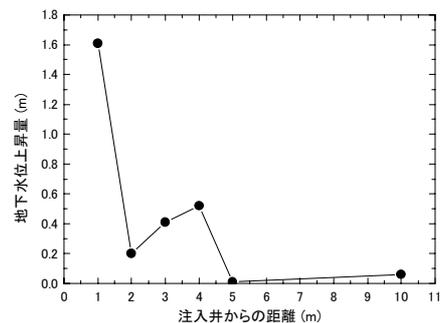


図 - 3 注入井からの地下水位の変化

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL.0424-89-7072 FAX.0424-89-7086

の促進が十分期待できる環境となっている。また図-5に深度4.5mでの注入開始20日後の平面分布図を示す。比較的同心円状に分布しているが、図上方に偏っている傾向にあり、地下水位の影響範囲より大きい様子が分かる。溶存酸素は比較的安定した値を深度毎に得ることができ、また時間と共に徐々に拡大していく傾向が示されており、影響範囲としては利用しやすいデータである。

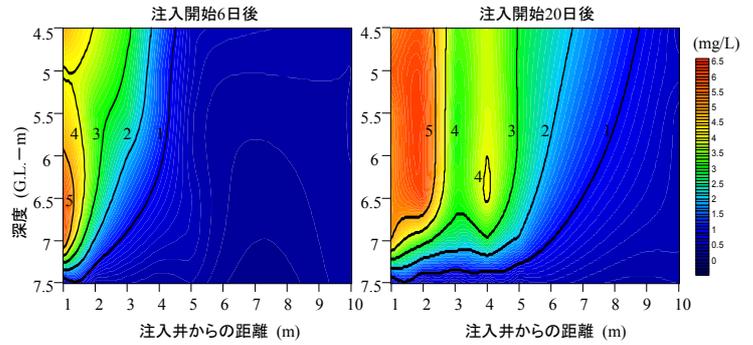


図-4 DOの断面分布の経時変化

3-3 電気伝導度 (EC) の影響範囲

スパージングにより注入したエアアの到達範囲を電気伝導度測定により評価した。エアアは観測井内で気泡として存在し、気泡の存在により電極が絶縁されるため電気伝導度値は不安定になる。つまり、エアア量が多い場合、観測井内の気泡も多量に存在し、電気伝導度値は大幅に変動する。その変動幅によりエアアの到達範囲を推定した。深度4.5mでの注入開始20日後の各観測井の電気伝導度値を測定し、変動のなかった観測井(PMW-10)の電気伝導度値を固定値として、その差からエアアの到達範囲を平面分布図にて図-6に示す。変動幅は微小であるが、エアアは10m(PMW-9)まで到達していることを確認でき、DOの影響範囲より大きい様子が分かる。

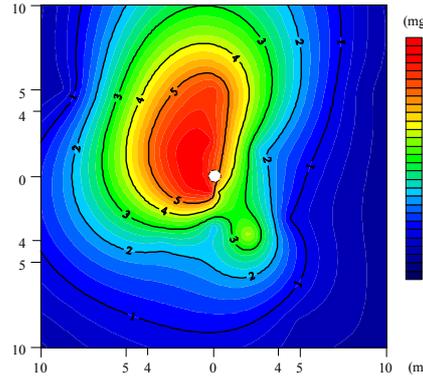


図-5 DOの平面分布図

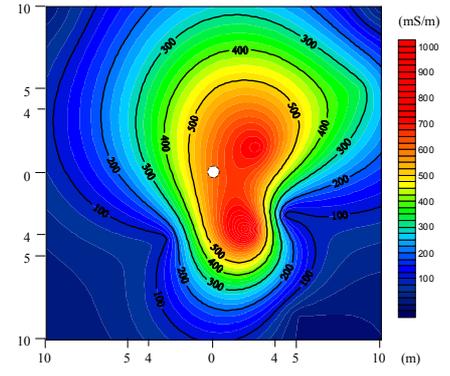


図-6 ECの平面分布図

4. 浄化効果の評価

試験開始後20日経過時点でのベンゼン地下水濃度より除去率を算出した結果を図-7に示す。平面図から除去された面積を推定すると、除去率70%以上は53.4m<sup>2</sup>であり、影響範囲を同心円状とすると約4mとなる。ベンゼン除去率の分布、地下水位、DO影響範囲、ECの影響範囲（変動幅の分布）を試験開始後、約20日間程度の時点で比較すると、図-8のようになる。注入井付近では変動は大きいものの約4m程度の範囲で地下水位上昇があり、浄化効果についてもこの範囲で70%以上の除去率となっており浄化効果が高い。一方生物分解が期待できるDOの領域(1mg/L以上)は、これらの分布より影響範囲が大きく7~8m程度以上となっており長期的な汚染物質の分解除去効果が期待され得る範囲である。またエアア到達範囲はDO増加範囲よりさらに大きく10m程度まで達している。

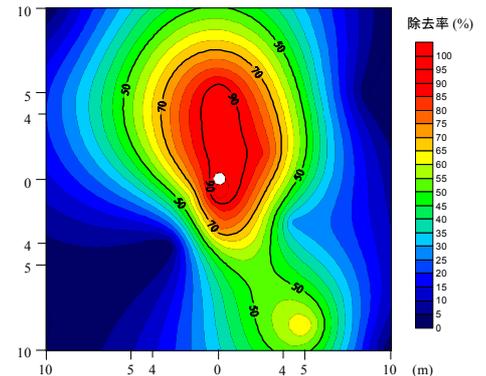


図-7 ベンゼン地下水濃度の除去率

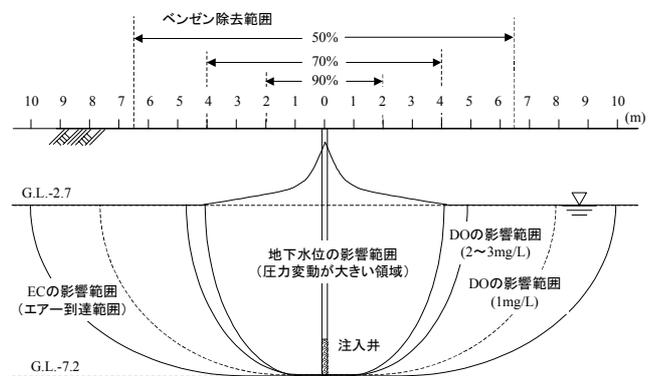


図-8 影響範囲の概念図

5. おわりに

エアアスパージング工法における各種の影響範囲についてその特性を述べた。これらについては地盤条件によって異なることと考えられ今後の検討課題としたい。

【参考文献】1) ウィリアム C. アンダーソン 編(軽部征夫監修), バイオレメディエーション, シュプリンガー・フェアラーク東京, P.127, 1997