

PCEで汚染された地盤における空気吸引浄化法の効果について

佐賀大学工学部 ○学生員 高比良 智人  
 佐賀大学工学部 正会員 柴 錦春  
 佐賀大学工学部 正会員 三浦 哲彦

1. はじめに 揮発性有機化合物(VOC)による地盤と地下水の汚染が環境問題の一つになっている。VOCの中で、テトラクロロエチレン(PCE)とトリクロロエチレン(TCE)が最も一般的に使われており、わが国でもこれらによる地盤汚染が数多く報告されている。本報告では、PCEで汚染された地盤を対象に、空気吸引法による浄化現場試験の結果について述べる。

2. 浄化試験概要 地盤中のVOCには三つの形態がある。(a)地下空気中のVOC、(b)地下水に溶けたVOC、(c)土粒子または有機物に吸着したVOC。定常状態では、地下空気中と地下水中のVOC濃度の比率は一定である(ヘンリーの法則)<sup>1)</sup>。従って、地下空気中のVOC濃度を下げると地下水中のVOCの揮発を促進し、地下水中の濃度も下げることができる。空気吸引浄化装置の構成と試験を行った地盤の状況を図-1に示す。

空気吸引浄化法の流れは汚染物質を含む地下空気をブローアによって吸引し、気水分離塔で気体と液体に分離する。次に、気体を活性炭吸着塔に通しVOCを活性炭に吸着させて排気する。液体は汚染水処理装置へと送り浄化する。

図-1に示すように、現場試験を行った所は砂地盤で、地下水位は地表から約3.5~4.0mであった。吸引井の直径は114mmでその周囲に4~16mの範囲で観測井を設けた。吸引試験によって以下の項目を検討した。

- (1) 吸引井一本の影響範囲
- (2) ブローア能力と吸引負圧の関係
- (3) 吸引中及び停止後の地下空気中・地下水中の汚染物質の濃度変化

浄化装置の稼働期間は平成11年10月4日から平成11年11月25日までで、一日の稼働時間は約8時間であった。ブローアは、吸引能力4.5 m<sup>3</sup>/minと9.0 m<sup>3</sup>/minの2種類を用いた。

吸引中において、吸引対策井(浄化装置を設置し吸引する井戸)及び観測井において、大気圧との差圧(負圧)を測定し、地下空気中・地下水中のPCE濃度を観測した。

3. 試験結果 図-2に吸引中の地中負圧分布を示す。図中の理論値は地下空気の流れ方向が水平のみ、すなわち、空気が地表から地中に流れ込まないと仮定して<sup>2)</sup>計算したものである。図-2から以下のことが明らかに

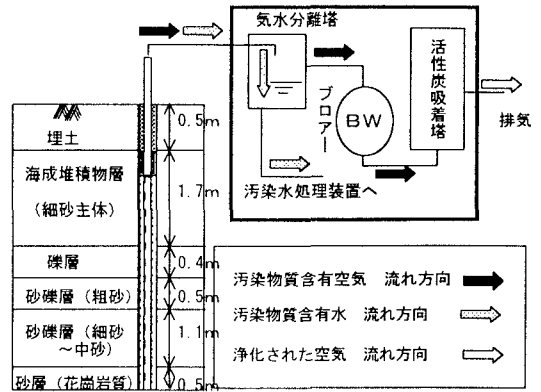


図-1 空気吸引浄化装置の構成

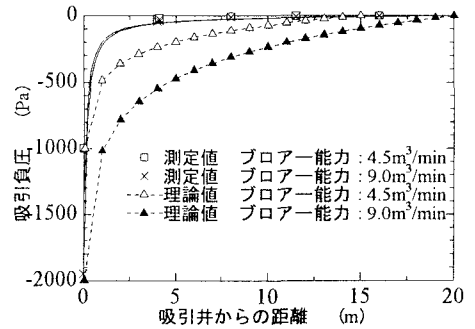


図-2 吸引負圧の測定値と理論値

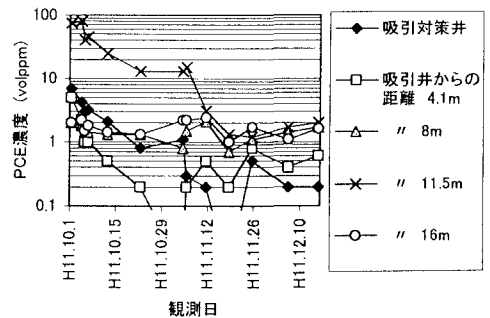


図-3 地下空気中のPCE濃度変化

なった。

- ・ 吸引井一本の影響範囲は約 15~20mであった。  
これは報告された値<sup>2)</sup>と大方一致している。
- ・ 吸引の最大負圧はブロー能力にほぼ比例していた。
- ・ 測定した負圧は理論値より小さかった。これは吸引井周囲の地表から空気が地中に入ったためと推測された。

図-3に吸引中の地下空気中のPCE濃度の変化を示す。吸引開始時点で、地中のPCE濃度分布は不均一であるため、絶対量の変化の比較は難しいが、吸引井に近い所のPCE濃度の減少が大きいという傾向は認められた。吸引井から約16m地点のPCE濃度はあまり変化しなかったが、これは負圧分布から推定した影響範囲と一致している。

**4. 長期観測** 図-4に地下空気中PCE濃度の長期観測結果を、また図-5には地下水中PCE濃度の長期観測結果を示している。二つの図から、吸引中は地中空気中・地下水中のPCE濃度は著しく減少していたことが分かる。吸引終了後での濃度は平成12年7月頃まで緩やかな上昇傾向を見せたが、8月頃から急激に増加した。その原因は不明であるが、気温の変化と降雨量の変化に関係があるものと考えられる。

図-6は吸引試験地の近くで測定した平均気温の変化である。地中温度の時間的変化の測定値は得られなかったが、砂地盤であるので気温と同じパターンで変化したと考えられる。気温の上昇に伴って、不飽和ゾーンに滞留していたPCEの揮発量が増え、地下空気中のPCE濃度も上昇した(図-4)。その時期、梅雨期に入り(図-7)、雨水の浸透で地下空気中のPCEの一部が地下水中に移動し、地下水中のPCE濃度を上昇させた(図-5)。図-4と図-5を比較すると地下水中のPCE濃度のピーク時は、地下空気中のピーク時より約1ヶ月遅れていた。これは以上の推論を間接的に支持するものとする。

## 5. 結論

- (1) 吸引影響範囲について地中空気中PCE濃度と吸引中負圧分布の両面から検討した結果、本試験で吸引井一本の影響範囲は約15~20mであることが分かった。
- (2) 吸引井の負圧はブロー能力にほぼ比例している。
- (3) 吸引中に、地下空気中・地下水中のPCE濃度の減少がはっきり認められたが、その後再び上昇した。地盤を徹底的に浄化するためには、長期的な吸引が必要であることが分かった。
- (4) PCE濃度が上昇した原因について不明な点が多いが、温度の上昇によって不飽和ゾーンに滞留するPCEの揮発量が増加したことが関与していると推測する。

## 謝辞

本研究は佐賀大学と佐賀県との共同研究の一部である。現場の測定において佐賀県環境企画課、唐津保健所のご協力をいただいた。ここで関係者に感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1)Johnson, P.C., Stanley, C.C., Kemblowski, M.W., Byers, D.L., and Colthart, J.D., (1990): "A Practical Approach to the Design, Operation, and Monitoring of In Situ Soil-Venting Systems", 1990 GWMR, pp. 159-178
- 2)Miura, N., Chai, J.C., and Araki, H., (1998): "A Field Study on Site Investigation and Remediation Methods for VOCs Contaminated Ground", Proceedings of the International Symposium on Lowland Technology, pp. 479-486

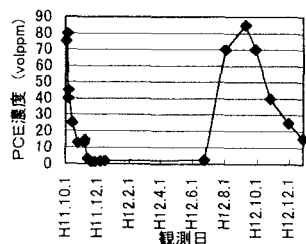


図-4 地下空気中のPCE濃度変化

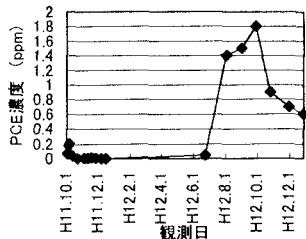


図-5 地下水中のPCE濃度変化

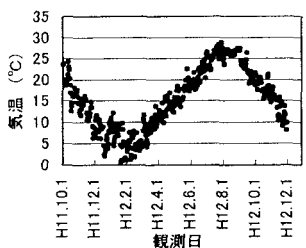


図-6 平均気温の変化  
(佐賀地方気象台提供)

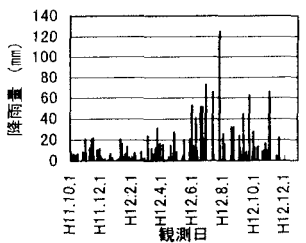


図-7 降雨量の変化  
(佐賀地方気象台提供)