

地下水汚染対策に適用するバキュームディープウェルの揚水試験

(株)大林組 正会員	西川直仁	(株)大林組 正会員	山田裕樹
(株)大林組 正会員	村中 博	(株)大林組 正会員	西田憲司
(株)大林組 正会員	石田道彦		

1. はじめに

土壌地下水汚染の原位置処理方法には、揚水処理、原位置洗浄処理のように揚水井戸による地下水の揚水を伴う工法がよく用いられているが、これらの工法では揚水井戸からの汚染地下水揚水を効率的に行うことが浄化費用の縮減や浄化工期の短縮につながる。筆者らは大規模工場跡地の地下水汚染対策に、真空吸引による負圧を利用し揚水井戸の揚水能力を高めるバキュームディープウェル工法を採用の上、短期間で大規模な地下水浄化対策を実施して、地下水汚染対策における同工法の有効性を確認した¹⁾。しかしながら、真空吸引による負圧を利用した同工法の揚水特性、例えば真空による負圧強度と揚水量や水位低下量との関係等は十分解明されていない。本報告では、バキュームディープウェルの揚水特性を把握し、揚水を伴う地下水対策のより適切な計画手法の確立を目指し大型試験土槽で実施した揚水試験結果の一部について紹介する。

2. 試験概要

(1) 試験土槽

揚水試験を実施する大型試験土槽は屋外に設置した約 40m³ (L8.3m × B2.1m × H2.35m) の水槽に砂を H=2.2m まで充てんして製作した。大型試験土槽の模式図を図 1 に示す。土槽の端部には 400 のバキュームディープウェルを設置し、もう一方の端部には中詰め砂との間を有孔板で仕切って栗石 (40mm ~ 60mm) を充てんした注水部を設置した。揚水井戸と注水部の間には 0.5m ~ 1.0m 間隔で 50 の観測井戸を 8 本 (うち 4 本は予備) 設置した。砂充てん後の地表面には t=1mm の塩化ビニルシートによって被覆して気密性を保てる構造とした。注水部には、注水部の水位を一定に維持可能な給水設備と注水部上部から空気供給を制御できる空気供給口を設置した。揚水井戸及び観測井戸の上部には圧力計、底部には水位計を設置し、各井戸の頂部は密閉構造とした。試験土槽製作中の状況を写真 1 に示す。

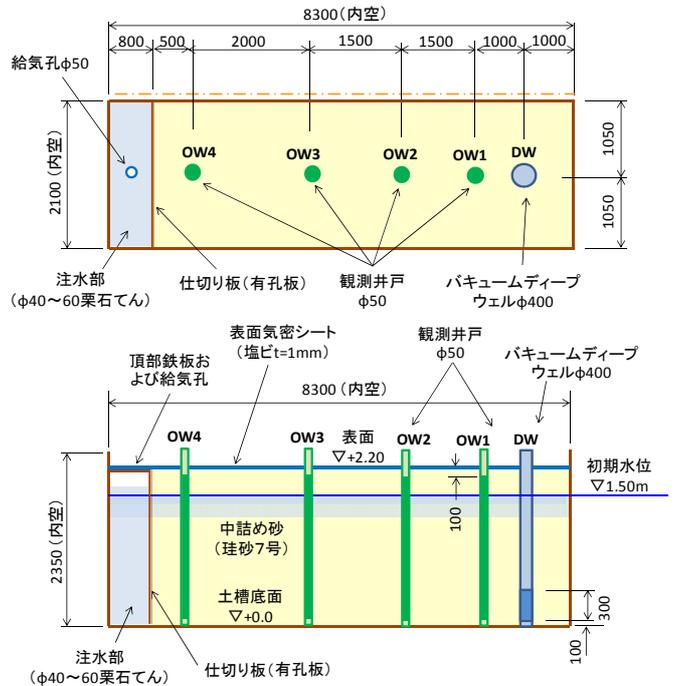


図 1 試験土槽の模式図(上:平面図、下:断面図) 上図で予備の観測井戸 4 本は記載していない。



写真 1 大型土槽の状況(手前がバキュームディープウェル)

(2) 中詰め砂の物理特性

今回の試験で用いる中詰め砂にはできるだけ均質で適度な透水性を備えた模擬地盤となるよう栃木県産の 7 号珪砂を用いることとした。室内試験で確認した粒径は D₁₀=0.109 mm, D₅₀=0.155mm, D₆₀=0.168mm で、Dr=80%で締め固めた時の飽和透水係数は k=4.37x10⁻⁵ m/s であった。

キーワード： バキュームディープウェル、土壌汚染、地下水汚染、揚水処理、原位置洗浄

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環境技術第二部 TEL: 03-5769-1057

(3) 試験条件

製作した大型土槽は真空吸引による負圧の大きさ、注水部の水位制御、地盤への空気の供給等について条件を変えて試験を実施可能だが、まず代表的なケースとしてバキュームディープウェル内の負圧を 0kPa 20kPa 40kPa 60kPa 75kPa の順に段階的に変化させるケースを実施した。初期水位は $H=1.5\text{m}$ とし、揚水中は注水部の水位が一定となるよう注水を継続し、注水部頂部の給気口は閉じて地盤へ空気流入がない状態で試験を実施した。

3. 試験結果および考察

(1) 水位低下

揚水試験中の各井戸における圧力計と水位計の測定値の経時変化を図2と図3に、圧力計の負圧を水頭に換算して算出した各井戸における水位の経時変化を図4に示す。水位計で測定された見かけの水位は負圧と連動して低下したが、負圧を補正した実際の水位については、揚水井戸に近い部分で負圧の増加に伴って徐々に水位が上昇した。これは、土槽上部の不飽和部の空気が揚水井戸内へ徐々に吸入にされることによって、揚水井戸に近い部分の地盤内の負圧が大きくなり、結果として水位が上昇したものと考えられる。

(2) 揚水量

揚水井戸からの揚水量の経時変化を図5に示す。揚水量については、負圧なしの状態では約 17 L/min 程度であったが、負圧の増加に伴って揚水量も増加し、負圧が最大の 75kPa の段階では平均 28L/min まで増加した。負圧が 40kPa を越えた付近から揚水量のばらつきが大きくなるのは、地盤中の空気の吸入の影響と考えられる。通常のパキュームディープウェルでは揚水井戸内に空気が流入すると揚水効率が低下するが、今回試験では揚水井戸内に空気を吸入しても揚水を安定して継続できるよう揚水井戸の構造を工夫しており、地盤から空気を吸引しても揚水を継続できることが確認できたといえる。

4. まとめ

バキュームディープウェルの揚水特性を把握するため、試験用の大型土槽で揚水試験を実施した結果の一例を報告した。今後は、様々な条件で揚水試験を実施し、バキュームディープウェルの揚水特性を明らかにし、汚染地下水対策への最適な適用方法を検討してゆきたい。

参考文献

1) 西川直仁, 石川洋二, 桐山久: 大規模工場跡地における汚染対策事例-ベンゼンおよびシアン等による複合汚染土壌対策-, 土木施工 VOL.53 8, pp.35~38, 2012

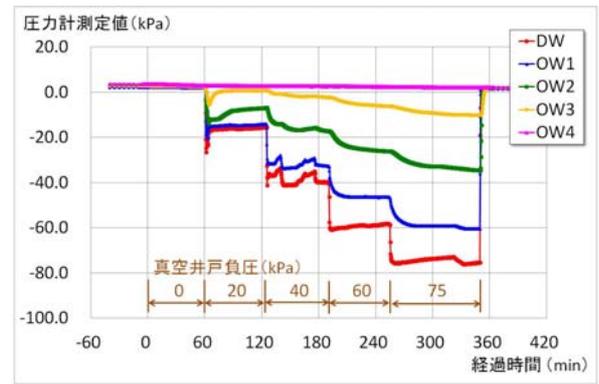


図2 圧力計測定値の経時変化

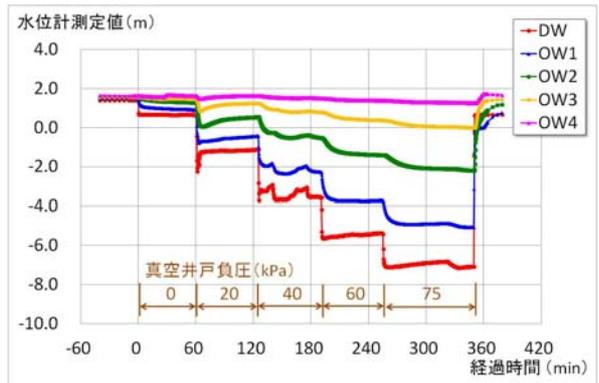


図3 水位計測定値の経時変化

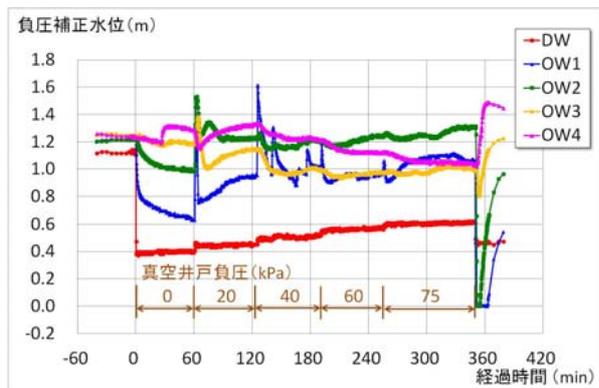


図4 負圧補正した水位の経時変化

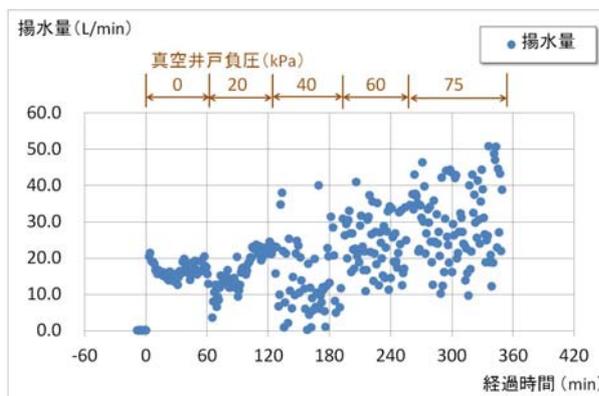


図5 揚水量の経時変化