

海面処分場における杭基礎周囲の遮水性に関する現地透水試験

海上・港湾・航空技術研究所 正会員 ○渡部要一
 海上・港湾・航空技術研究所 正会員 金子 崇
 海上・港湾・航空技術研究所 水谷崇亮

1. はじめに

海面処分場は大都市の海面において埋立て造成を行うことから、臨海部の土地として高度利用することができれば、その利用価値はきわめて高い。しかしながら、実際の土地利用は緑地やソーラーパネル設置などばかりで、立地条件の良さを活かせていないのが実情である。立地は良いのに土地利用が進まない理由の一つに、構造物基礎に用いられる杭基礎の技術が確立されていないことが挙げられる。大都市の処分場は湾内の軟弱な海成粘土層を底面遮水層としているため、構造物の構築などにより高度利用するためには杭基礎が必須となる。この場合、杭が軟弱層を貫通することから、杭周囲から汚染水が漏水することが懸念される。そこで、本稿では、実際の処分場に打設された杭を用いて実施した杭周囲透水試験の結果を取りまとめた。

2. 試験条件

本稿で取りまとめる杭周囲透水試験は、既報¹⁾に打設状況を詳述した試験杭のうち、試験杭1（直径800mmの鋼管杭を直径1200mmのケーシングを併用して打設）、試験杭2（直径1000mmの鋼管杭を中掘工法で打設）、試験杭4（直径1000mmの鋼管杭を油圧ハンマで打設）の3本で実施した。運用中の処分場（東京湾中央防波堤外側）で実施した打設実験であり、杭先端から遮水層下端まで5.5m以上確保する非貫通条件とした（遮水層の透水係数が 2.0×10^{-7} cm/s程度であることから、基準類^{2),3)}によると計算上は0.8mも確保すれば十分であるが、

安全側に考えて透水係数 1.0×10^{-5} cm/sと地層の不陸0.5mを想定した）。遮水層への根入れ長は4.4mを基本条件（試験杭1はケーシングを抜いた1m分を除いた実質3.4m、試験杭4は遮水層厚が薄かったため根入れ長3.9m）とした。打撃工法で打設した試験杭4は、杭先端にかなりの量の廃棄物（プラスチック梱包バンドやビニル袋・ポリ袋が多い）を連れ込んだ状態になっている。杭周囲の遮水性に関する検討をするために、杭内部の土砂を完全に取除いた状態（図-1）で、杭内部の水位を周辺の水位より約2.5m低く設定して透水試験を実施した。計測項目は、杭周囲の地下水位すなわち廃棄物層の保有水の地下水位と杭内部の水位の時間変化である。連続的な水位計測となるように計測インターバルを1時間に設定した自記録式水圧計をケーブルで吊り下げて設置し、定期的にデータを回収した。

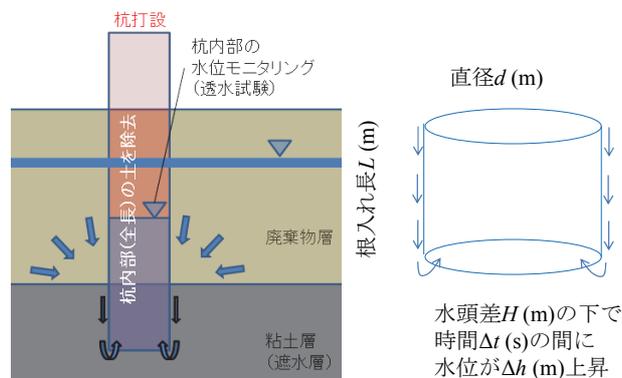


図-1 透水試験の概念図

3. 杭周囲の透水試験

計測された水位の時間変化を図-2にまとめた。杭の根入れ長 L (m)、水頭差 H (m)の下で時間 Δt (s)の間に水位が Δh (m)上昇するものとし、杭周囲の漏水を杭部分にあった地盤の透水に置き換えた透水係数 k を想定すると、単位時間当たりの水位変化は $\Delta h / \Delta t = kH / L$ で表される。図中には、 $k=1 \times 10^{-5}$ cm/sと $k=1 \times 10^{-6}$ cm/sに相当する水位変化を比較のために示している

試験杭2では、蒸発等のため水位がわずかに低下する傾向すら読み取れた。このことから、透水係数を評価することができないほどに遮水性が高いことが確認できた。全体としてはこのような傾向にあるものの、計測開始から半年ほど過ぎた夏期には、一時的に水位が上昇する傾向が見られた。ちょうどその時期（6～10月）に実験施設近傍において約2mの盛土が広い範囲で施工されたため、粘土地盤の沈下で杭が連れ込まれて杭内部に粘土が入り込んだり、杭底の粘土から圧密による排水が入り込んだりして、杭内部の水位が上昇した可能性が考えられる。このことは次

キーワード 海面処分場, 杭, 遮水

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 地盤研究領域 土質研究チーム TEL 046-844-5053

に述べる試験杭1でも見られた。

試験杭1では、若干の水位上昇が見られたものの基準類を満足する遮水性が得られている。しかしながら、遮水層の透水係数が 2.0×10^{-7} m/s程度であったことからすると、試験杭1では遮水性がやや低下している可能性も指摘できる。試験杭2で見られたように蒸発分も加味すれば、遮水性はもっと低下している可能性すらある。遮水層への根入れ部分の上部1mでケーシングを引き抜いて周囲を砂に置き換えたため、実質的な根入れ長が試験杭2よりも1m短かったことが原因の一つに挙げられる。加えて、ケーシング内が排土された状態で杭を打設したため、杭が動揺するなどしてケーシング底部で杭と粘土が剥離し、ケーシング引き抜きの際に投入した砂が剥離した空間内に入り込んで水みちになった可能性も考えられる。なお、試験杭2で透水係数を評価できないほどに遮水性が良いことを考えると、試験杭1でも根入れがもっと長ければ、試験杭2と同様に良好な遮水性を期待できる。また、実施工では砂ではなくモルタル等を注入することから、水みちができることは考えにくい。

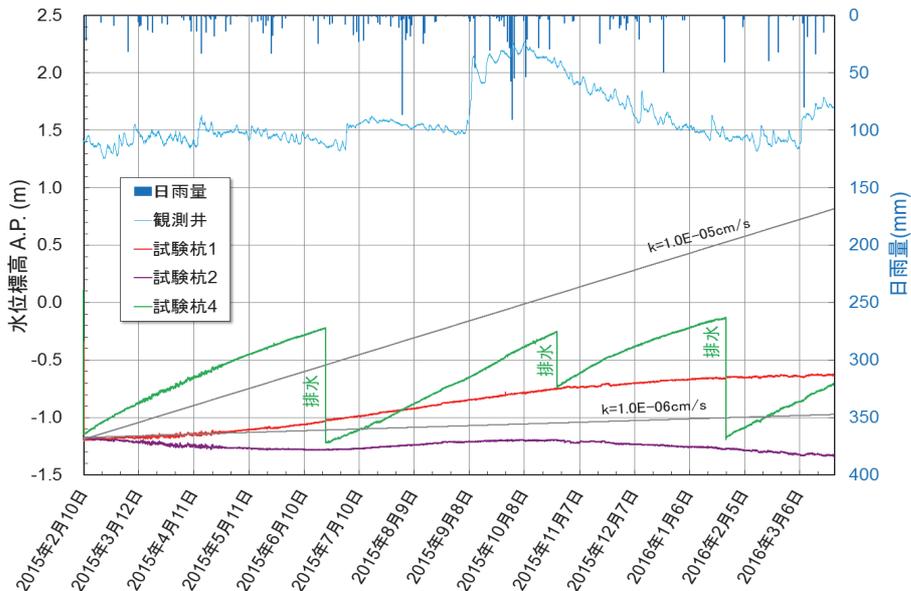


図-2 杭内水位低下による杭周面透水試験の結果

試験杭4は水位上昇が速く、基準類に対応する透水係数 1.0×10^{-5} cm/s相当よりも透水係数が大きかったことから、遮水性が不十分であることがわかる。遮水層上面の不陸により、試験杭4では遮水層への根入れ長が他の杭よりも0.5mほど短い3.9mであったが、その影響では説明できないほどに低い遮水性しか得られなかった。試験杭4における遮水性能の低下は、杭の周面と遮水層の粘土との付着が不十分であることが原因であり、梱包用プラスチックバンドなどのひも状のものやビニル袋・ポリ袋などの廃棄物が杭先端に引っかかって連れ込まれたことなどに起因していると考えられる。連れ込まれた廃棄物の影響に関する評価は別報⁴⁾で報告する。

4. まとめ

ケーシングにより二重管方式で打設した試験杭1と中掘工法で打設した試験杭2は、いずれも基準類に示された遮水性能を満足する遮水性が得られた。特に試験杭2の透水試験では、漏水量が少なすぎて透水係数が評価できないほどの高い遮水性が得られた。一方、油圧ハンマによる打撃工法で打設した試験杭4では、杭先端のゴミの連れ込み量が多く、結果として漏水量も多くなり、基準類を満足できる遮水性は得られなかった。

謝辞：現地実験を実施するにあたり、国土交通省港湾局、国土交通省関東地方整備局、東京都港湾局、東京都環境局、みなと総合研究財団を始めとする多くの関係者（文献¹⁾も参照）から多大なご協力をいただきました。ここに記し、関係各位に感謝の意を表します。また、初期の計測データを整理して報告した既報⁵⁾において、比較のために示した計算値を誤って図示してしまい、関連する記述にも誤りがありました。その後の長期計測データに基づく報告を含む本稿をもって内容を訂正させていただきます。

参考文献

- 1) 渡部要一, 水谷崇亮, 林 佳克, 別宮一幸 (2015): 海面処分場における杭基礎の適用性に関する検討 (その1) - 杭の打設実験 -, 土木学会第70回年次学術講演会, VII, pp.151-152.
- 2) 総理府・厚生省令 (1998改正): 一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分に係る技術上の基準を定める命令.
- 3) 港湾空間高度化センター (2008): 管理型廃棄物埋立護岸設計・施工・管理マニュアル (改訂版)
- 4) 渡部要一, 金子 崇, 水谷崇亮 (2016): 海面処分場における杭基礎周面の遮水性に関する室内透水試験, 土木学会第71回年次学術講演会 (投稿中) .
- 5) 渡部要一, 金子 崇, 水谷崇亮 (2015): 海面処分場における杭基礎の適用性に関する検討 (その2) - 杭周面の透水実験 -, 土木学会第70回年次学術講演会, VII, pp.153-154.