

管理型海面処分場における底面粘性土層の遮水性を確保した杭打設工法

国土交通省近畿地方整備局 正会員 ○稲田 雅裕
 国土交通省近畿地方整備局 宮原 祐二
 海上・港湾・航空技術研究所 正会員 水谷 崇亮
 東洋建設 橋本 崇志

1. 目的

管理型海面処分場の埋立が完了した後の土地は、緑地や公園、太陽光パネルの設置等に利用されている。これらの臨海部の土地のより高度な利用を推進するためには、底面の粘性土地盤を貫通する支持杭を打設する必要がある。本稿では、処分場の遮水機能を担っている粘性土地盤への杭打設時に、杭との界面を乱さず遮水機能が維持可能な工法を抽出することを目的とし、実際の処分場での現地試験施工および透水試験を実施した。なお本現地試験は、平成26年度より実施された東京港での廃プラ等未焼却の廃棄物埋立地盤を対象とした実証試験結果¹⁾²⁾を踏まえて計画・実施したものである。

2. 試験条件

試験場所は、大阪湾広域臨海環境整備センター 尼崎埋立処分場管理型区画(尼崎市東海岸町地先)である。試験杭の概要図および柱状図を図-1に示す。現地盤高D.L.+7mから約2mの覆土があり、D.L.+5~-12mまでは主に焼却灰にて埋め立てられた廃棄物層である。D.L.-12m以深に遮水機能を有した粘性土層がある。杭は鋼管杭(φ1000×t12、事前ボーリングでの粘性土地盤高に応じてL=26.2~27.3m、3本継杭)を使用した。

杭の打設方法は表-1に示す4工法(Case1:オールケーシングφ1500による廃棄物層の先行掘削+粘性土層の中掘り圧入、Case2:全層中掘り圧入、Case3:全層油圧ハンマー打撃、Case4:全層油圧ハンマー打撃+補助工法)とした。Case4はCase3の際に杭先端に廃棄物等が連れ込まれた場合を想定し、これを除去するために杭先端から杭径より約20cm拡幅して掘削ができる補助工法を追加した。代表的な試験杭の打設状況を写真-1に示す。試験打設時には、廃棄物層と粘性土層の境界を確認するために、想定境界面高より1mおよび2m深い位置でハンマークラブによる掘削土の土質を確認し、粘性土層が確認できた深度から杭先端までの深さを遮水地盤との界面高として後述の遮水試験結果を評価した。なお本試験では、杭打設後の粘性土地盤の残存厚を底面遮水工として規定されている5m以上残すように配慮した。また土質確認時に杭内の泥水を処分場内の処理水にて置換し、水中ビデオカメラ(MARINE SEEKERⅢ、広和(株)製)により杭先端および掘削底面での廃棄物等の有無を確認した。

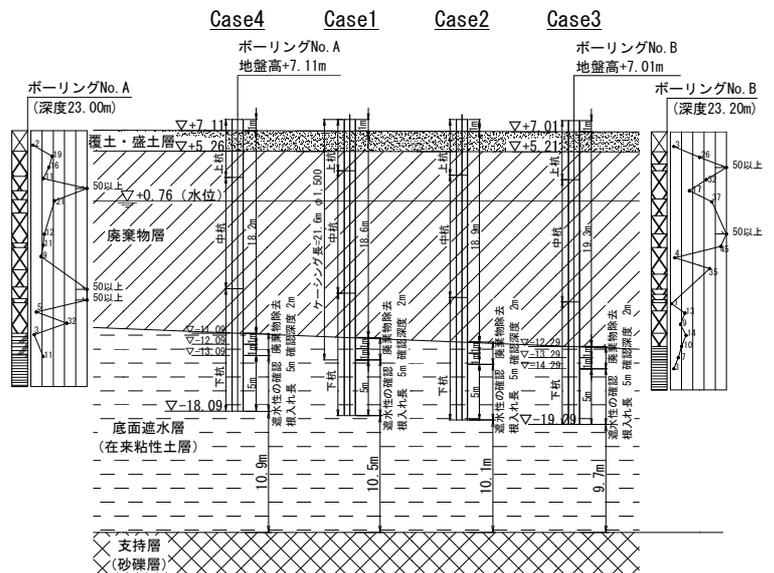


図-1 試験杭概要図および柱状図



写真-1 試験杭打設状況

キーワード 管理型海面処分場, 杭打設工法, 遮水, 現地透水試験

連絡先 〒651-0082 神戸市中央区小野浜町7番30号 近畿地方整備局 神戸港湾事務所 TEL078-331-6704

表-1 Case 別試験杭打設方法

試験ケース	【Case1】 オールケーシング+中掘り圧入	【Case2】 中掘り圧入	【Case3】 油圧ハンマー打撃	【Case4】 油圧ハンマー打撃+補助工法
杭種、杭長	φ1,000×t12 L=26.6m	φ1,000×t12 L=27.0m	φ1,000×t12 L=27.3m	φ1,000×t12 L=26.2m
補助工法	なし	なし	なし	拡大掘削ビット+底ざらいバケット
廃棄物層内への打設時の杭内堆積物の除去方法	全周回転機（オールケーシング） +ハンマーグラブ	オーガースクリュー（中掘り） +ハンマーグラブ	ハンマーグラブ	ハンマーグラブ
底面透水層への打設（根入れ）時の杭内在来粘性土の除去方法	オーガースクリュー（中掘り） +ハンマーグラブ	オーガースクリュー（中掘り） +ハンマーグラブ	ハンマーグラブ	ハンマーグラブ
廃棄物等の達込み確認深度	廃棄物層下端高から深さ1m、2m （ケーシングの先端で確認）	廃棄物層下端高から深さ1m、2m	廃棄物層下端高から深さ1m、2m	廃棄物層下端高から深さ1m、2m （補助工法は0.5m～2mまで実施）
遮水性の確認（根入れ）深度	廃棄物等の達込み確認深度から深さ5m	廃棄物等の達込み確認深度から深さ5m	廃棄物等の達込み確認深度から深さ5m	廃棄物等の達込み確認深度から深さ5m

現地透水試験では、4本の杭中央に観測井を設け、各杭内の水位を観測井より約2m下げて初期状態とし、小型水圧計（S&DL mini、応用地質株式会社）にて水位変動を観測した。

3. 試験結果（施工性）

埋立地盤内にはこぶし大の塊や粉碎されたプラスチック片はあったものの、それ以上の大きな障害物は存在していなかった。いずれの工法も所定の深度まで打設可能であった。以下に特記事項を示す。

Case1（所要日数6日間）では土層境界の確認が不明瞭であった。これは粘性土層の表層に焼却灰が混ざった状態の土質が事前ボーリングでの試料量では判別が難しい可能性があったためと考えられる。Case2（同7日間）では塊状の廃棄物がオーガ内で引っかかる事象が発生したが、杭を上下動することで解消した。また上杭を継杭後に長さ約20m分を廃棄物層内に貫入した状態で一晩静置した際、翌朝に杭の周面摩擦抵抗が回復し継続して圧入施工ができなくなった。バイブロハンマーを用いて周面摩擦を軽減することで施工を再開できた。また廃棄物層を中掘り圧入した際に、廃棄物地盤をオーガで乱し間隙水と混合され杭内土砂がスラリー状となったため、ハンマーグラブで塊状に掘削することができず、掘削に時間を要した。Case3（同6日間）では1本目の杭が廃棄物層内で自立するまではバイブロハンマーにて打設した。しかし表層から-2～-4mと浅い箇所ではN値50以上のおそらく鉱さい由来の固結層があったため、杭を自立させるために用いたバイブロハンマー打設では貫入することができず、バックホウによる掘削・粉碎が必要であった。Case4（同6日間）における拡幅掘削は、杭先端部のカメラ観察で問題ない結果を得られたことから、補助工法として有効な手段となることが確認できた。水中カメラ撮影では掘削後の浮遊土粒子と鉄錆びによる濁りが沈降するまで待機し、また杭内壁からの土ベラの落下により杭先端部の視界がさえぎられ、確認に時間を要した。土ベラを確実に落とすこと、もしくは杭先端より深く掘削することや、鉄錆びの発生しない水で置換するなどのさらなる工夫が望まれる。いずれのCaseも2回の水中カメラでの確認のため一晩静置を行う必要があり、施工日数が多くなった。

4. 試験結果（遮水性）

鋼管杭打設完了直後から24時間の透水試験では、いずれのCaseにおいても杭内の水位上昇は1mm未満であり、遮水性が確保できていた。

5. まとめ

大きな障害物が埋め立てられている地盤においてはオールケーシング工法が適しており、焼却灰等の一様地盤であれば施工性の良い油圧ハンマー打撃工法が適した工法といえる。少々の障害物があるものの打設深度が短い場合は周面摩擦に配慮しつつ中掘り工法が採用できる。また今後の実施工においては、打設数量と工程を考慮して杭先端での水中カメラ確認は地盤条件に応じて適宜設定し、品質を確保した上で安価で実施可能な工法を選定することが望まれる。現地では長期間における透水試験を実施しており、別途報告する予定である。

謝辞: 現地実験を実施するにあたり国土交通省港湾局、北陸、中部、四国、九州地方整備局、みなと総合研究財団を始めとする多くの関係者のご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 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現地透水試験, 土木学会第71回年次学術講演会, VII, pp.15-16.
- 2) 渡部要一, 金子崇, 島村章吾 (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, VII, pp.17-18.