

付録-2 試験杭施工状況の記録

(1) 試験杭1

試験杭1の施工記録を付録表-2.1、付録図-2.1にとりまとめた。施工時の状況や判断を以下に項目別に記述する。

(a) 掘削土砂

ハンマーグラブによる杭内部からの掘削土の推移 (A.P. -7m~-11mの範囲) を付録写真-2.1に示す。廃棄物層から粘土層に変化していく様子がわかる。

(b) カメラ観察による廃棄物除去の確認

11/8に1回目の水替えを実施し、11/10にカメラ観察を実施した (付録-3を参照)。底面は確認できたが、濁りにより鋼管 (ケーシング) を確認できなかった。このとき、

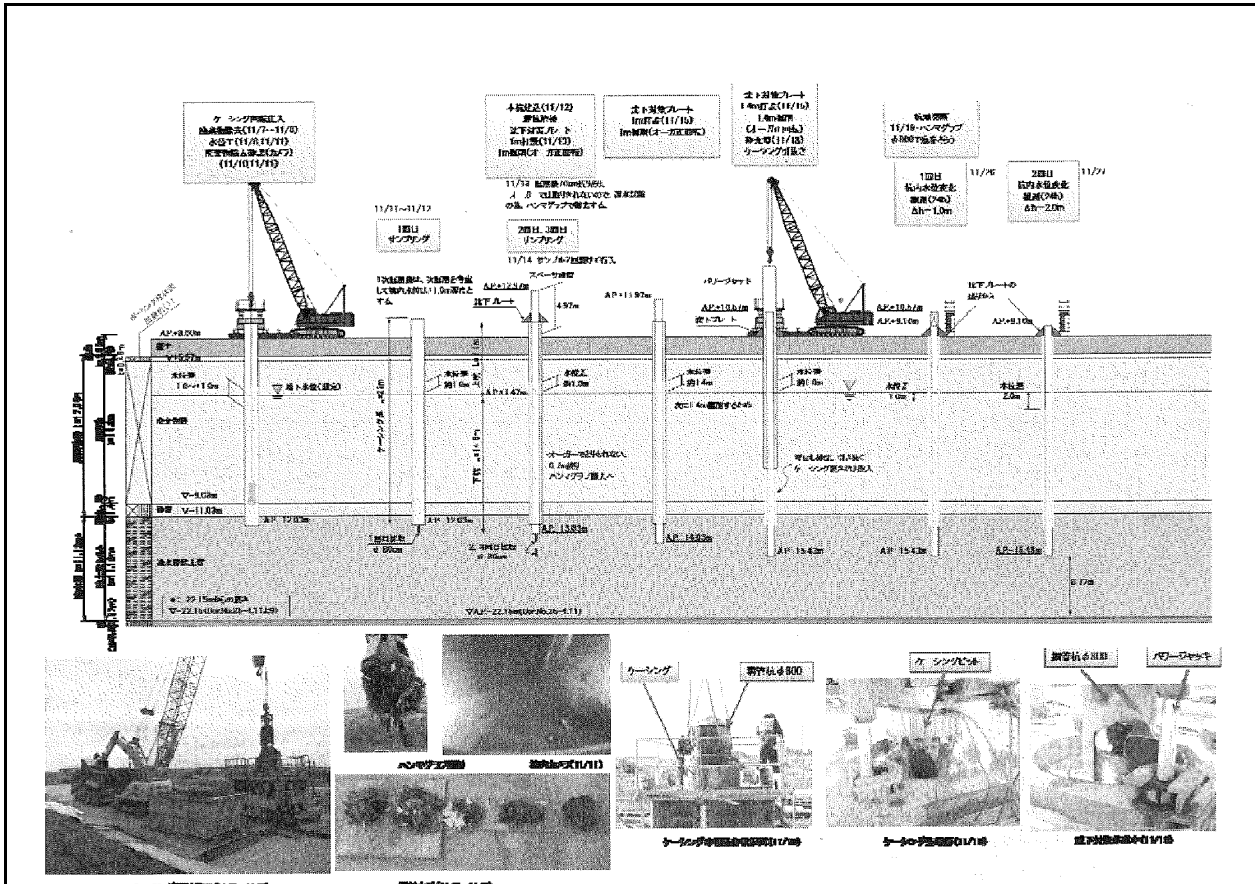
浮泥が沈降する様子が見られたので、鋼管杭と地盤との境界を確認するためには、浮泥の沈降を待ってそれをポンプで吸い上げることが必要であると判断した。そこで、翌11/11に再度2回目の水替えを行い、浮泥をポンプで除去した後、再度カメラ観察を実施したところ、ケーシングと底面の境界を確認することができた。カメラ観察は、ケーシングの東西南北の4か所において実施した。いずれもケーシングと地盤の境界において、廃棄物の連れ込みは確認されなかったが、ケーシングの際に数cmのプラスチック片が落下していた (付録-3を参照)。

(c) 鋼管杭φ800mmの建込み

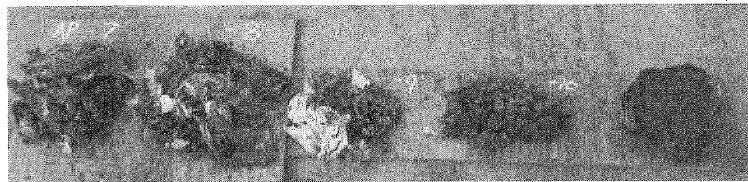
ケーシング掘削後、ケーシングを敷鉄板にプレートを通じて溶接により沈下を防止しており、その内側に打設する鋼管杭はケーシングに対して沈下防止となるプレー

付録表-2.1 試験杭1の施工記録のまとめ

| 【試験杭(1)】          |                |                                |             |
|-------------------|----------------|--------------------------------|-------------|
| ケーシング掘削           | AP -10.00 mまで  | 全回転型φ1,200mm、ハンマーグラブ           | 11月7日       |
|                   | AP -12.03 mまで  | 全回転型φ1,200mm、ハンマーグラブ 掘削完了      | 11月8日       |
| 水位確認・調整           | AP +2.350 m    | 地下水位 ±1.0m AP. +1.68m          | 11月8日       |
| 1回目水替え工           |                | 水槽4槽、ポンプ2                      | 11月8日       |
| 杭内廃棄物除去確認         |                | 杭内カメラ観察                        | 11月10日      |
| 2回目水替え工           |                | 水槽4槽、ポンプ2                      | 11月11日      |
| 杭内廃棄物除去確認         |                | 杭内カメラ観察                        | 11月11日      |
| 試料採取              | AP -12.03 m    | サンプリング (AP. -12.03~AP. -12.83) | 11月12日      |
| 水位確認・調整           |                | 地下水位 +1.0m                     | 11月12日      |
| 鋼管杭打設 φ800mm 打撃工法 | AP -13.03 m    | 鋼管圧入                           | 11月13日      |
| 鋼管内掘削             | AP -13.03 m    | アースオーガ φ700                    | 11月13日      |
|                   |                | 杭内土砂0.7m あり 透水試験用にグラブで撤去       | ----        |
| 試料採取 2深度分実施       | AP -13.03 m    | サンプリング (AP. -13.03~AP. -13.83) | 11/14-11/15 |
|                   |                | サンプリング (AP. -14.03~AP. -14.83) | 11月15日      |
|                   |                | 渡部領域長より 続けて2本採取可能。(11/13)      | ----        |
| 水位確認・調整           |                | 地下水位 +1.0m                     | 11月15日      |
| 鋼管杭打設 φ800mm 打撃工法 | AP -14.03 m    | 鋼管圧入                           | 11月15日      |
| 鋼管内掘削             | AP -14.03 m    | アースオーガ φ700                    | 11月15日      |
|                   | 1.41m, 0.708m3 | 杭内土砂1.41m あり 透水試験用にグラブで撤去      | ----        |
| 水位確認・調整           |                | 地下水位 +1.4m                     | 11月15日      |
| 鋼管杭打設 φ800mm 打撃工法 | AP -15.43 m    | 鋼管圧入                           | 11月15日      |
| 鋼管内掘削             | AP -15.43 m    | アースオーガ φ700                    | 11月15日      |
|                   | 3.13m, 1.573m3 | 杭内土砂3.13m あり 透水試験用にグラブで撤去      | ---         |
| ケーシング引抜き          |                |                                | 11月18日      |
| 埋戻し               |                | ケーシングと鋼管の間                     | 11月18日      |
| 杭内土砂掘削            | AP -15.43 m    | φ800 ハンマーグラブ                   | 11月19日      |
| 水位確認・調整           | AP +2.160 m    | 地下水位 AP. +1.76m                |             |
| 水位調整              | AP +0.700 m    | 排水 (地下水位 +1.675m)              | 11月26日      |
| 1回目杭内水位観測         |                | 水頭差 0.975m                     | 11月26日      |
| 水位調整              | AP -0.310 mまで  | 排水 (地下水位 +1.660m)              | 11月27日      |
| 2回目杭内水位観測         |                | 水頭差 1.97m                      | 11月28日      |



付録図-2.1 試験杭1の施工概況



付録写真-2.1 試験杭1からの掘削土. A.P. -7m (左端) からA.P. -11m (右端) までの推移

トを事前に溶接しておいた。鋼管杭φ800mmの下杭と上杭を継いだ後にこれを建て込むと、自重のみで所定の深度（貫入量1m×2回，1.4m×1回で設定）まで自沈した。ケーシングと鋼管杭の間の埋戻しをケーシング引き抜き時に実施するため、鋼管杭がケーシング内で揺れて遮水層を乱してしまわないように、鋼管杭には鉄筋によるスペーサを溶接しておいた。

オーガ掘削は、杭先端深度に合わせて1m掘進を2回，1.4m掘進を1回実施したが、いずれも掘進量に対して約7割の残土量（高さ）が確認された。この結果，当初計画していたオーガ掘削では，掘削土が杭内に大量に残るため，後続して計画した水位観測試験が実施できないことがわかった。そこで，オーガ掘削後に，ハンマーグラブで底深い掘削する計画に変更した。しかし，φ800mmのハンマーグラブはあまり普及しておらず，機材の調達に

時間がかかり，現場への搬入は11/19となった。試験杭1ではケーシングの1m分の根入れが短く，ボーリングの危険があったために最終掘削後のみ水位観測試験を実施する計画であったので，ハンマーグラブによる杭内掘削よりも，その後のオーガによる掘進，サンプリング，およびケーシング引き抜きまでの作業を優先させた。

(d) ケーシングの引き抜き

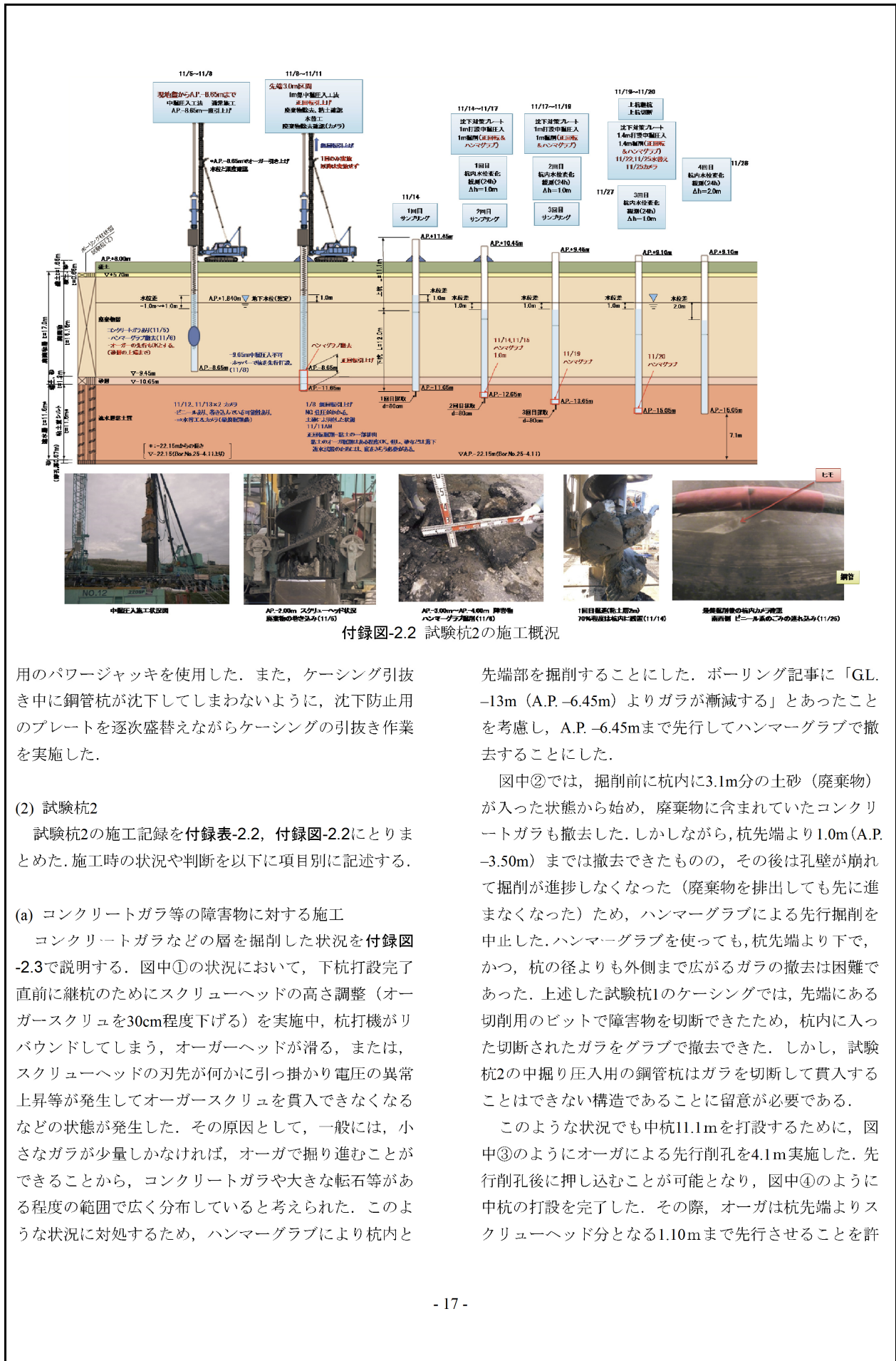
杭打設後にケーシングを引き抜く必要があるが，再生砂により埋戻しを実施した状態で引き抜くと，鋼管杭がとも上がりする可能性が懸念された。一旦とも上がりしてしまうと，杭と周面粘土層との摩擦が切れてしまい，とも上りを止めることが困難になると予想されることから，以下の手順で施工することにした。

ケーシングは2m～6m長のを継いで深さ22mまで掘進したので、順次引き抜いて切り取るケーシング分だ

け砂で埋め戻した（埋戻しの高さはレッドで計測・管理した）、ケーシングの引き抜きには、ケーシング引抜き専

付録表-2.2 試験杭2の施工記録のまとめ

| 手 順                 | 深 度            | 備 考 (参考)                      |          |
|---------------------|----------------|-------------------------------|----------|
| 【試験杭(2)】            |                |                               |          |
| 鋼管杭打設 φ1,000mm 中掘工法 |                |                               |          |
| 下杭打設完了              | AP -2.50 mまで   | 先端に障害物があり、これ以深打設 不可           | 11月5日    |
|                     | AP -3.50 mまで   | ハンマーグラブによる障害物（コンガラ）撤去         | 11月6日    |
|                     | 4.1m、3.2m3     | ハンマグラブ撤去数量                    | 11月6日    |
|                     | AP -6.60 mまで   | アースオーガーのみによる先行削孔              | 11月6日    |
| 中杭 継杭 打設            | AP -8.65 mまで   | アースオーガ φ900 掘削深度はAP. -8.65mまで | 11月6日    |
|                     |                | 一度、オーガースクリュー引上げ               | 11月6日    |
| 水位確認・調整             |                | 地下水位 ±1.0m                    | 11月6日    |
| 鋼管杭打設 中掘工法          | AP -9.65 mまで   | オーガー掘削 無回転引上げ                 | 11月8日    |
|                     |                | 土砂で栓をした状態、先端で負圧の発生のおそれあり。     | 11月8日    |
| 鋼管杭打設 中掘工法          | AP -11.65 mまで  | オーガー掘削 正回転引上げ 底に4m以上残る        | 11月10日   |
|                     | 4.3m、3.38m3    | ハンマーグラブによる土砂撤去                | 11月11日   |
| 水位確認・調整             | AP. -2.4m→2.8m | 水中ポンプ                         | 11月11日   |
| 1回目 水替え工            |                | 廃棄物層の除去確認のため、濁水から清水に水替え       | 11月12日   |
| 杭内廃棄物除去確認           |                | 杭内カメラ観察 見えない                  | 11月12日   |
| 2回目 水替え工            |                | 試験杭(1)にならない1日後の水替えを実施         | 11月13日   |
| 杭内廃棄物除去確認           |                | 杭内カメラ観察                       | 11月13日   |
| 1回目 試料採取            | AP -11.65 m    | サンプリング(AP-11.65m～AP-12.45m)   | 11月14日   |
| 水位確認・調整             |                | 地下水位 +1.0m                    | 11月14日   |
| 鋼管杭打設 φ1,000mm      | AP -12.65 mまで  | 鋼管中掘圧入                        | 11月14日   |
| 鋼管内掘削               | AP -12.65 mまで  | オーガー掘削                        | 11月14日   |
|                     | 0.95m、0.745m3  | ハンマーグラブによる土砂撤去                | 11月15日   |
| 水位調整                | AP 0.70 mまで    | 排水(地下水位 +1.71m)               | 11月15日   |
| 1回目杭内水位観測           |                | 水頭差 1.01m ～11/16まで            | 11月15日   |
| 2回目 試料採取            | AP -12.65 m    | サンプリング(AP-12.65m～AP-13.45m)   | 11月17日   |
| 水位確認・調整             |                | 地下水位 +1.0m                    | 11月17日   |
| 鋼管杭打設 φ1,000mm      | AP -13.65 mまで  | 鋼管中掘圧入                        | 11月17日   |
| 鋼管内掘削               | AP -13.65 mまで  | オーガー掘削                        | 11月17日   |
|                     | 1.45m、1.14m3   | ハンマーグラブによる土砂撤去                | 11月17日   |
| 水位調整                | AP 0.725 mまで   | 排水(地下水位 +1.71m)               | 11月18日   |
| 2回目杭内水位観測           |                | 水頭差 0.985m ～11/19 AM9:00まで    | 11月18日   |
| 3回目 試料採取            | AP -13.65 m    | サンプリング(AP-13.65m～AP-14.45m)   | 11月19日   |
| 水位確認・調整             |                | 地下水位 +1.4m                    | 11月19日   |
| 鋼管杭打設 φ1,000mm      | AP -15.05 mまで  | 鋼管中掘圧入                        | 11月19日   |
| 鋼管内掘削               | AP -15.05 mまで  | オーガー掘削                        | 11月19日   |
|                     | 1.25m、0.981m3  | ハンマーグラブによる土砂撤去                | 11月20日   |
| 水位調整                | AP +1.510 mまで  | 排水(地下水位 +1.65m)               | 11月20日   |
| 3回目 水替え工            |                | 試験杭(1)にならない1日後の水替えを実施         | 11月22日   |
| 4回目 水替え工            |                |                               | 11月25日   |
| 杭内廃棄物除去確認           |                | 杭内カメラ観察                       | 11月25日   |
| 水位調整                | AP +2.200 mまで  | 排水(地下水位 +1.87m)               | 11月25日   |
| 水位調整                | AP +0.630 mまで  | 排水(地下水位 AP+1.67m)             | 11月27日   |
| 3回目杭内水位観測           |                | 水頭差 1.04m ～11/28              | 11月28日   |
| 水位調整                | AP -0.380 mまで  | 排水(地下水位 AP+1.635m)            | 11月28日   |
| 4回目杭内水位観測           |                | 水頭差 2.02m ～11/29 了            | 11月29日 了 |



付録図-2.2 試験杭2の施工概況

用のパワージャッキを使用した。また、ケーシング引抜き中に鋼管杭が沈下してしまわないように、沈下防止用のプレートを逐次盛替えながらケーシングの引抜き作業を実施した。

(2) 試験杭2

試験杭2の施工記録を付録表-2.2、付録図-2.2にとりまとめた。施工時の状況や判断を以下に項目別に記述する。

(a) コンクリートガラ等の障害物に対する施工

コンクリートガラなどの層を掘削した状況を付録図-2.3で説明する。図中①の状況において、下杭打設完了直前に継杭のためにスクリーヘッドの高さ調整（オーガースクリューを30cm程度下げる）を実施中、杭打機がリバウンドしてしまう、オーガヘッドが滑る、または、スクリーヘッドの刃先が何かに引っ掛かり電圧の異常上昇等が発生してオーガースクリューを貫入できなくなるなどの状態が発生した。その原因として、一般には、小さなガラが少量しかなければ、オーガで掘り進むことができることから、コンクリートガラや大きな転石等がある程度の範囲で広く分布していると考えられた。このような状況に対処するため、ハンマーグラブにより杭内と

先端部を掘削することにした。ボーリング記事に「GL. -13m (A.P. -6.45m) よりガラが漸減する」とあったことを考慮し、A.P. -6.45mまで先行してハンマーグラブで撤去することにした。

図中②では、掘削前に杭内に3.1m分の土砂（廃棄物）が入った状態から始め、廃棄物に含まれていたコンクリートガラも撤去した。しかしながら、杭先端より1.0m (A.P. -3.50m) までは撤去できたものの、その後は孔壁が崩れて掘削が進捗しなくなった（廃棄物を排出しても先に進まなくなった）ため、ハンマーグラブによる先行掘削を中止した。ハンマーグラブを使っても、杭先端より下で、かつ、杭の径よりも外側まで広がるガラの撤去は困難であった。上述した試験杭1のケーシングでは、先端にある切削用のビットで障害物を切断できたため、杭内に入った切断されたガラをグラブで撤去できた。しかし、試験杭2の中掘り圧入用の鋼管杭はガラを切断して貫入することはできない構造であることに留意が必要である。

このような状況でも中杭11.1mを打設するために、図中③のようにオーガによる先行削孔を4.1m実施した。先行削孔後に押し込むことが可能となり、図中④のように中杭の打設を完了した。その際、オーガは杭先端よりスクリーヘッド分となる1.10mまで先行させることを許



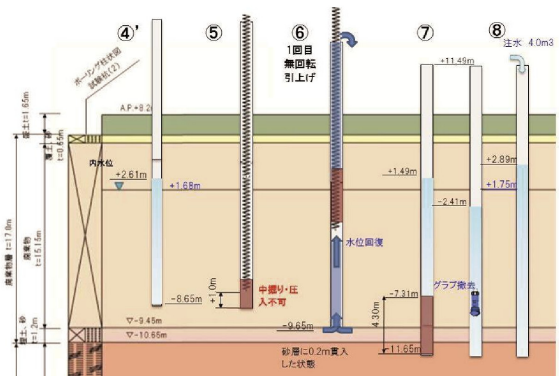
容したが、無回転引き上げを実施するA.P. -8.65mより深くは先行させないこととした。

(b) 掘削方法

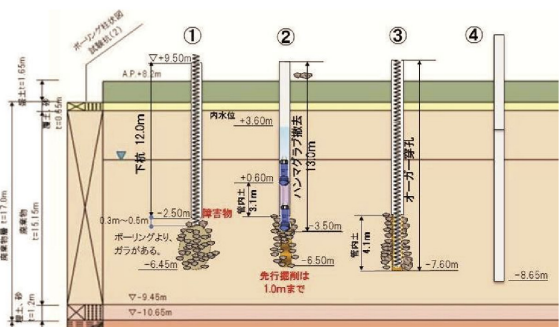
廃棄物層と遮水層との境界を確認しながら杭を所定の深さまで打設する状況を付録図-2.4で説明する。廃棄物層の下面と遮水層（粘土層）の上面との境界を確認するために、図中の④'の状態から、当初はオーガ掘削で無回転引き上げを実施することを計画した。しかしながら、図中の⑤に示すように、鋼管内に廃棄物が詰まってオーガスクリュが先端まで達しない状況となり、所定の深さまで残り1m程度を残し、鋼管杭を圧入できない状況となってしまった。そこで、中掘工法で使う杭打ち機のホッパー（自重や内部の土砂を含め約10tある）を自由落下させて鋼管杭に打撃を与えることによって所定の深度（A.P. -9.65m）までの打設を完了した。

この後、地層境界を確認するために無回転引き上げを開始したところ、図中の⑥に示すように、スクリーヘッド先端から5m程度までの範囲において、廃棄物と土砂（細粒分が多い）がスクリーに絡み付き、鋼管内が閉塞した状態になってしまった。この状態でオーガスクリュを引き上げると、杭先端に負圧が作用するため、水みちができるなど好ましくない状態となってしまう。杭内の水位は掘削前A.P. +2.61mから掘削後A.P. +2.65mで、水位はすぐに回復していた。また、杭内の土砂の高さはA.P. -6.25mであり、杭先にまだ3.4mの土砂が残っていた。上述のように負圧が杭先に作用すると、水みちを作ってしまう可能性が高いと判断されたため、無回転引き上げは実施しないこととした。そこで、A.P. -11.65mまでオーガによる中掘圧入を行い、オーガは常に正回転（掘削土を排出する方向に回転）を続けて停止させないことにした。また、オーガスクリュを杭先よりも先行させないこと、スクリーヘッドの先端はA.P. -11.65mより以浅とすること、再度鋼管内が閉塞した状態になった時は、オーガを逆回転させて土砂を落とし、ハンマーグラブで掘削することにした。

このような判断によって、粘土についてはオーガスクリュにより排出できたが、粘性のない砂や廃棄物のほとんどは、水とともに杭内に落下し、オーガスクリュでは引き上げることができなかった。所定の深度A.P. -11.65mまで杭を打設してオーガ掘削を完了したとき、杭内の土砂の高さはA.P. -7.31mで、約4.3mの土砂が杭内に残っていたため、これについてはハンマーグラブにより排出した。



付録図-2.4 廃棄物層と遮水層との境界付近における打設・掘削状況



付録図-2.3 障害物状況図

(c) カメラ観察による廃棄物除去状況の確認

杭内からの廃棄物除去の状況確認は、杭内に水中カメラを下ろして実施した。11/12に1回目の水替えを実施し、カメラ観察を試みた。ところが、底面は観察できなかったため、水の濁りにより鋼管の壁面や鋼管の杭先の状況を観察できなかったため、11/13に2回目の水替えを実施した後、再びカメラ観察をした。その結果、杭内の底面には、粘土の塊、碎石、小さなゴミが確認された。鋼管の杭先の際を観察したところ、西側にひも状のゴミを確認したため、最終掘削完了時に改めてカメラ観察することにした。

最終深度まで打設・掘削完了後、2回の水替えを実施し、カメラ観察をした。掘削底面と鋼管の先端との境界が鮮明に観察され、南西側において、梱包用プラスチックバンドのゴミが確認された（付録-3を参照）。

(d) オーガ掘削とスクリーヘッドの状況

鋼管杭の床付け時、2回の1m掘進時、最終深度までの1.4m掘進時に、オーガ掘削後の杭内の残土量（高さ）をレッド測量により計測したところ、掘進長とほぼ同量の残土高さが確認された。このことから、オーガ掘削は、粘土を排出したというよりも、粘土をほぐしたと表現した方が適しているような状況になると示唆された。



(a) 廃棄物層掘削時



(b) 床付け時（粘土層1m）



(c) 1回目掘進時（粘土層2m）



(d) 2回目掘進時（粘土層3m）



(e) 3回目掘進時（粘土層4.4m）



(f) 粘土層4.4m付近のハンマーグラブ掘削粘土

#### 付録写真-2.2 掘削時のスクリーヘッドの状況と排出土

スクリーヘッドを引き上げたときに、スクリーヘッドに付着してくる土砂の状況を付録図-2.5に示す。廃棄物層掘削時、ならびに粘土層掘削時（床付け時、1m掘進時×2回、最終深度までの1.4m掘進時）におけるスクリーヘッドの状況のほか、最終深度付近からハンマーグラブで掘削した遮水層粘土を示している。床付けの時点では、スクリーヘッドにひも状のごみが多く絡み付いていることが確認されたが、それ以降粘土層からはゴミは確認されず、廃棄物を掘削除去できていることが確認された。

#### (e) 変更項目

試験杭1と試験杭2の施工状況・観察状況を踏まえて、それ以降に施工した試験杭では、以下のように施工方法を変更することにした。すなわち、杭内部からの廃棄物や土砂の排出に、オーガースクリューを無回転で引上げることを試みたが、杭内に残った廃棄物と土砂により鋼管内が閉塞した状態となってしまう、引き上げ時に先端に著しい負圧が発生して、遮水層を乱してしまう恐れがあることがわかった。このような状況を避けるため、オーガ掘削は常に正回転で行い、無回転引上げは実施しないことにした。また、途中での引上げも実施しないことと



(a) 正回転状態



(b) 逆回転状態

#### 付録写真-2.3 特殊スクリーヘッド

した。後述する試験杭4と試験杭5では、当初の計画では、廃棄物層をハンマーグラブで掘削、遮水層の先端部(3m)をオーガ掘削する予定であったが、上述の経験を踏まえて、すべてハンマーグラブで掘削することに変更した。なお、カメラ観察のための準備で行う水替えは2回行うこととし、細粒分を沈降させて浮泥としてポンプ排出するため、1回目と2回目の水替えは1日あけて十分な沈降時間を確保することとした。

#### (3) 試験杭3

試験杭3の施工記録を付録表-2.3、付録図-2.5にとりまとめた。施工時の状況や判断を以下に項目別に記述する。

#### (a) PHC杭打設の準備

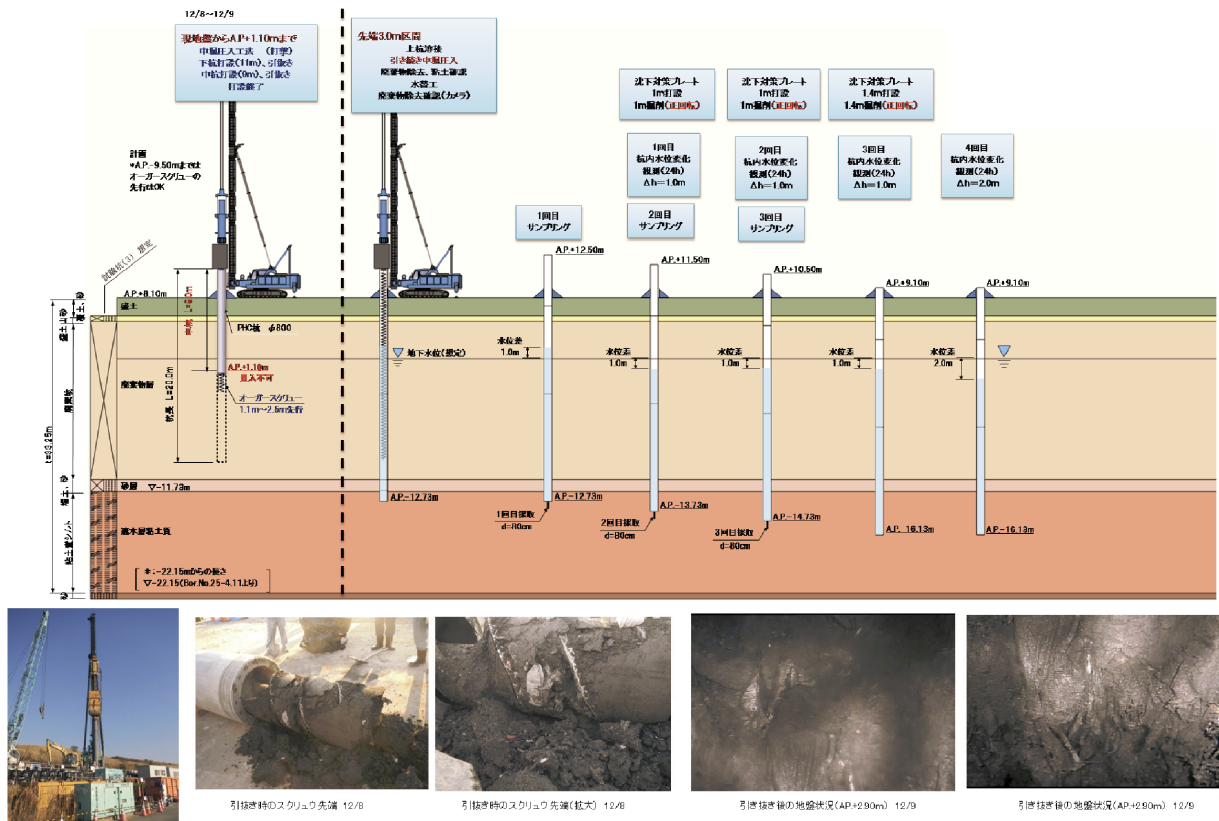
PHC杭は、現場への搬入前にJIS規格に対応した各種試験を実施し、クラック・欠陥等がないことを確認した。また、PHC杭の先端には、杭と粘土との付着をよくするために、フリクションカップを設置しないことにした。このため、地盤表層にある約2.0mの碎石地盤すら中掘り圧入できない恐れがあった。また、万一の際、クローラクレーンによる吊り上げだけではPHC杭を引き抜けない恐れがあったため、スクリーを逆回転すると突起が現れ、その突起を杭先端に引っ掛けて杭打機を使って杭を引き上げることができる特殊なスクリーヘッド（付録写真-2.3）を準備した。

#### (b) PHC杭の打設状況

PHC杭の打設では、杭打機の正面方向と側面方向から鉛直性を誘導しながら作業した。試験杭2での経験から、オーガースクリューを2.5m先行削孔させて杭を圧入したが、途中で貫入が困難な状況になった。そこで、ベースマシン（三点杭打機）の自重を使って（付録図-2.6）、ベースマシンの前側が少し浮き上がる程度まで負荷をかけたが貫入の進捗が悪く、3.5m貫入したところで、ベースマシンと反対側の原地盤と同程度の高さ（偏心したときにモーメントが集中する位置）において、PHC杭に円周方向のクラックが発生してしまった（付録写真-2.4）。や

付録表-2.3 試験杭3の施工記録のまとめ

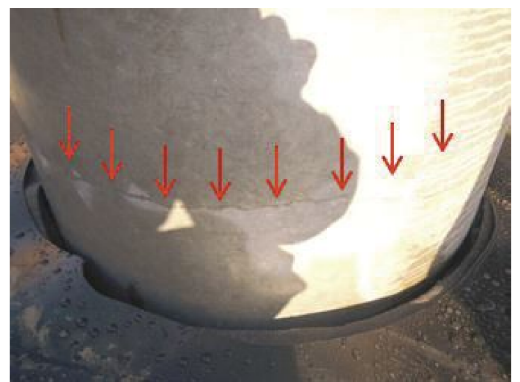
| 手順                 | 深度          | 備考(参考)                   |        |
|--------------------|-------------|--------------------------|--------|
| 【試験杭(3)】           |             |                          |        |
| PHC杭打設 φ800mm 中掘工法 |             |                          | 12月8日  |
| 下杭打設               | AP +4.600 m | アースオーガ φ500 掘削、圧入&打撃     | 12月8日  |
|                    |             | 打設 3.5m オーガースクリュー 2.5m先行 | 12月8日  |
| 下杭引抜き              |             |                          | 12月8日  |
| 中杭打設               | AP +2.900 m | アースオーガ φ500 掘削、圧入&打撃     | 12月8日  |
|                    |             | 打設 5.2m オーガースクリュー 2.5m先行 | 12月8日  |
|                    | AP +1.100 m | アースオーガ φ500 掘削、圧入&打撃     | 12月9日  |
| 下杭引抜き              |             |                          | 12月9日了 |



付録図-2.5 試験杭3の施工概況

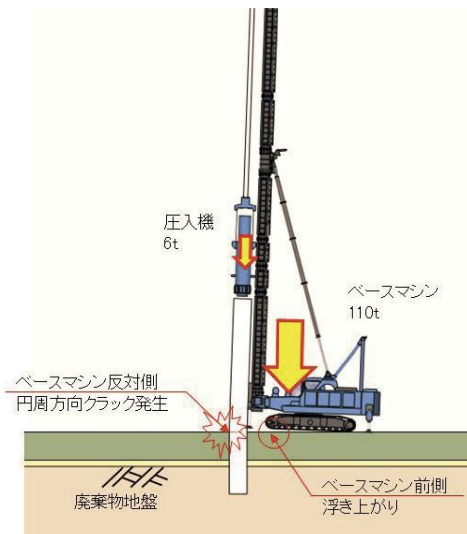
むを得ず、上述した引抜き用特殊ヘッドによりPHC杭を持ち上げ、地盤との縁を切って（付着を切って）からクローラークレーンで引き上げた。

上述のように、下杭にはクラックが発生してしまったため、中杭として準備した杭を下杭として、再度PHC杭の中掘圧入を試みることにした。今回は、先端閉塞を防止するために、通常のスクリューヘッドを使うことにした。スクリューヘッドを杭先端より最大2.5mまで先行させることにして打設したが、5m貫入した状態でそれ以上の打設が不可能な状態になった。そこで、杭打機のホッパー（約9t）を使って杭頭に打撃を与え、打設の継続を



付録写真-2.4 PHC杭に発生したクラック





付録図-2.6 PHC杭の施工状況図



付録写真-2.5 杭内部の閉塞状態

試みたが、リバウンド量が20mm/回、貫入量2mm/回以下となったので、これ以上の作業の継続は困難と判断し、杭打ち作業を中断した。翌日、打設の継続を再開し、打設開始時には貫入量が3.0mm/回であったが、最終的には、1.8m打設したところで貫入量が約1.3mm/回となり、これ以上の打設継続は不可能と判断した。中杭を下杭とした今回の打設では通常のスクリーヘッドを使用したこともあり、杭内部は閉塞していなかった。

#### (4) 試験杭4

試験杭4の施工記録を付録表-2.4、付録図-2.7にとりまとめた。施工時の状況や判断を以下に項目別に記述する。

##### (a) 杭の打設と掘削状況

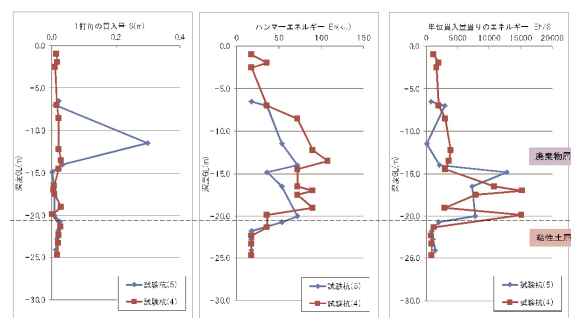
打撃工法により施工するため、杭先端に大きな負荷がかかることから、先端補強バンドを取り付けることにした。ただし、杭と粘土との付着を良くしなければならぬため、先端補強バンドは外側ではなく、内側に溶接し



付録写真-2.6 深度毎の掘削土砂。A.P.-7.75m（左上）からA.P.-12.76m（右下）までの推移



付録写真-2.7 遮水層からの掘削土砂。廃棄物が混じっている。



付録図-2.8 打設深度に対する1打撃あたりの貫入量S、打撃エネルギーEh、貫入量あたりに要したエネルギーEh/Sの深度分布図

た。杭の打設には、油圧ハンマーNH-100（ラム重量10t）を用いた。打設エネルギーEhは、打設記録として得られるラムの自由落下高さにラム重量を乗じて算出することができる。打設深度に対する1打撃あたりの貫入量S、打撃エネルギーEh、貫入量あたりに要したエネルギーEh/Sを付録表-2.5に示す。また、これを深度方向の分布図として示したものを付録図-2.8に示す。

A.P.+1.00m～A.P.-10.00mの掘削では、コンクリートガラが混じっていた。杭内水位観測により透水試験を実施するには、根入れ長を管理するために粘土層の上端を把握する必要があった。そこで、ハンマーグラブによる掘

付録表-2.4 試験杭4の施工記録のまとめ

| 【試験杭(4)】            |               |                               |             |
|---------------------|---------------|-------------------------------|-------------|
| 鋼管杭打設 φ1,000mm 打撃工法 | AP -11.85 mまで |                               | 11/21-11/22 |
| 鋼管内掘削               | AP -7.65 mまで  | ハンマーグラブ AP.+1.0m~-7.65mまでガラあり | 11月22日      |
| 水位調整                | AP 1.75 mまで   | 地下水水位 AP+1.86m                | 11月22日      |
| 鋼管内掘削               | AP -11.85 mまで | ハンマーグラブ                       | 11月24日      |
|                     | AP -11.75 mまで | ハンマーグラブ 粘土確認できず。再打撃           | 11月24日      |
| 鋼管杭打設 φ1,000mm 打撃工法 | AP -13.25 mまで | 油圧ハンマ打撃 実測 AP.-13.26m         | 11月24日      |
| 鋼管内掘削               |               | ハンマーグラブ -12.76mで粘土層確認。        | 11月24日      |
| 水位確認・調整             |               | 地下水水位 ±1.0m 以内                | 11月24日      |
| 1回目水替え工             |               | 水槽4槽、ポンプ2                     | 11月25日      |
| 2回目水替え工             |               | 水槽4槽、ポンプ2                     | 11月27日      |
| 杭内廃棄物除去確認           |               | 杭内カメラ観察                       | 11月27日      |
| 1回目試料採取             | AP -13.26 m   | サンプリング(-13.26~-14.06)         | 11月27日      |
| 水位確認・調整             |               | 地下水水位 +1.0m                   | 11月28日      |
| 鋼管杭打設 φ1,000mm 打撃工法 | AP -14.25 mまで | 油圧ハンマ                         | 11月28日      |
| 鋼管内掘削               | AP -14.25 mまで | ハンマーグラブ                       | 11月28日      |
| 水位調整                | AP +0.660 mまで | 排水(地下水水位 +1.635m)             | 11月28日      |
| 1回目杭内水位観測           |               | 水頭差 0.975m ~11/29 10:00AM     | 11月28日      |
| 2回目試料採取             | AP -14.25 m   | サンプリング(-14.25~-15.05)         | 11月29日      |
| 水位確認・調整             |               | 地下水水位 +1.0m                   | 11月29日      |
| 鋼管杭打設 φ1,000mm 打撃工法 | AP -15.25 mまで | 油圧ハンマ                         | 11月29日      |
| 鋼管内掘削               | AP -15.25 mまで | ハンマーグラブ                       | 11月29日      |
| 水位調整                | AP +0.710 mまで | 排水(地下水水位 +1.715m)             | 12月1日       |
| 2回目杭内水位観測           |               | 水頭差 1.005m ~12/2 8:40AM       | 12月1日       |
| 3回目試料採取             | AP -15.25 m   | サンプリング(-15.25~-16.05)         | 12月2日       |
| 水位確認・調整             |               | 地下水水位 +1.4mまで                 | 12月2日       |
| 鋼管杭打設 φ1,000mm 打撃工法 | AP -16.65 m   | 油圧ハンマ                         | 12月2日       |
| 鋼管内掘削               |               | ハンマーグラブ                       | 12月2日       |
| 水位確認・調整             |               | 地下水水位 ±1.0m 以内                | 12月2日       |
| 3回目水替え工             |               | 水槽4槽、ポンプ2                     | 12月4日       |
| 4回目水替え工             |               | 水槽4槽、ポンプ2                     | 12月6日       |
| 杭内廃棄物除去確認           |               | 杭内カメラ観察                       | 12月6日       |
| 水位調整                | AP +0.710 m   | 排水(地下水水位 +1.70m)              | 12月8日       |
| 3回目杭内水位観測           |               | 水頭差 0.99m                     | 12月8日       |
| 水位調整                | AP -0.430 mまで | 排水(地下水水位 1.55m)               | 12月9日       |
| 4回目杭内水位観測           |               | 水頭差 1.98m ~12/9 完了            | 12月9日了      |

削土の土質の推移を見て、粘土層の深度を把握した。計画したA.P. -11.85mまで鋼管杭を打設し、杭内を予定のA.P.-11.75mまで掘削しても粘土は現れなかった。既存ボーリングBOR.NO.25-4-11の粘土層の境界A.P. -12.25mを基にA.P. -13.26mまで鋼管杭を再打撃し、内部をハンマーグラブで掘削した結果、A.P. -12.76mで粘土を確認できた。最終打設時の鋼管先端から遮水層の下端 (A.P.-22.15m) までの厚さを5.5m以上確保することを今回の実験の条件としていたので、次段階以降の掘進と掘削深度を付録表-2.6のように変更した。

ハンマーグラブによる掘削土を付録写真-2.6に示す。廃棄物層から砂層を介して粘土層に推移していく様子が

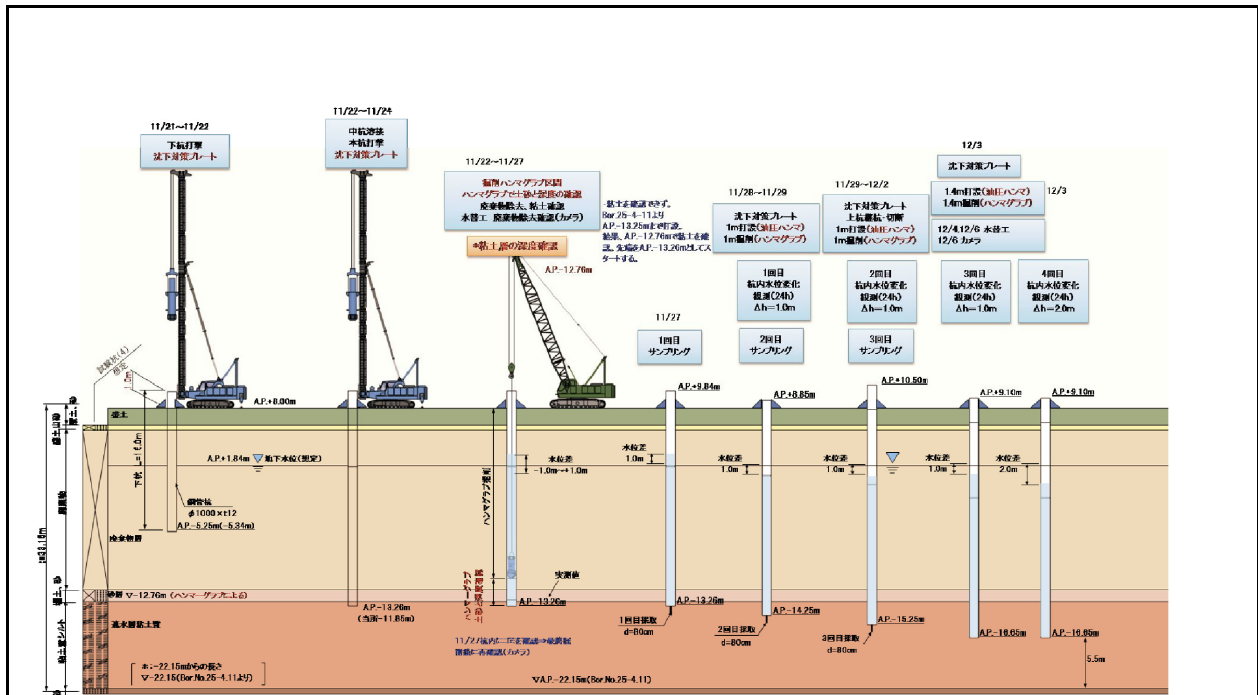
わかる。また、粘土層を掘削している間にも、掘削土には常に廃棄物が混じっている状態であった (付録写真-2.7)。

#### (b) カメラ観察による廃棄物除去状況の確認

杭の先端深度がA.P. -13.26mの状態において、試験杭1と試験杭2の経験を活かして2回の水替えを実施した後、杭内の4方向(東西南北)の位置において水中カメラで観察したところ、大量のゴミが確認されたことから、最終掘削後に再度カメラ観察を実施することにした。

最終深度において2回の水替えを行った後、水中カメラで観察を行った結果、杭先端部と底面の境界に依然と





付録図-2.7 試験杭4の施工概況

付録表-2.5 打設深度に対する1打撃あたりの貫入量S, 打撃エネルギーEh, 貫入量あたりに要したエネルギーEh/S (試験杭5と試験杭4を併記)

| 試験杭(5) |         |            |               |              |           |                 | 試験杭(4)      |        |         |            |               |              |           |                 |             |
|--------|---------|------------|---------------|--------------|-----------|-----------------|-------------|--------|---------|------------|---------------|--------------|-----------|-----------------|-------------|
| 深度 (m) | 貫入量 (m) | 土層区分       | 貫入量毎の打撃回数 (回) | 1打毎の貫入量S (m) | ラム落下高 (m) | 打撃エネルギー-Eh (kJ) | Eh/S (kJ/m) | 深度 (m) | 貫入量 (m) | 土層区分       | 貫入量毎の打撃回数 (回) | 1打毎の貫入量S (m) | ラム落下高 (m) | 打撃エネルギー-Eh (kJ) | Eh/S (kJ/m) |
| 0.0    |         |            |               |              |           |                 |             | 0.0    | 1.0     | 砕石         | 67            | 0.015        | 0.18      | 18              | 1206        |
|        |         |            |               |              |           |                 |             | -2.0   | 1.0     | 砕石         | 56            | 0.018        | 0.36      | 36              | 2016        |
| -6.5   | 6.5     | 砕石、廃棄物層    | 285           | 0.023        | 0.18      | 18              | 789         | -2.5   | 0.5     | 砕石、廃棄物層    | 47            | 0.011        | 0.18      | 18              | 1692        |
| -7.0   | 0.5     | 廃棄物層       | 42            | 0.012        | 0.36      | 36              | 3024        | -7.0   | 4.5     | 廃棄物層       | 260           | 0.017        | 0.36      | 36              | 2080        |
| -11.5  | 4.5     | 廃棄物層       | 15            | 0.300        | 0.54      | 54              | 180         | -8.5   | 1.5     | 廃棄物層       | 65            | 0.023        | 0.72      | 72              | 3120        |
| -14.0  | 2.5     | 廃棄物層       | 73            | 0.034        | 0.72      | 72              | 2102        | -12.2  | 3.7     | 廃棄物層       | 162           | 0.023        | 0.9       | 90              | 3941        |
| -14.8  | 0.8     | 廃棄物層       | 285           | 0.003        | 0.36      | 36              | 12825       | -13.5  | 1.3     | 廃棄物層       | 44            | 0.030        | 1.08      | 108             | 3655        |
| -16.5  | 1.7     | 廃棄物層       | 231           | 0.007        | 0.54      | 54              | 7338        | -14.5  | 1.0     | 廃棄物層       | 43            | 0.023        | 0.72      | 72              | 3096        |
| -20.0  | 3.5     | 廃棄物層       | 378           | 0.009        | 0.72      | 72              | 7776        | -16.5  | 2.0     | 廃棄物層       | 301           | 0.007        | 0.72      | 72              | 10836       |
|        |         |            |               |              |           |                 |             | -17.0  | 0.5     | 廃棄物層       | 85            | 0.006        | 0.9       | 90              | 15300       |
|        |         |            |               |              |           |                 |             | -17.5  | 0.5     | 廃棄物層       | 55            | 0.009        | 0.72      | 72              | 7920        |
|        |         |            |               |              |           |                 |             | -19.0  | 1.5     | 廃棄物層       | 50            | 0.030        | 0.9       | 90              | 3000        |
|        |         |            |               |              |           |                 |             | -19.85 | 0.85    | 廃棄物層       | 360           | 0.002        | 0.36      | 36              | 15247       |
| -20.7  | 0.7     | 廃棄物、砂、粘性土層 | 26            | 0.027        | 0.54      | 54              | 2006        | -21.3  | 1.45    | 廃棄物、砂、粘性土層 | 51            | 0.028        | 0.36      | 36              | 1266        |
| -21.7  | 1.0     | 粘性土層       | 51            | 0.020        | 0.18      | 18              | 918         | -22.3  | 1.0     | 粘性土層       | 45            | 0.022        | 0.18      | 18              | 810         |
| -22.7  | 1.0     | 粘性土層       | 58            | 0.017        | 0.18      | 18              | 1044        | -23.3  | 1.0     | 粘性土層       | 50            | 0.020        | 0.18      | 18              | 900         |
| -24.1  | 1.4     | 粘性土層       | 114           | 0.012        | 0.18      | 18              | 1466        | -24.7  | 1.4     | 粘性土層       | 73            | 0.019        | 0.18      | 18              | 939         |

して廃棄物が確認された。これらの廃棄物は杭先に巻き込まれた状態で連れ込まれている廃棄物であると考えられ、梱包用のプラスチックバンドやビニル類が多く、木片も見られた (付録-3を参照)。