

既設配管ラック下の低所における回転杭の施工について

2026年6月5日

東邦ガス株式会社 技術部

小林且典 ○川島知之

1. 工事概要
2. 課題と対策
3. まとめ・今後に向けて

1. 工事概要

東邦ガス株式会社 四日市工場の概要

- ✓ **概要** : 四日市工場では、主に三重県エリアに都市ガス※を送出している。
※都市ガスは、原料のLNG(-160℃の液体の天然ガス)をタンカーで受入れ、気化器でガス化し、熱量調整した後、都市ガスとして送出手される。
- ✓ **運転開始** : 1991年10月(操業開始から約35年)
- ✓ **主要設備** : LNG貯蔵タンク、LNG気化器、熱量調整設備、LNGローリー出荷設備など
- ✓ **発表対象** : 熱量調整装置更新工事に伴う杭・基礎工事

四日市工場位置図



●LNGタンク



●LNG気化器



●熱量調整装置



●LNGローリー出荷設備



1. 工事概要

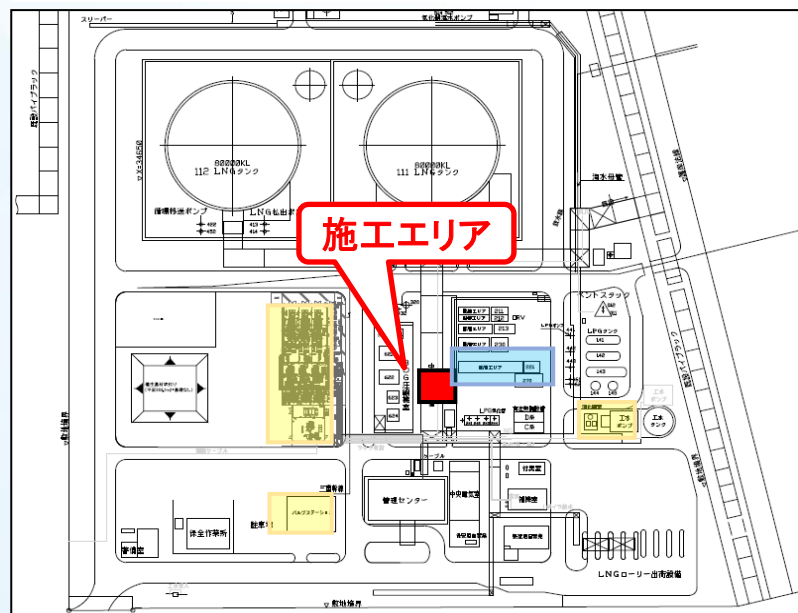
✓ 概要: 熱量調整装置用の杭基礎(杭: 6本 + RCスラブ: 81m²)を、既設ラック下に構築する工事。

✓ 工期: 2025年5月~11月

- | | | |
|---------------|----------|-------------------------------|
| ① コーン調査※ | : 5月 | ※ 目的: 地中障害物の“分布範囲、表面の出現深度”の把握 |
| ② ボーリング調査※ | : 6月 | ※ 目的: 同上、地中の固化物の“層厚”の把握 |
| ③ 準備工、地盤の盤下げ※ | : 6月~7月 | ※ 目的: 杭打ち機の施工空間の確保 |
| ④ 地中障害物の撤去 | : 7月~8月 | |
| ⑤ 低空頭回転杭工 | : 8月~9月 | |
| ⑥ RCスラブ構築工 | : 9月~11月 | |

工場平面図(■ : 過去、地中支障物に遭遇したエリア)
(■ : 過去、地中支障物無く杭施工できた隣接エリア)

施工前の現地状況



① 施工エリア周辺

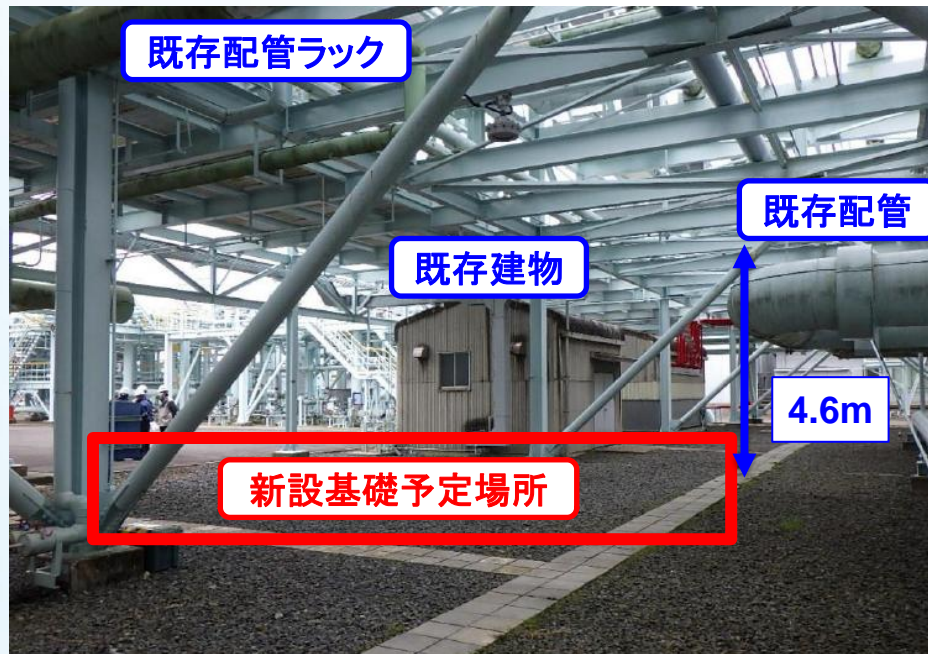


② 基礎構築箇所

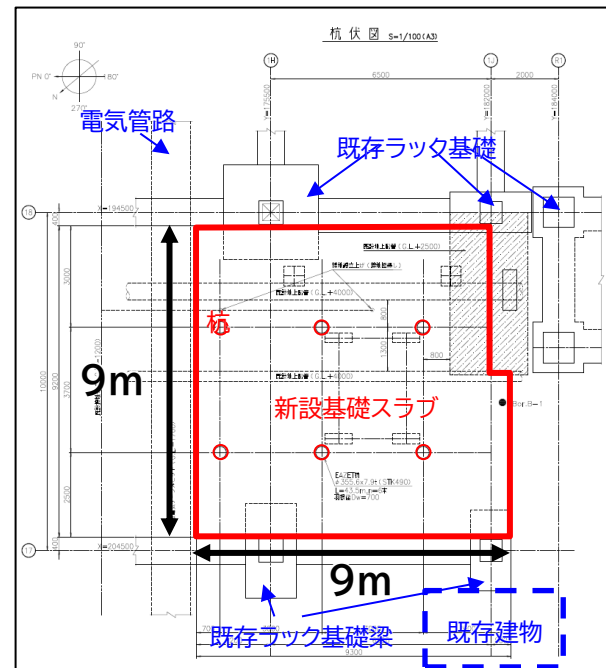


2. 課題(1)ラック下の低所・狭隘条件下での杭打設

- 熱量調整装置のレイアウト設計上、その基礎位置が既設配管ラックの下となり、**桁下から地上までの高さは約4.6mしか確保できなかった。**
さらには、周囲を他のプラント構造物に挟まれた狭隘な場所でもあった。
- 本基礎工事の課題(1)は、**低所かつ狭いエリアで、長さ約44mの杭を打設すること**であった。

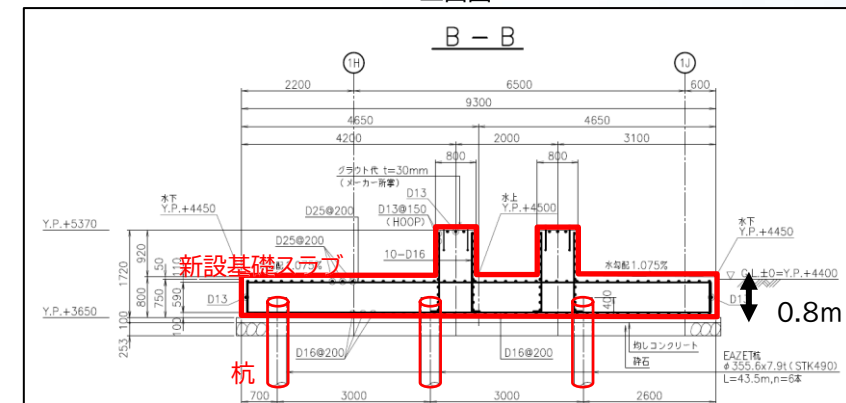


基礎平面図



項目	仕様
杭	鋼管杭: $\Phi 356\text{mm} \times 6\text{本} \times L43.5\text{m}$
基礎スラブ	RC: 約 $W9\text{m} \times W9\text{m} \times D0.8\text{m}$

立面図



2. 課題(1)ラック下の低所・狭隘条件下での杭打設への対策①

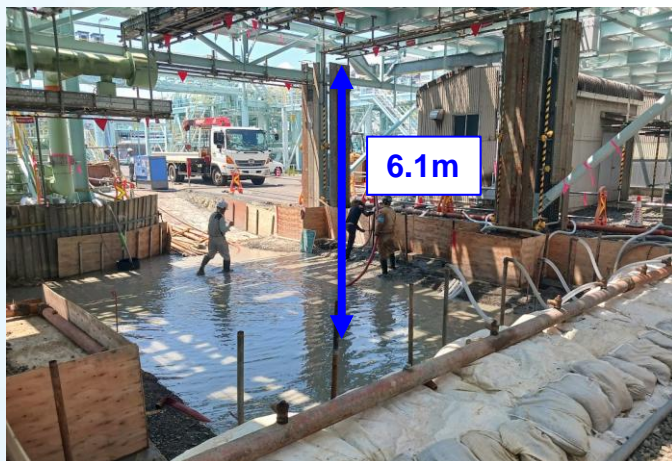
対策① : 地盤を1.5m切り下げること、ラック下の高さを4.6mから**6.1m**に拡大した。
これにより杭打設機の必要高さを確保した。

追加対策: 盤下げに伴い、法面を養生・保護し、既設の直接基礎や電気ピットの変位を防止した。

施工前(配管養生実施済み)



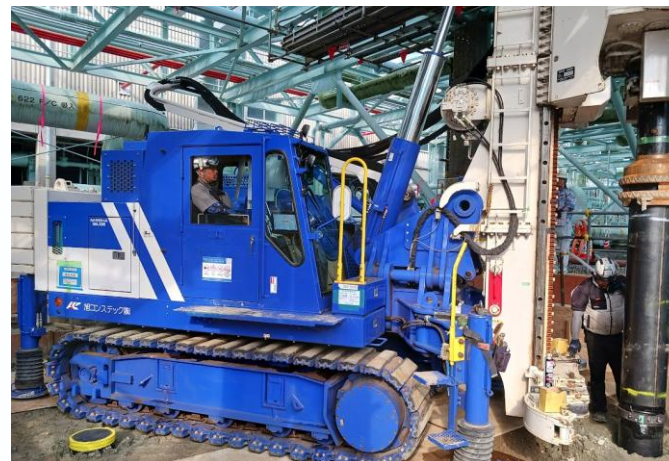
施工状況(施工地盤の切り下げ後)



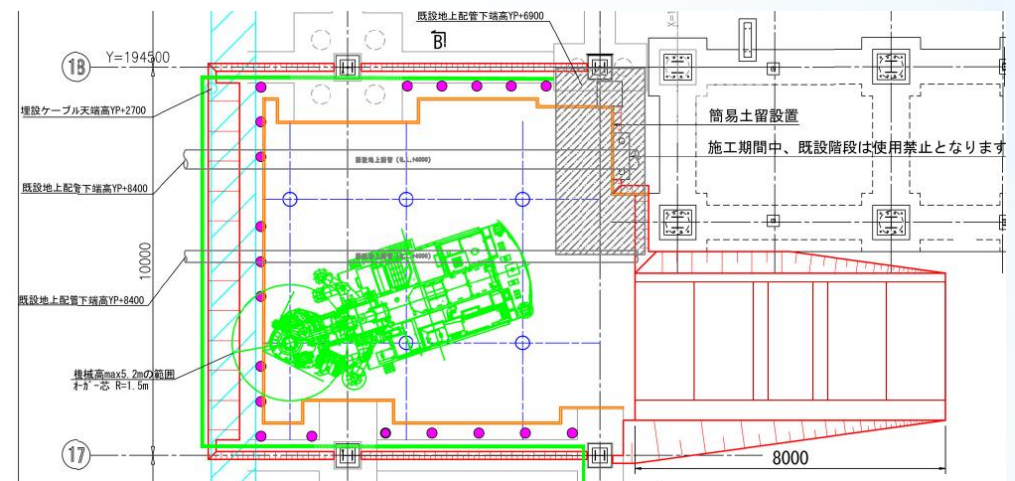
杭打設状況①



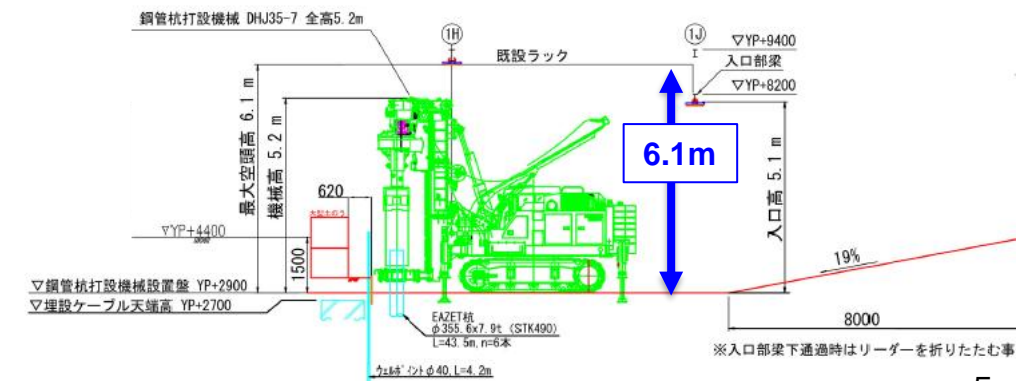
杭打設状況②



杭打設計画図 平面図



杭打設計画図 断面図



2. 課題(2)地中障害物への対策

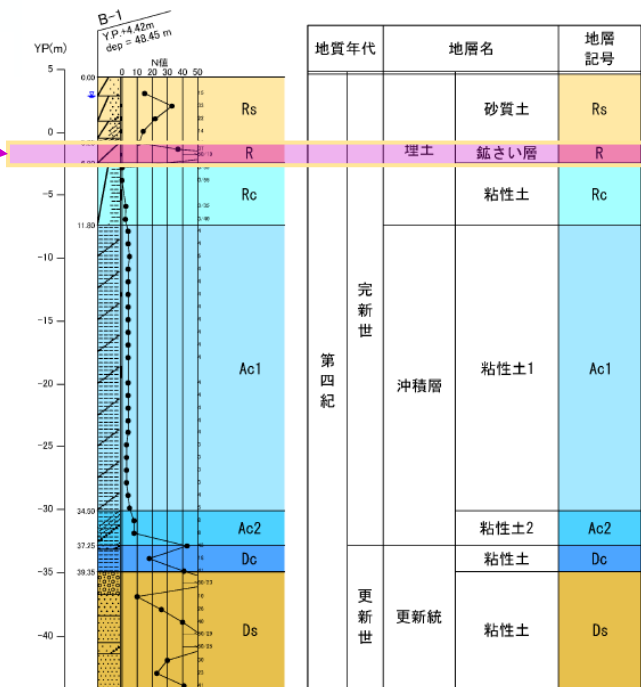
- 工場地盤 : 四日市港の臨海埋立地(表層:購入土で造成、中間:軟弱埋立土、支持層:GL-40付近)。
 - 固化物の偏在 : 工場完成後の増設工事中に、**固化物の層**に遭遇した実績あり (**遍在していた**)。
- 固化物は軟弱な埋立粘性土層の表層部分にあったことから、工場建設中に軟弱地盤の仮設足場確保として、臨機にセメント改良(一部、高炉スラグ混じり)などの表層処理がされたものと、推測されていた。

対策① : 事前ボーリング調査

- 今回工事の周辺エリアでは、過去、地中障害物の遭遇実績は無かったが、**工期遅延防止対策として、あらかじめ施工位置の直下でボーリング調査**を行った。
- その結果GL-5m付近に**固化層(層厚1.65m)**と樹脂ネットを把握した。

対策② : 先行削孔の実施

- 回転杭施工機では固化層を抜けない恐れがあったため、**固化層を先行削孔して撤去**するものとし、高さ6.1mの低所でも適用可能な小型の先行削孔機を別途選定・採用し、杭打設前に先行削孔して撤去を実施した。

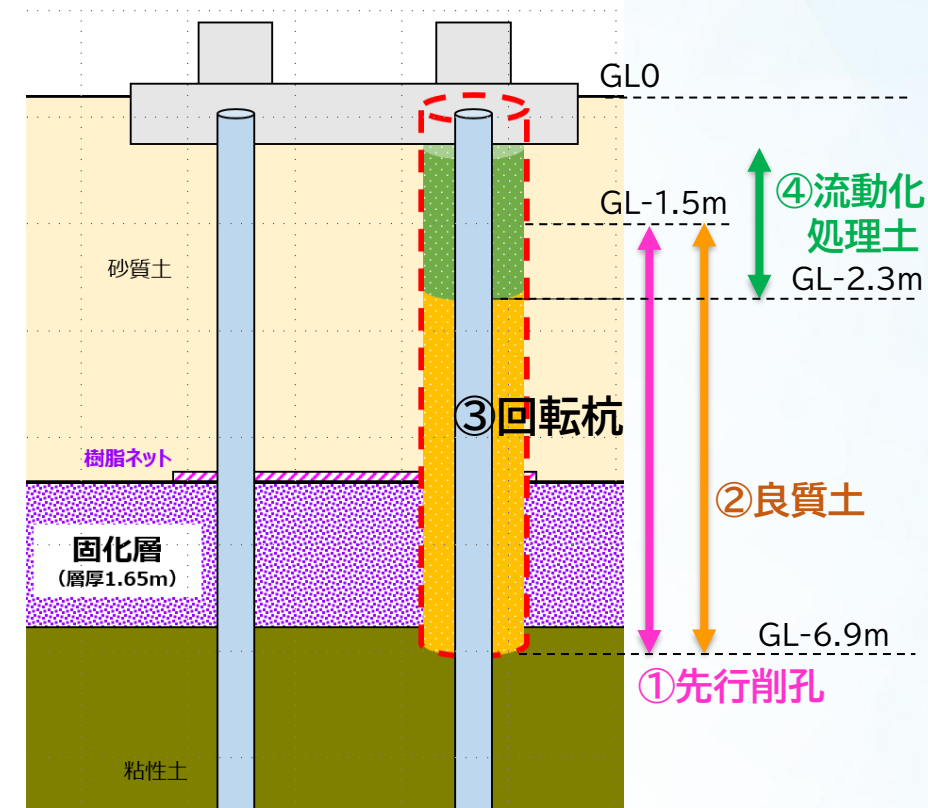
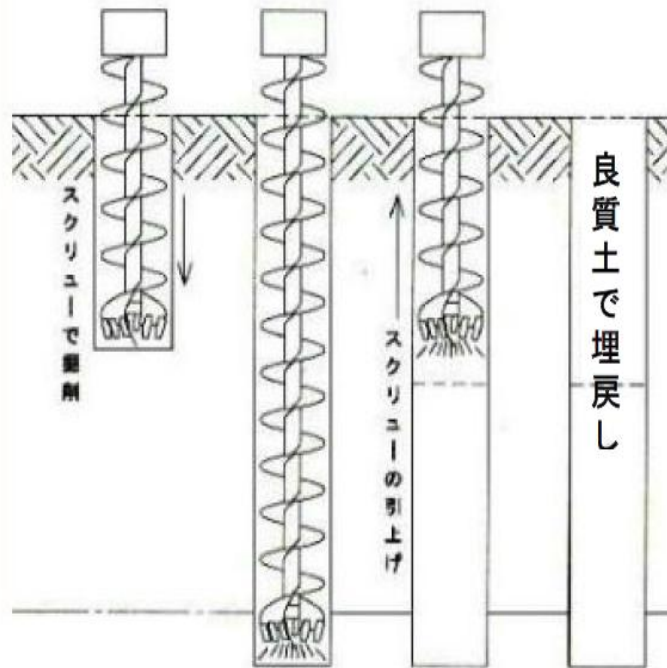


土層区分図

深度(G.L.*m)	層厚(m)	主な土質区分・特徴など
0 ~ -5.25	5.25	砂質土主体の地層(N値10~20程度)
-5.25 ~ -6.90	1.65	固化層(N値50以上、高炉スラグ混じり)、その上に樹脂ネットが分布
-6.90 ~ -37.25	30.35	埋立粘土層と沖積粘土層の軟弱層(N値0~5)
-37.25 ~	-	固結シルト層(当該基礎の支持層、N値30~50)

2. 課題(2)地中障害物への対策(先行削孔について)

- STEP① **先行削孔**(GL-6.9m)：地中障害物を先行削孔機のΦ900mmオーガーで回転破碎・排出
 - STEP② **良質土充填**(GL-1.5m)：孔壁の保護、固化物の孔内への落下防止のため良質土を充填
 - STEP③ **回転杭施工**(杭長44m)：杭径Φ356mm×長さ2mの鋼管杭を、22本継ぎで圧入
 - STEP④ **流動化処理土の充填・固化**(GL-2.3m)：表層の杭頭部を流動化処理土で充填・固化
- ※目的：杭設計上の水平方向地盤反力係数を確保するため



施工フローと施工状況(STEP①~②)

地中断面イメージ(STEP①~④)

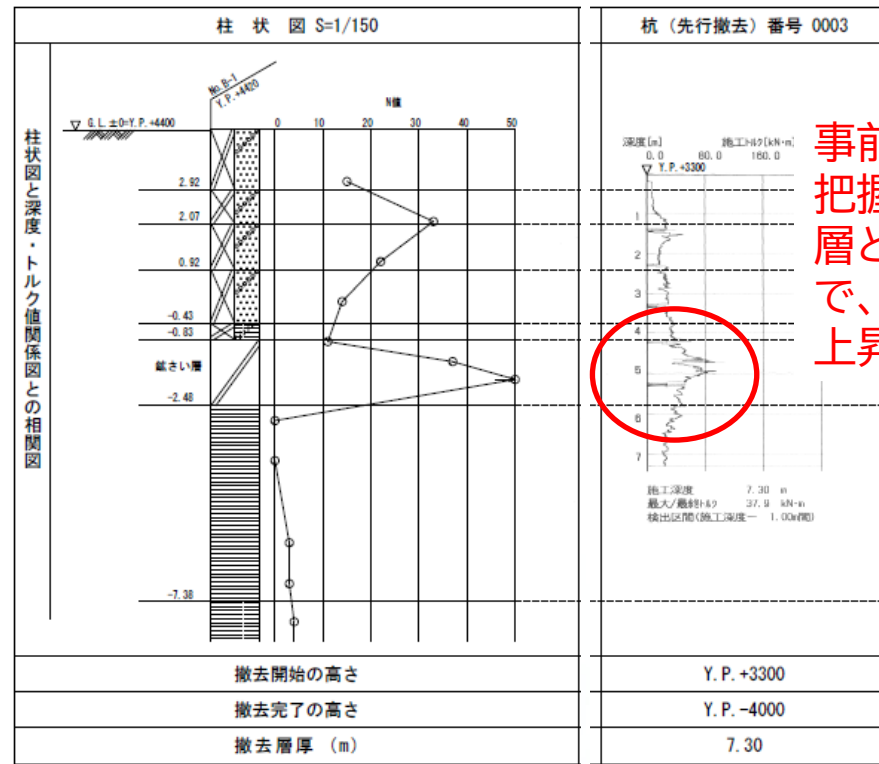
2. 課題(2)地中障害物への対策結果(先行削孔と回転杭施工)

先行削孔時のトルクデータ(STEP①)

回転杭施工時のトルクデータ(STEP③)

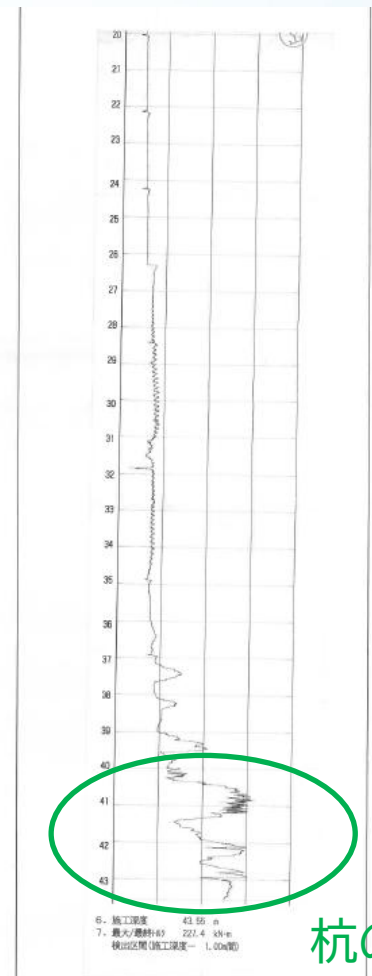
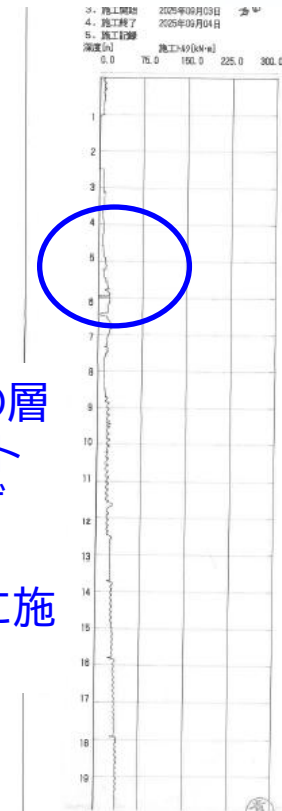
例)杭No.3

例)杭No.3



事前ボーリングで把握した固化物の層とほぼ同じ深度で、削孔トルク値が上昇している

把握した固化物の層あたりで、圧入のトルク値は上昇せず
→
先行削孔は良好に施工できている



杭の支持層

- **先行削孔時** : 事前に把握した固化物層の深度と概ね同じ深度で、トルク値が上昇した
- **回転杭施工時**: 同じ深度帯で、6本全ての杭で、トルクの上昇はほぼ無し
→先行削孔による固化層のほぐし・排土は良好だったといえる

3. まとめ・今後に向けて

(1) 今回工事の技術課題

- 過去の土木工事において、遍在していた地中障害物に遭遇した経験(3エリア)はあったが、いずれも高さ30m級の汎用機を使用できる場所であり、先行削孔や杭打設を施工できていた。
- これに対し、本工事エリアでは低所かつ狭あいな空間であり、汎用機の適用は不可能であった。
- なお、本工事周辺エリアでは、地中障害物の遭遇実績は無かった。

(2) 対策の結果

- 課題(1)の既設配管ラック下の低所・狭隘条件下の杭打設(杭長44m) は
 - ①低空頭回転杭工法および専用機種種の採用
 - ②地盤盤下げ(▲1.5m)による施工高さ(6.1m)の確保によって解決できた。
- 課題(2)の地中障害物(厚さ1.65mの固化物の層)、については
 - ①リスク対策を踏まえた事前の地盤調査(固化層の早期発見・把握)
 - ②低所(6.1m)でも適用可能な小型の先行削孔機の調査・選定・採用によって解決できた。

(3) 今後に向けて

- 今回の調査・設計・施工に関する技術課題を解決した経験を、今後のプラント基礎工事および若手技術者の育成へ活かして参ります。



- 本工事にご協力いただいた設計会社・施工会社の皆様に深く感謝申し上げます。
- 今回の経験を、今後のプラント基礎工事および若手技術者の育成等へ活かし、都市ガスの安定供給に努めてまいります。

ご清聴ありがとうございました。