

分岐した土層におけるPCLNG地上タンク鋼管杭の支持層設定と合理的な打ち止め管理

清水建設(株)	正会員	○伊藤	暁
中部電力(株)	非会員	小川	智孝
清水建設(株)	正会員	都築	顕司
清水建設(株)	正会員	伊藤	健二

1. はじめに

中部電力(株)は、新潟県上越市直江津港内東側に供給区域外立地となる上越火力発電所を建設しており、電力の安定供給、コストダウン、環境への配慮という目標のもと、平成19年3月より建設工事を進めている。

本稿は同火力発電所の主要な設備の1つとなる3基の貯蔵容量18万klのPC外槽式LNG地上式貯槽(以下、PCLNGタンクと称す)の鋼管杭の支持層設定と合理的な打ち止め管理について報告するものである。図-1,2にPCLNGタンクの構造概要図と杭伏図を示す。

2. タンク基礎形式と地盤の特徴

基礎形式は杭基礎であり、打撃工法により1基あたり652本の鋼管杭($\phi 600\text{mm}$)を打設する計画であった。支持層となる洪積砂礫層は、換算N値100を超える硬質な土層でGL-42m~-62mに分布し、3基のPCLNGタンクのうち2基のタンクではエリア内で2層に分岐していた(図-3)。

3. 杭打設にあたっての課題

杭を打設するに当たり、以下3点の課題が挙げられた。

- ① 事前調査による洪積砂礫層上層の層厚は1.7m未満であり、同層を打ち抜き、十分な層厚を有した洪積砂礫層下層を支持層とする計画であった。しかし、追加ボーリング調査により上層は0.8m~6.1mの不均一な層厚であることが判明し、硬質な土層で構成されている上層すべてを打撃工法で打ち抜くことは困難であることが予想された。
- ② 支持層の傾斜が大きく、杭の高止まりや継杭が多発することが予想された。
- ③ 本構造物は重要構造物であり、全ての杭において正確な支持力を確認する必要があった。

4. 対策案

以上の課題に対し、以下の対策を行った。

- ① 補助工法を用いて洪積砂礫層の上層を打ち抜くことを検討したが、不経済な上に工期を要することが予想された。そこで、上層で打ち止めることが可能であれば、杭長は短くでき工期・工費ともに抑えることができ、さらに上層の傾斜が比較的小さいため支持層レベルの推定誤差による高止まりや継杭が少なくできることが推察された。支持地盤を上層とした場合、不完全支持杭となるため、支持地盤下方の洪積粘性土層の

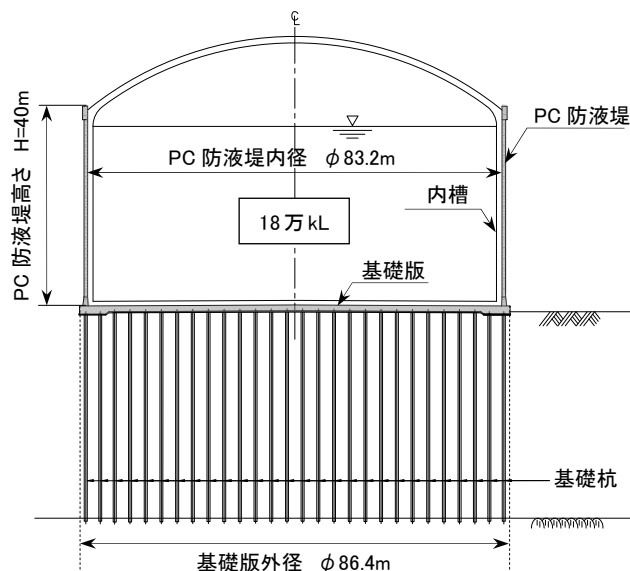


図-1 PCLNGタンク構造概要図

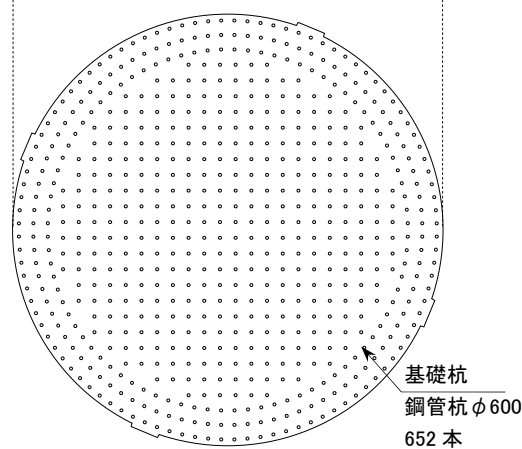


図-2 PCLNGタンク杭伏図

キーワード 支持層, 打ち止め管理, 鋼管杭, 鉛直載荷試験, LNGタンク

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 清水建設(株) 土木技術本部設計第二部 TEL 03-5441-0595

影響を考慮して設計極限支持力を求めた。上層の層厚が最も小さい位置において設計極限支持力は 7907kN となり、所要支持力 6442 kN を得られた。ただし、最小層厚が 0.8m と小さく特殊な地盤条件であるため、鉛直載荷試験を行って、地盤の極限支持力を把握した上で、一定の層厚以上のエリアでは上層を支持層とした(図-3)。

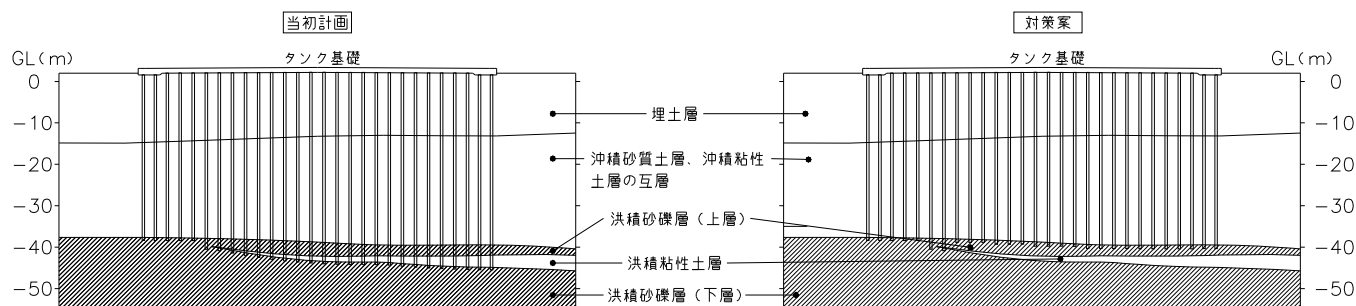


図-3 設定支持層の当初計画と対策案

- ② 全ての杭の位置で支持層レベルを高い精度で把握できれば、杭の高止まりや継杭を減じることが可能であり、さらに支持層への根入れの信頼性が高まると考え、地球統計手法による精度の高い支持層レベルの推定を行った。
- ③ 支持層レベルの推定誤差による支持力不足を防ぐため、現位置の特性を反映した支持力管理式による合理的な打ち止め管理方法が必要であった。そこで、打撃貫入量と打撃エネルギーで表された Hiley の簡略式を、鉛直載荷試験結果に基づいて求めた静的支持力比と地盤回復率で補正して支持力管理式を作成し、同式により全ての杭の打ち止め管理を行った。

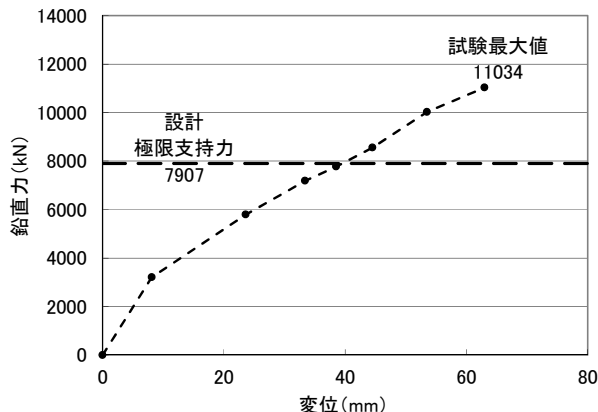


図-4 鉛直載荷試験結果

5. 対策の成果

対策案の実施により、以下の成果を得られた。

- ① 鉛直載荷試験により、層厚 0.8m の薄層において根入れ長 21cm で設計極限支持力以上の支持力が確認された(図-4)。実施工では、打ち抜き施工性と支持層の層厚推定誤差を考慮して、上層の層厚が 2m 以上の場合には上層を支持層とするにした。これにより、所定の工期を守るとともに 2 基分で総延長 832m (109t) の杭長を低減できた。
- ② 全ての杭の位置で地球統計手法による精度の高い支持層レベルの推定(図-5)を行い、杭の高止まり本数は 7%, 継杭本数は 2%に抑えることができた。
- ③ 実施工における支持力管理の結果、最小支持力は 8850kN であり、全ての杭において所要支持力以上を確認できた。

6. まとめ

今回の一連の結果は、今後の杭基礎設計にも反映されることが期待される。現在、上越火力発電所の PCLNG タンクは 2 基がすでに施工を完了しており、3 基目も 2013 年の施工完了を目指して順調に施工中である。

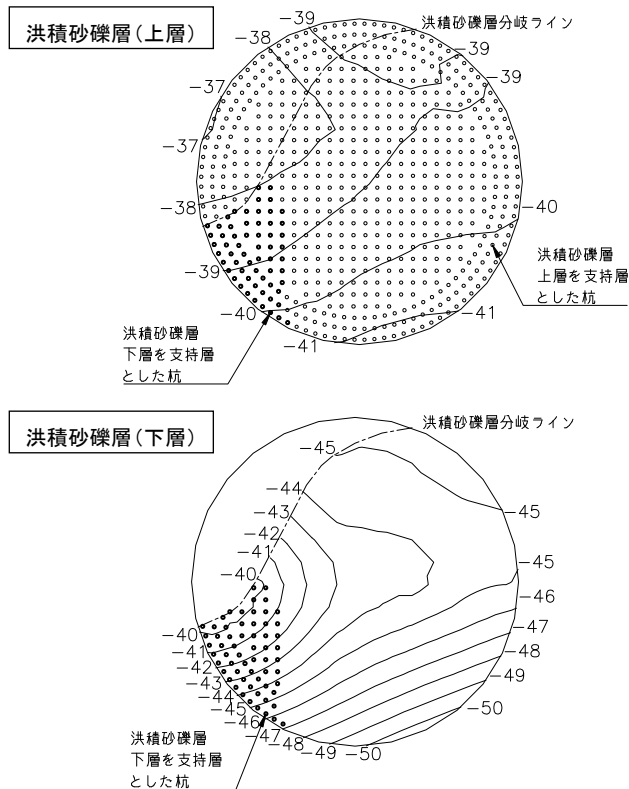


図-5 地球統計手法による推定支持層レベル