

新仙台火力発電所第3号系列新設工事における鋼管杭の施工について

東北電力(株) 新仙台火力発電所建設所 正会員 ○佐藤 唯
 東北電力(株) 新仙台火力発電所建設所 正会員 佐藤 実果子
 東北電力(株) 新仙台火力発電所建設所 阿部 宏

1. はじめに

東北電力㈱新仙台火力発電所では、電源の安定供給と温室効果ガスの排出抑制を目的として、既設号機を廃止し、最新鋭 LNG コンバインドサイクル発電方式の第3号系列の早期運転開始を目指してリプレース工事を実施中である(図-1)。第3号系列新設工事では、設備の重要度、土質条件、荷重条件に応じて鋼管杭、PHC杭による杭基礎を多く採用している。このうち、鋼管杭はタービン建屋基礎、排熱回収ボイラー基礎、LNGタンク基礎、LNG受入栈橋といった重要構造物の支持杭に使用しており、鉛直載荷試験の結果を用いて杭の支持力を評価するとともに、運転中の既設発電所や弱材齢コンクリートと隣接する振動制限下における施工方法の選定等、現場に即した合理的な設計、施工管理を行っている。今回は、本工事で採用した鋼管杭の工法と施工について示す。

2. 鉛直載荷試験による杭の支持力評価と打ち止め管理

タービン建屋基礎およびLNGタンク基礎は、東宮浜層(軟岩)を支持層とした杭基礎形式であり、周辺に振動制限設備がないことから、打撃工法を採用した。これら基礎の設計指針に示される支持力公式では、軟岩の支持力は安全側に評価されているが、当地点の軟岩は砂礫状を呈し、大きな支持力が期待できたことから、杭設計の合理化を図るため、鉛直載荷試験を実施し、杭の支持力(極限支持力)を評価した。

打ち止め管理にあたっては、鉛直載荷試験の結果を基に、支持力判定式、岩着(根入長)判定式を作成し、施工品質の向上を図った。また、杭体に発生する応力に応じて、上杭と下杭で肉厚を変えていることから、高止まりが生じた場合は、所定の深度まで必要な肉厚が確保できたことを確認して打ち止めとした。



図-1 新仙台火力発電所第3号系列の設備概要

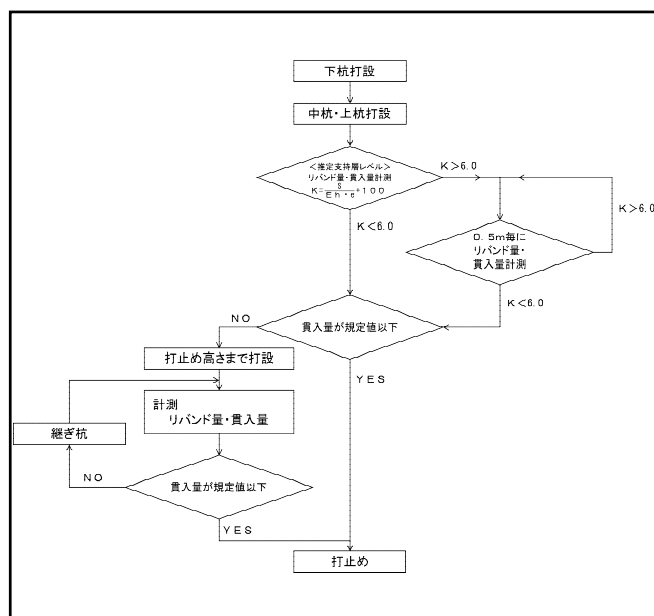


図-2 鋼管杭打ち止め管理フロー図

3. プレボーリング先端拡大根固め工法の採用

排熱回収ボイラー基礎では、近接するタービン建屋基礎コンクリートが弱材齢時に施工する必要があったことから、杭打設による振動の影響を考慮し、無振

動工法を採用した。（杭径 $\phi 800$ mm，杭長 16.0 m～23.0 m，198 本/基）

上部工は、排熱回収ボイラと地上高 100m の直上煙突から構成される煙突一体型となっており、地震時には基礎杭に引拔力が作用する。このため、引張り力の大きな、主に基礎外周部については、根固球根を大きくすることで高い引張力を確保できる高支持力型プレボーリング拡大根固め工法（SuperKING 工法）を採用し、それ以外の部位には中堀拡大根固め工法（KING 工法）を採用した。また、荷重が集中して作用する部分とそれ以外で基礎スラブの厚さを変化させコンクリート数量を最小化する等により、工事費の低減および工程の短縮を図った。

4. ジェットバイブロセメントミルク注入工法（JVC）の開発¹⁾

LNG 受入栈橋の下部工は、経済性の観点から斜杭を基本とした組杭式を採用しており、杭径 $\phi 600$ mm～1,700 mm，杭長 29.5 m～56.5 m の鋼管杭を海上に 190 本，陸上に 11 本，今回の工事で開発した新工法（JVC 工法：特許出願中）で打設している。

栈橋建設地点の支持層である東宮浜層は、凝灰質砂岩，火山礫凝灰岩および凝灰角礫岩（N 値 50 以上）が互層をなしている地層であり，凝灰角礫岩層には 650 mm 程度の巨礫が存在することがボーリング調査結果から確認されたため，杭打設時の巨礫への対処が課題となった。そこで，本来，当地層構成であれば打撃工法で対応可能と判断されていたが，巨礫遭遇時に杭の引拔が可能な JV 工法を基本工法とした。しかし，JV 工法の場合，杭の打設過程で杭周面の支持層を切削してしまうことから，根入長が打撃工法と比較し約 2 倍程度長くなってしまったため，根入長の低減について既存工法を参考に実証試験を実施し，新たに開発した JVC 工法を採用した。

今回開発した JVC 工法は，ジェットバイブロにより支持層に設計根入長まで打設した後，ウォータージェットの噴射ノズルを使用してセメントミルクを注入する工法で，セメントミルクの充填により支持層との一体化を図り，打撃工法と同程度の設計根入長とした工法である（図-4）。本工法の採用により，JV 工法と比較し鋼管杭重量を約 12 %低減できた。



図-3 排熱回収ボイラー基礎杭施工状況

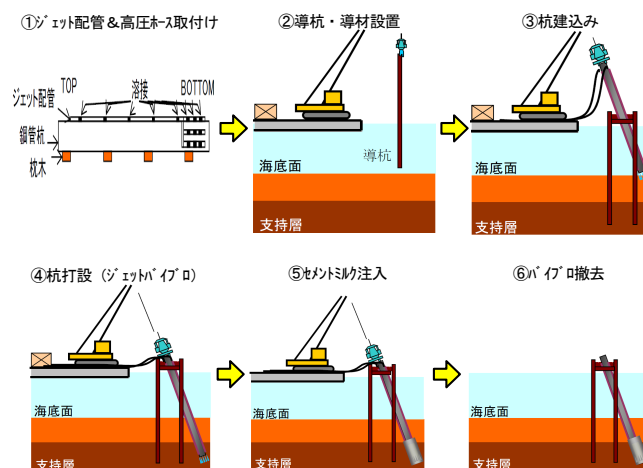


図-4 JVC 工法の概要図

5. 基礎杭打設時の振動管理について

発電所内設備には，建設工事の振動の影響により誤動作する機器があることから，基礎杭打設に当たっては，試験杭打設時の振動計測結果から求めた振動予測式を利用して予め振動予測を行って，対策の有無を確認することとした。振動管理が必要な設備の管理値は，発電所運転側との協議の上，機器の許容耐震値（水平加速度レベル）の 80 %を上限として設定し，工事中は設備近傍に振動計を設置して計測を行った。適切な振動管理を行うことにより，発電所設備の保安確保と安定運転の継続に貢献できた。

6. おわりに

新仙台火力発電所第 3 号系列の各種重要設備において，最適な杭工法の選定および施工管理を実施することにより，杭設計の合理化ならびに工程の遵守，既設発電所設備の保安確保・安定運転継続に貢献できた。

参考文献：1) 工藤武美・木村雅道・佐藤努：新仙台火力発電所 LNG 受入栈橋基礎杭打設における JVC 工法の開発，電力土木，No. 374，P72～P76，2014. 11