

L N G貯槽の基礎部鋼管杭打設時の振動特性について

北海道電力(株) 石狩湾新港火力発電所建設所 正会員 ○ 関口 雄介
 正会員 若松 洋介
 清水建設(株) フェロー会員 都築 顕司 正会員 佐藤 充史 宮瀬 文裕

1. はじめに

平成26年4月より石狩湾新港において、容量23万klのPCLNG貯槽を杭基礎構造で建設中である。LNG貯槽の基礎部鋼管杭は、油圧ハンマを使用して鋼管杭を打設することが多い。この時、大きな振動が発生し、鋼管杭打設位置の近隣で別の作業をしている場合、その作業精度や仕上がり等への影響が懸念される。一方、油圧ハンマ使用時の振動に関するデータは、バックホウ等の汎用機材に比べ事例が少なく、様々な条件(施工条件・地盤条件等)によるバラツキも大きく、事前の振動値の予測が困難である。

そこで、使用機材や杭径等の施工条件、地層分布やN値等の地盤条件が明確な現場で、鋼管杭の打設地点(振動源)から5箇所の距離で実測を行った。その結果、当該現場、機材における信頼性の高い振動の距離減衰の予測式と、杭の埋込長、杭先端のN値と振動値の関係のデータも得られた。本論文では、これらの概要を説明する。

2. 施工条件・地盤条件・計測方法の概要

2. 1 施工条件・地盤条件

LNG貯槽の基礎部鋼管杭は、杭径φ800mm、埋込長51m(17m/本の鋼管杭を溶接で3本継ぎ)を約3m間隔で施工する。施工機材には、打撃エネルギー150KN級の油圧ハンマを使用した(写真-1)。地盤条件の概要を図-1に示す。LNG貯槽の施工箇所全体の地盤はほぼ水平成層を呈し、砂質土層と粘性土層の互層となっており、大部分は砂とシルトの中間土に近い性状を有している。地表から深さ約10mまでは埋立地盤でN値10であるが、鋼管杭打設前にサンドコンパクションにより、鋼管杭打設箇所周辺まで目標N値17以上とした地盤改良を実施している。



写真-1 油圧ハンマ



図-1 地盤の概要

2. 2 振動の計測方法

杭打設地点(振動源)から任意の距離の振動値を推測するためには、振動の距離減衰状況を精緻に把握する必要がある。今回、鋼管杭が打設されていない範囲において、鋼管杭打設地点からの水平距離が7m, 15m, 30m, 50m, 70mの5点で計測を実施した(図-2)。振動の計測には、リオン社製の振動計VM-53Aを使用し、5つの計測点全てに配置して一斉に計測した。計測は、鋼管杭の打設中継続実施した。計測項目は、鉛直方向の振動の最大値、時間率振動レベル(L₁₀)とした。

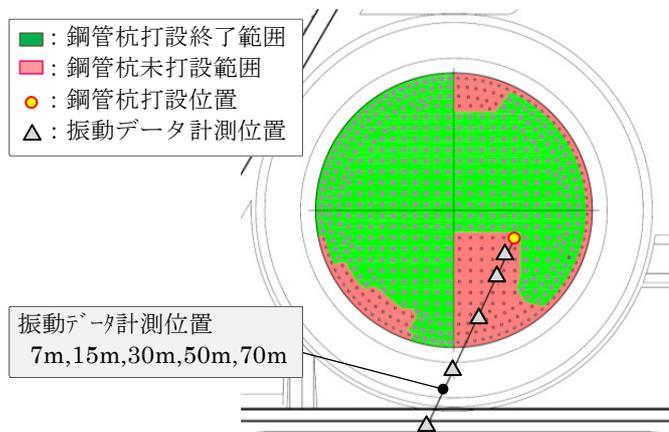


図-2 振動計測位置概要

キーワード 油圧ハンマ, 振動, 距離減衰, 予測式

連絡先 〒061-3242 北海道石狩市新港中央4-3740-2 北海道電力(株)石狩湾新港火力発電所建設所 TEL 011-772-8604

3. 振動値の特性

3. 1 杭の埋込長・杭先端の N 値と振動値

今回の現場では、図-1 に示すように、杭の埋込長により杭先端のN値が異なる。そのため、杭の埋込長と杭先端のN値の違いによる振動発生状況の差異を確認するため、横軸に鋼管杭打設地点からの水平距離 (m)、縦軸に振動の計測値 (dB) とし、表-1 に示す 5 つの状態をまとめて整理して比較を行った結果、以下のことが確認された (図-3)。

- ・杭の埋込長と杭先端の N 値が異なっても、杭打設地点からの水平距離が同じであれば、振動の計測値のバラツキは小さい。
- ・杭の埋込長と杭先端の N 値が異なっても、振動の計測値の距離減衰の傾向 (グラフの傾き) はほぼ同一である。

表-1 杭の埋込長と杭先端の N 値

杭の埋込長 (m)	5	15	30	45	打止め (51.3)
杭先端の N 値	17	15	10	40	45 以上

3. 2 実測結果による振動予測式の算出

杭の埋込長、杭先端の N 値は、各距離での振動値、距離減衰の傾向にほとんど影響しない状況が確認された。そこで、表-1 に示した 5 つの状態に区分せず、杭打設地点からの水平距離と振動の計測値で整理し、回帰線を算出した結果を図-4 に示す。この図から、以下のことが確認された。

- ・回帰式の寄与率 R^2 が 0.949 と高いことから、振動源からの水平距離が遠くなると、振動値が低減する「距離減衰の関係」が確認できる。
- ・杭打設地点から任意の水平距離における振動値の予測式は以下と考えられる。

【杭打設時の振動値の予測式】

$$L(r) = -9.565 \cdot \ln(r) + 113.63 \quad \text{式-1}$$

ここに、

$L(r)$: 任意の水平距離での振動レベル (dB)

r : 杭打設地点から任意の予測地点までの水平距離 (m)

振動予測式の寄与率が高い要因として、2.1 に示したように、今回の施工及び計測実施範囲の地盤は水平成層を呈し、振動の伝搬が均質の物体内を伝搬する状況、すなわち振動源からの水平距離に依存する理想的な状況であったと考えられる。

4. まとめ

今回、振動データの少ない油圧ハンマによる鋼管杭打設について、施工条件・地盤条件等が明確な現場で、距離の異なる 5 点で精緻な振動計測を実施した。今回の施工条件・地盤条件では、杭の埋込長と杭先端の N 値による振動値への影響は、ほとんど確認されなかった。実測値の回帰から、信頼性の高い振動予測式を得ることができた。その理由として、施工及び計測実施範囲の地盤が水平成層を呈しており、均質の物体内を振動が伝搬し、振動の減衰が水平距離に依存する理想的な状況であったと考えられる。既存データの少ない油圧ハンマによる杭打設の振動の検討に、今回のデータが活用されれば幸いである。



図-3 杭打設時の振動値 (杭の埋込長別の整理)

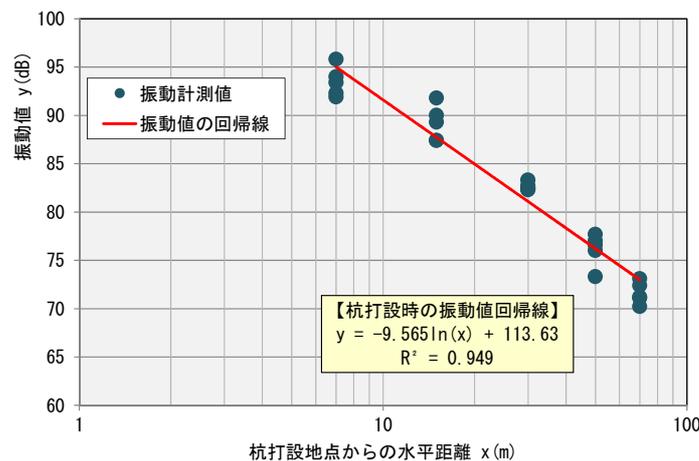


図-4 杭打設時の振動値 (回帰分析)