

高支持力杭を用いた PCLNG 貯槽基礎の水張試験における沈下予測と実測結果

大成建設株式会社 正会員 〇木村 利秀 正会員 小林 祐樹
正会員 落合 智子 正会員 岡嶋 修一

1.はじめに

JX日鉱日石エネルギー(株)が、2015年に運転開始予定の八戸LNGターミナルには主要構造物として14万klのPCLNG貯槽がある(図1)。PCLNG貯槽は、金属製の内槽・保冷材・PC構造の防液堤と基礎版から構成されている。「LNG地上式貯槽指針¹⁾」では、内槽工事完了後に水張試験(内槽に設計液頭圧に相当する水位の1.3倍以上の高さまで水を張る試験)を実施し、内槽および基礎に異常のないことを確認することが規定されている。本貯槽では基礎杭本数の合理化を図るため、高支持力杭を採用し、杭配置は格子状と円周状とした。本稿では水張試験の実施に先立ちFEM解析により算定した予測沈下量と実測沈下量の比較結果を記す。

2.予測沈下量の算定

解析モデルの概要図を図2に示す。予測沈下量の算定は、地盤、杭、基礎版およびPC防液堤をモデル化した軸対称FEM解析により算定した。杭先端は支持層(Ds層)に固定し、杭側面は杭と地盤の節点を周面摩擦力を上限とする鉛直方向バネで結んだ。対象支持層以深には圧密沈下が想定される粘性土層が存在しないため、地盤の変形係数を $2,500 \times N$ (=N値)とした弾性解析を実施した。荷重は、①地盤の自重、②基礎版およびPC防液堤の自重、③水張試験荷重を段階的に考慮した。

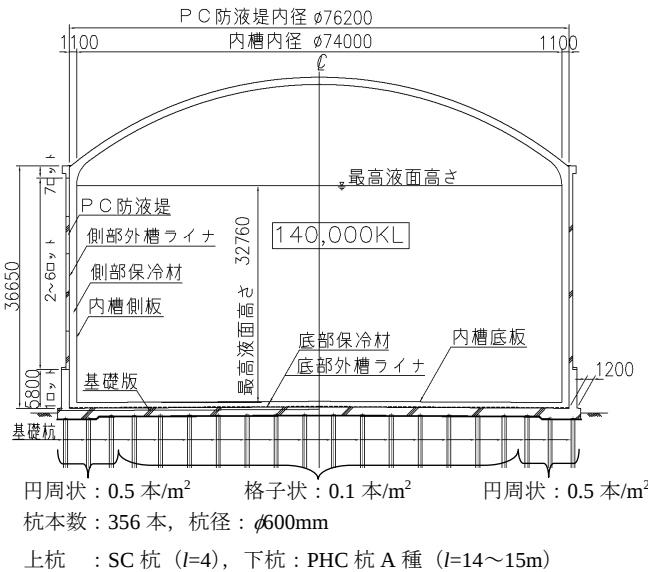


図1 PCLNG貯槽構造図

3.解析結果

地盤の変形図および鉛直方向応力分布を図3に、沈下量の内訳を表1に示す。水張試験時のみの沈下量は貯槽中央部で62mm、貯槽端部で25mmであった。杭周囲の地盤の鉛直方向応力は、水平方向にほぼ一定であるが、支持層(Ds層)の鉛直方向応力は、中央部が端部の約1.3倍となった。水張試験時においても杭周囲バネは塑性化せず、バネ反力に対するバネ上限値の割合は、中央部で31%、端部で18%であった。端部に比べ中央部の沈下量が増加した主要因を以下に示す。

- ①中央部は1m²当たりの杭本数が少ない。
- ②端部はPC防液堤のリング剛性が高く、鉛直方向および円周方向に変形し難い。

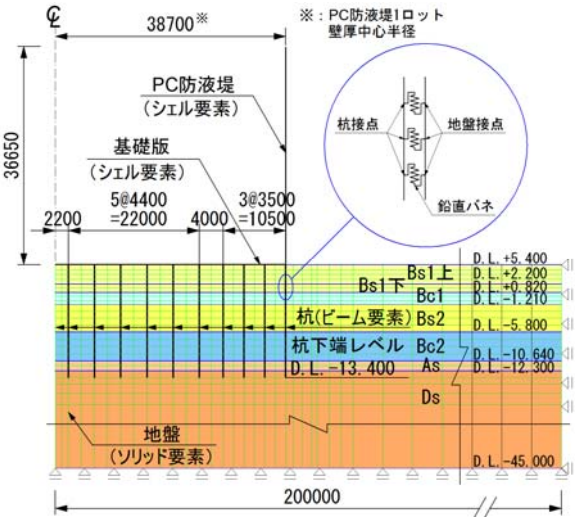


図2 解析モデル概要図

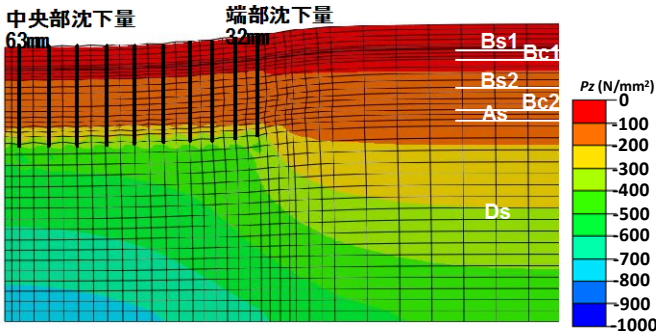


図3 変形図および鉛直方向応力分布図

表1 沈下量の内訳 (単位: mm)

位置	総沈下量	躯体重量のみ	水張試験のみ
中央部	63	1	62
端部	32	7	25

キーワード PCLNG貯槽、水張試験、沈下予測、FEM解析
連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿1-25-1 大成建設(株) 土木設計部 特殊構造設計室 TEL 03-5381-5293

4.計測概要

計測項目を表 2に、計測計器の配置図を図 4に示す。基礎版端部沈下量は基礎版端部上面に設置した沈下測定鉤（R=39.700m）のレベルを直接測定した。防液堤内側における基礎版の沈下量は、基礎版内の 90° から 270° の断面に予め設置した固定式傾斜計の傾斜角を用いて算定した。

5.解析結果と実測結果の比較

基礎版中央部と端部の解析結果と実測沈下量の比較を図 5、図 6に示す。なお、図中の緑色の実線は実測水位の経過を示しており、水位の上昇に伴い基礎版の沈下量が増加していることが分かる。満水時の沈下量については、解析結果と実測沈下量が概ね等しいことが分かる。満液時の半径方向変位計測結果を図 7に示す。図より、解析結果と実測沈下量は中央部で最大となり、端部に近づくにつれて減少し、この傾向は両者で同一となった。

杭のひずみは基礎版中央部から端部に3箇所計測した。満水時に計測した杭のひずみより算定した杭の軸力と解析値の比較を表 3に示す。3箇所ともに実測値は

解析値よりも小さくなった。解析では基礎版と杭を共有節点で接続しているため、水張試験の荷重は全て杭に伝わるが、実際は基礎版と地盤が接触しており、水張試験の荷重が表層地盤に伝達されたため、杭に伝わる荷重が減少したものと考えられる。

6.まとめ

- ・本解析における基礎版の沈下量および変形モードは、実測を概ね捉えることができた。
- ・高支持力杭を用いた本貯槽においても水張試験において、予測以上の沈下は発生しなかった。

謝辞：本貯槽を施工するに当たり、ご指導およびご協力頂いた関係者各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) LNG 地上式貯槽指針，日本ガス協会，2012 年

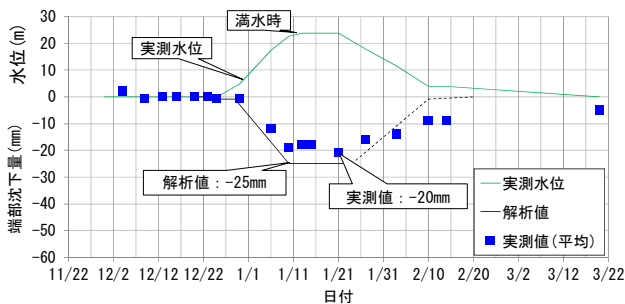


図 5 端部の変位計測結果

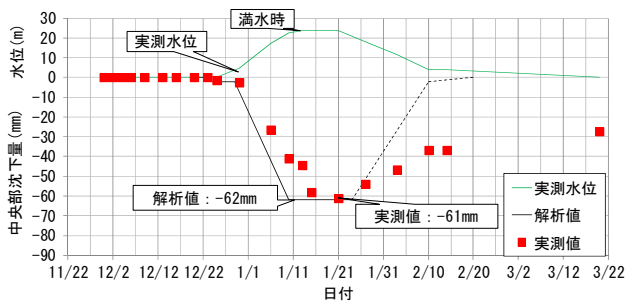


図 6 中央部の変位計測結果

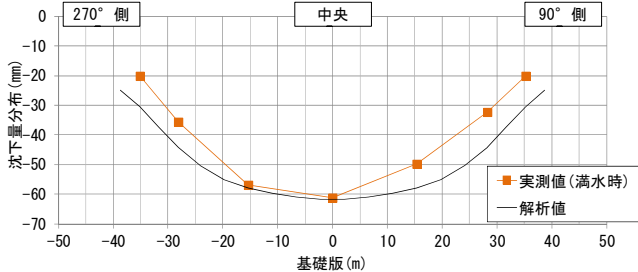


図 7 満液時の半径方向変位計測結果

表 3 基礎杭の軸力測定結果

測定位置	R=2.200m	R=15.400m	R=38.700m
実測値(kN/本)	-3,015	-3,445	-1,171
解析値(kN/本)	-4,681	-4,673	-1,575
実測値/解析値	0.64	0.74	0.74

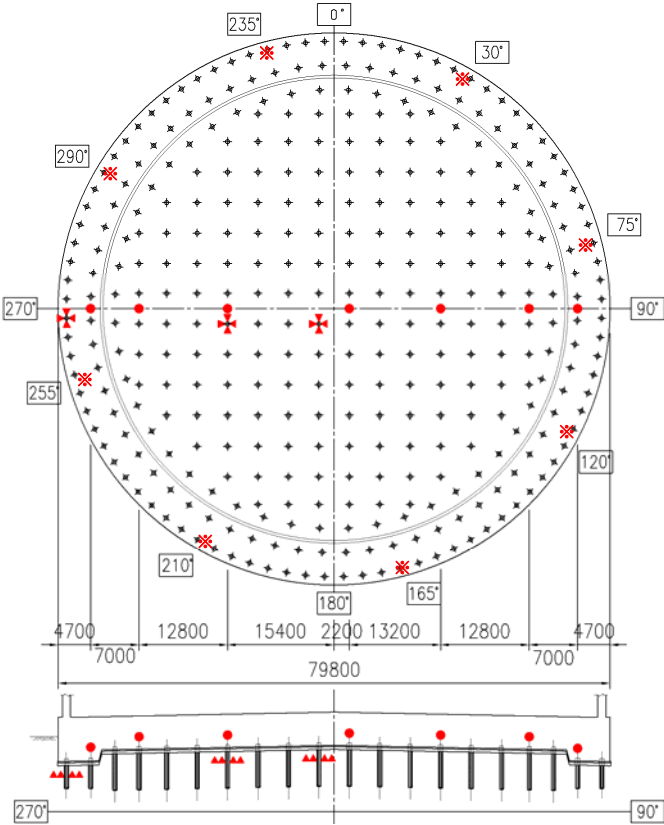


図 4 計測計器配置図