

大阪府北部の地震における PCLNG タンクと周辺地盤の地震観測結果（その5）

大阪ガス（株） ○(正)新村 知也 (正)大西 俊輔
 (株)大林組 (正)阿久津 富弘 (正)稲葉 淳

1. はじめに

既報^{1)~4)}において、2018年大阪府北部の地震におけるPCLNGタンク周辺地盤の地震記録、および解析的検証を含めた応答特性について報告した。本稿では、基礎版鉄筋、および杭頭補強筋に設置したひずみ計の計測結果に着目した挙動の検討結果を報告するものである。図1に当該タンクの構造図を示す。

2. ひずみ計の設置状況

図2に加速度計を含めた地震観測計器の全体配置図を示す。また、図3に基礎版外周部、図4に杭頭補強筋のひずみ計設置詳細断面図を示す。基礎版の鉄筋ひずみ計（共和電業製：BF-CT鉄筋計。杭頭補強筋用も同じ）は、タンクの中心部（SB1）、半径方向1/2部（SB2）、外周部（SB3）の計3か所設置されており、それぞれの位置で上側鉄筋、および下側鉄筋に相当する鉄筋ひずみを計測しており、平面的には4本の杭で囲まれた範囲の概ね中心に位置する。杭頭補強筋の鉄筋ひずみ計（SPH）は、最外周部の杭頭に設置されており、北方向、南方向の2か所1セットで設置されている。

3. 基礎版の鉄筋ひずみ計の計測結果

図5~7に基礎版の鉄筋ひずみ計（SB1~3）の時刻歴のひずみ計測結果を示す。ここでは、加速度振幅が大きい観測開始14~18秒の区間の結果を示している。ここで、14~16秒は鉛直動が主に卓越した時間であり、16秒以降で顕著な水平動の入力が確認

されている。鉄筋ひずみの最大値は 44μ であった。鉄筋のヤング係数 $200 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ を用いて算出した最大応力は 8.8 N/mm^2 である。基礎版に使用している鉄筋（SD345）の降伏点以下の値であり、基礎版の鉄筋は弾性範囲内の挙動であったと考えられる。次に上筋と下筋の位相に着目した考察を示す。SB1、SB2では、鉛直

動のみが卓越する時間では、上筋と下筋の位相が逆位相となる傾向が確認された。図3に示した通り、杭間のほぼ中心にひずみ計が配置されていることから、杭を支点とし鉛直動による曲げが生じたものと考えられる。その後、水平動が卓越する時間では、同位相に近い挙動が確認され、これは水平動による軸引張、軸圧縮が卓越したと推察される。他方、SB3については、全時間について、概ね逆位相と考えられる挙動を示している。これは、既報⁴⁾で述べた通りタンク全体のロッキング挙動が、外周部に配置されているSB3付近において杭に拘束されることで、基

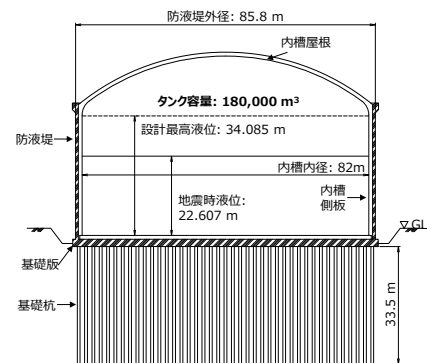


図1 タンク構造図

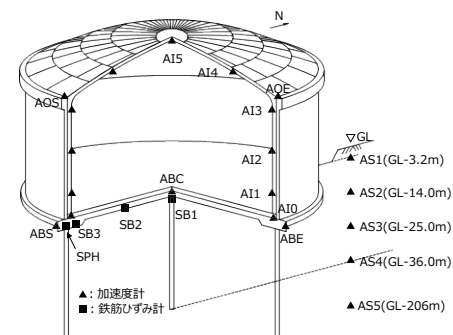


図2 地震観測計器設置位置図

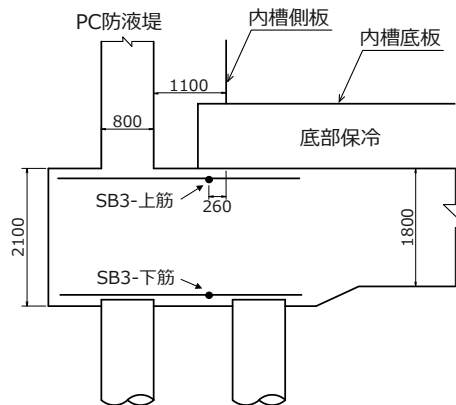


図3 基礎版外周部ひずみ計配置詳細図

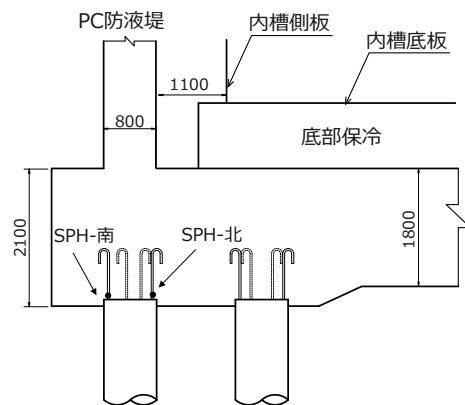


図4 杭頭補強筋ひずみ計配置詳細図

キーワード LNG タンク、地震観測記録、大阪府北部の地震、鉄筋ひずみ

連絡先 〒541-0045 大阪府中央区道修町三丁目5-11 大阪ガス（株）ガス製造・エンジニアリング部 TEL06-6205-4592

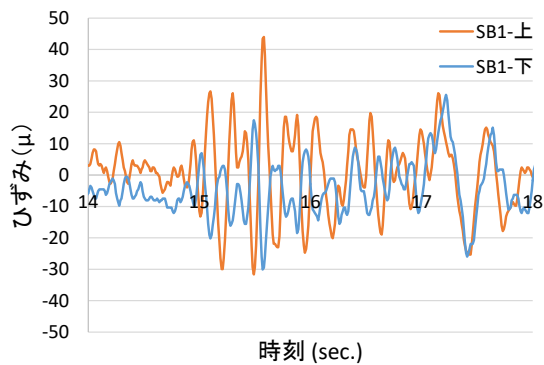


図5 基礎版ひずみ (SB1) 時刻歴

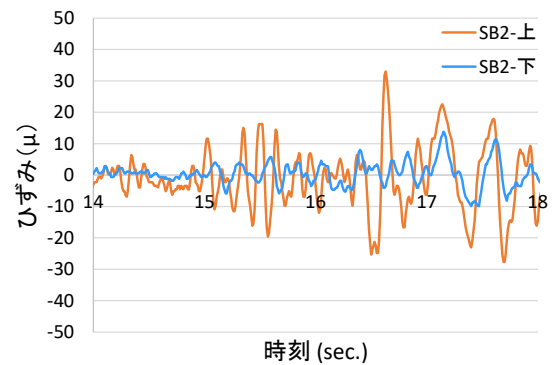


図6 基礎版ひずみ (SB2) 時刻歴

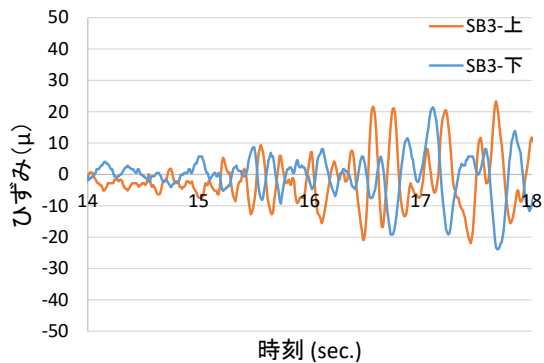


図7 基礎版ひずみ (SB3) 時刻歴

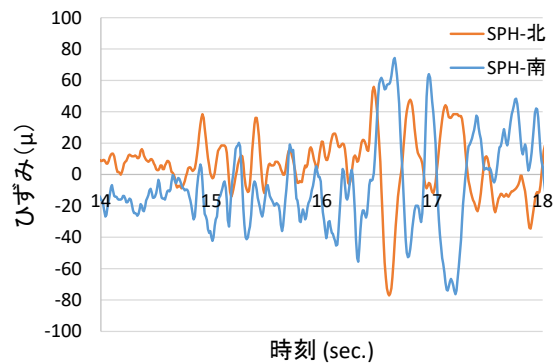


図8 基礎版ひずみ (SPH) 時刻歴

礎版の曲げに繋がったことが考えられる。また、SB1、SB2はその直上にはLNGのほぼ液荷重のみが作用しているが、SB3は直上に防液堤、側部保冷層、内槽側板等が位置し、これらの挙動の相違による複雑な挙動の影響を受けた可能性も考えられる。例えば既報⁴⁾の通り、基礎版と防液堤頂部の水平加速度は位相が同位相であるものの加速度の絶対値としては応答しており、この加速度差による防液堤上下での縦曲げが生じた影響で防液堤下端部に位置するSB3で曲げ挙動が確認された可能性もある。

4. 杭頭補強筋の鉄筋ひずみ計の計測結果

図8に杭頭補強筋の鉄筋ひずみ計 (SPH) の時刻歴のひずみ計測結果を示す。ここでは、加速度振幅が大きい観測開始14~18秒の区間の結果を示している。鉄筋ひずみの最大値は77 μ であった。基礎版と同様に鉄筋のヤング係数を用いて算出した最大応力は15N/mm²である。杭頭補強筋に使用している鉄筋 (SD345) の降伏点以下の値であり、杭頭補強筋は弾性範囲内の挙動であったと考えられる。次に北側、および南側に配置された一対の杭頭補強筋の位相に着目した考察を示す。鉛直動のみが卓越する時間では、概ね同位相となる傾向が確認された。これは、鉛直動による杭の軸引張方向の挙動によるものと考えられる。その後、水平動が卓越する時間では、逆位相が確認され、軸引張挙動から水平動に起因した杭頭曲げ挙動に移行したものと考えられる。

5. おわりに

筆者らは、今後もLNGタンクでの地震観測を継続し、地震後のLNGタンクの安全性の確認や実挙動の評価を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 牛田他:大阪府北部の地震におけるPCLNGタンクの周辺地盤の地震観測結果(その1),第74回土木学会年次学術講演会(2019)
- 2) 阿久津他:大阪府北部の地震におけるPCLNGタンクの周辺地盤の地震観測結果(その2),第74回土木学会年次学術講演会(2019)
- 3) 新村他:大阪府北部の地震におけるPCLNGタンクの周辺地盤の地震観測結果(その3),第75回土木学会年次学術講演会(2020)
- 4) 稲葉他:大阪府北部の地震におけるPCLNGタンクの周辺地盤の地震観測結果(その4),第75回土木学会年次学術講演会(2020)