

I-831

L N G 地下式貯槽の地震時変形挙動について

東京ガス 正員 小山和夫 片山隆夫
鹿島建設 上野弘道 正員 砂坂善雄 伊藤智尋

1. はじめに

東京ガス袖ヶ浦工場では、1983年よりL N G地下式貯槽と周辺地盤の地震観測が行われている。これまでに80以上の地震が観測され、得られた加速度・速度・変位・鉄筋歪・動土圧のデータに基づいて多くの報告がなされている¹⁾。本報告では、近距離中地震に属する関東南部地震及び遠距離大地震に属する鳥島近海地震を対象とし、L N G地下式貯槽の地震時の変形挙動について検討する。

2. 地震観測の概要

観測計器が設置されている隣接2貯槽の構造概要および周辺地盤の土質柱状図を図-1、図-2に示す。両貯槽は共に、内径64m、最大液位40.5m、容量13万klである。

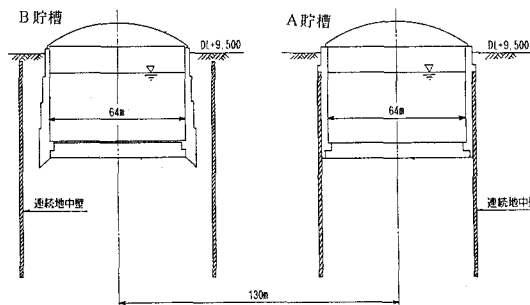


図-1 構造概要

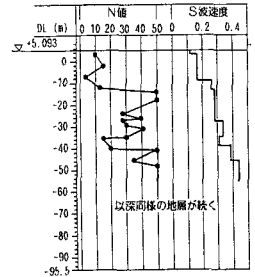


図-2 土質柱状図

A貯槽の中心から112m離れた遠方地盤に加速度計が深さ方向に4測点、貯槽間地盤に3測点設置されている。また、両貯槽には加速度計、鉄筋歪計及び土圧計が設置されている。

3. 対象地震

比較的大きな加速度が得られた特徴的な関東南部地震と鳥島近海地震を対象とする。関東南部地震及び鳥島近海地震における遠方地盤のDL-95m地点（基盤）での加速度観測波形を図-3(a)、(b)に示す。これら2つの地震の観測波は以下のような特徴を有する。

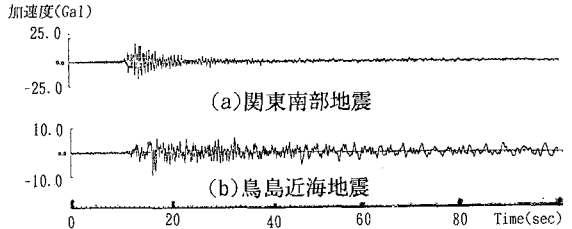


図-3 基盤(DL-95m)での加速度観測波形

(a)関東南部地震（1983.2.27、M6.0、震央距離△56km、震源深さD72km、最大加速度 α_{max} 78.4Gal）

近距離中地震の典型であり、周期0.5秒付近の短周期成分が卓越している。主要動の継続時間は短い。

(b)鳥島近海地震（1984.3.6、M7.9、△683km、D452km、 α_{max} 31.0Gal）

遠距離大地震である。波形の前半部は実体波と思われる短周期成分が卓越し、波形後半部は周期2、3秒の比較的長周期の表面波と思われる波が続く。主要動の継続時間は長い。

4. 観測記録の解析と考察

地震時の地下式貯槽の変形挙動を明らかにするため、地下式貯槽の変形と貯槽及び地盤の慣性力の関係を表現する動画（コンピュータグラフィックス）を作成した。動画の中から代表的な時刻を選び、関東南部地震時及び鳥島近海地震時の地下式貯槽の変形と貯槽及び地盤の慣性力の関係を、図-4に示す。貯槽の変形は鉄筋歪計の観測記録から求めた²⁾。貯槽上部の矢印は、相対する位置での貯槽の慣性力の相対的な向きと大きさ（内力と呼ぶ）を示したものである。また、貯槽上部の楕円形は、矢印の向きと大きさに応じて決定したものである。さらに、図中には、A、B貯槽間の地盤の慣性力の向きと大きさも示してある。これらの

図と動画より、以下のことが明らかになった。

(1)主要動における地下式貯槽の変形パターンは、貯槽の慣性力より生じる内力とよく整合する。すなわち、内力が貯槽の中心方向へ向いている位置の貯槽の変形は相対的に縮んでおり、内力が貯槽の外側へ向いている位置の貯槽の変形は相対的に伸びている。

(2)A貯槽とB貯槽の変形パターンは、ほとんどの時刻において逆位相である。例えば、A貯槽が横長の変形パターンのとき、B貯槽は縦長の変形パターンである。

(3)また、このようなA貯槽とB貯槽の変形パターンは、貯槽間地盤の慣性力と相関がある。すなわち、貯槽間地盤の慣性力が向いている方の貯槽は、その向きにつぶされ縦長の変形パターンを示し、逆に反対側の貯槽はその向きに伸ばされ横長の変形パターンを示す（図-5参照）。これは、隣接する2つの地下式貯槽及び貯槽間地盤の間に動的な相互作用が存在することを示している。

(4)以上のような地震時の地下式貯槽の変形挙動は、関東南部地震と鳥島近海地震の両方について見られ、地下式貯槽の変形の卓越する周期は、両地震時ともほぼ同じである。

5. まとめ

LNG地下式貯槽の地震観測記録に基づいて、地下式貯槽の変形と貯槽及び地盤の慣性力の関係を表現する動画を作成し、LNG地下式貯槽の地震時挙動について検討した。その結果、隣接する2つの地下式貯槽及び貯槽間地盤の間に動的な相互作用が存在し、両貯槽の変形と貯槽間地盤の慣性力には相関があることが明らかになった。すなわち、隣接2貯槽の変形パターンは、ほとんどの時刻において逆位相であり、貯槽間地盤の慣性力が向いている方の貯槽は、その向きにつぶされ縦長の変形パターンを示し、逆に反対側の貯槽はその向きに伸ばされ横長の変形パターンを示す。

<参考文献>

- 1)例えば、K. Koyama, O. Watanabe, N. Kusano:
Seismic behavior of in-ground LNG storage tanks during semi-long period ground motion, Proc. of 9WCEE, pp.VI679-690, 1988.
- 2)浜田政則：大型地下タンクの地震時挙動の観測と解析、土木学会論文報告集、第273号、pp.1-14、1978.

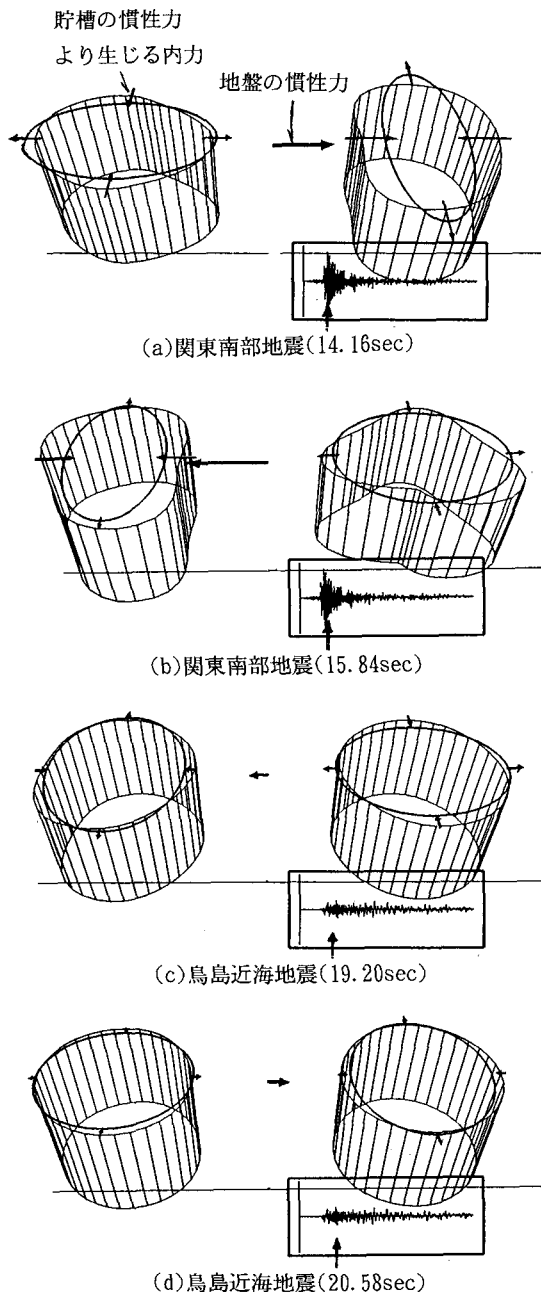


図-4 貯槽の変形と貯槽及び地盤の慣性力の関係

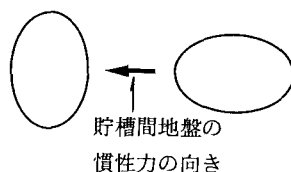


図-5 隣接貯槽の変形パターン（概念図）