

I-539

地下式貯槽の地震時ひずみ応答特性

日本鋼管(株) 正会員 楠 信昭

東京ガス(株) 正会員 小山 和夫 渡辺 修

1. まえがき

現在国内で、多数の大型円筒地下式貯槽が建設され稼働している。大型円筒地下式貯槽の地震時の応答特性を解明するため、観測された円周方向ひずみの円周方向分布は既に報告¹⁾したが、ここでは有限フーリエ近似を用いてその分布をモード分解しより詳細に検討した。検討対象とした地震はA伊豆大島近海沖地震(1982. 8. 12, M5. 7)とB神奈川県西部地震(1983. 8. 8 M6. 0)である。

2. 地震観測の概要

観測対象貯槽は、横浜市にある、稼働中の、容量9. 5万KLの鉄筋コンクリート製LNG地下式貯槽である。貯槽諸元、周辺地盤構成と観測計器配置を図1に示す。用いた計器は、振動計はサーボ型加速度計、ひずみ計は振動弦型鉄筋計である。ひずみ計の測定分解能は0. 05 μ である。

3. 地震動

地震A, Bの図1のAG1位置の3成分の速度波形とそのパワースペクトル比を求め図2, 3に示す。速度はフーリエ変換による方法で加速度を積分して求めた。後の検討で用いる地震Bの鉛直成分の卓越周波数は図3のパワースペクトル比から0. 3Hz(30~50秒)、0. 4~0. 6Hz(45~55秒)、0. 6~0. 9Hz(15~45秒)、1. 8Hz(20~40秒)である。ここで()内は非常常パワースペクトル²⁾から求めた着目する周波数が卓越する時間を示す。

4. 観測ひずみの応答特性

円周方向ひずみの円周方向分布モードを求めるために、図1に示す貯槽のほぼ中段(GL-9. 75m)の側壁外側(外壁より17cm)に円周方向に等間隔に設置された8台のひずみ計の観測記録を用いた。ひずみ分布の例を図4に示す。これら8点の円周方向ひずみのうち地震Aでは図1の3-3、8-8断面位置、地震Bでは8-8断面位置のひずみが計器不良のため測定できなかった。以下の検討ではこれらの位置のひずみは、その両隣りの観測ひずみで線型に補間して

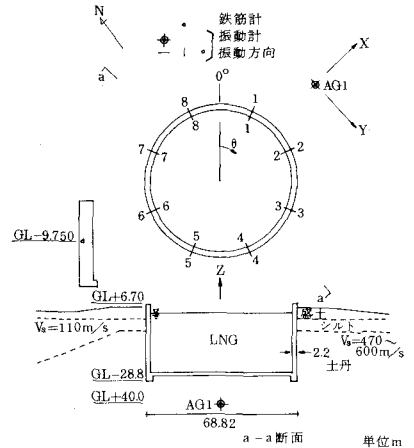


図1 観測計器の配置位置

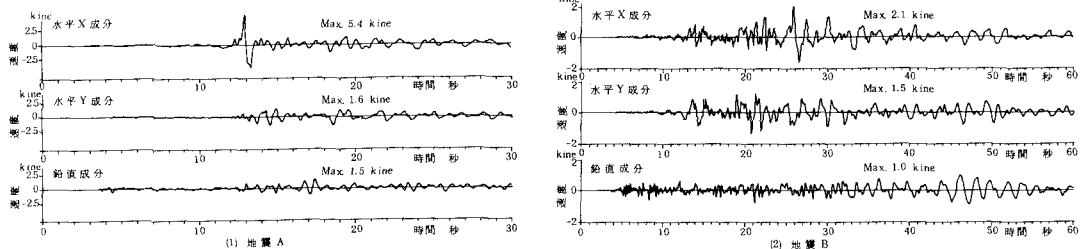


図2 地震動の速度波形



図3 速度波形のパワースペクトル比

近似的に求めたものを用いた。これら8点の円周方向ひずみ $\epsilon \theta_m$ ($m=1, 8$) 分布を有限フーリエ近似で(1)式に展開し、各次の係数の絶対値 $\sqrt{A_k^2 + B_k^2}$ を求めた。各時間で求めた係数の絶対値を時系列で

$$\epsilon \theta_m = \frac{A_0}{2} + \sum_{k=1}^3 \left[A_k \cos \frac{2\pi k m}{8} + B_k \sin \frac{2\pi k m}{8} \right] + \frac{A_4}{2} \cos \frac{2\pi 4 m}{8} \quad (1)$$

図5に示す。図5より、地震Aでは13秒前後で1次の分布モードが卓越する。ひずみ波形のこの時刻の卓越周波数は1.8 Hzとなり、入力地震動の水平成分のこの時刻の卓越周波数とほぼ一致する。地震Bでは28秒までは0次(軸対称)と1次の分布モードが優勢である。28秒以降では0次の分布モードが卓越する。0次分布モードの卓越周波数は0.7~2 Hz(1.2~4.5秒)、0.5 Hz(4.5~5.5秒)となった。0次の分布モードが鉛直動によるものと仮定すると、これらの周波数は鉛直動の卓越周波数とよく対応する。各次モードの最大ひずみを表1に示す。

5. まとめ

ここで検討対象とした地下式貯槽の観測に基づく地震時円周方向ひずみの分布モードについてつぎの結果を得た。1) 円周方向ひずみは0次(軸対称)または1次の分布モードが優勢である。

2) 0次の分布モードの卓越周波数は、地震動の鉛直成分の卓越周波数と対応する様である。

3) 地盤構成が今回と異なる軟弱地盤に対するひずみの応答特性は今後の検討が必要と思われる。

表1 各次モードの最大ひずみ

モード次数	地震 A		地震 B	
	最大ひずみ	1次モード比	最大ひずみ	1次モード比
0	3.80	0.35	4.33	1.92
1	10.42	1.00	2.25	1.00
2	1.68	0.16	1.10	0.49
3	0.77	0.07	0.73	0.32

ひずみ $\times 10^{-6}$

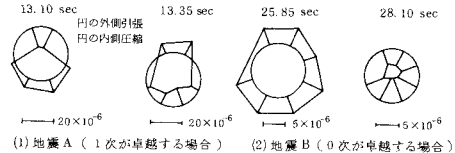


図4 ひずみの円周方向分布

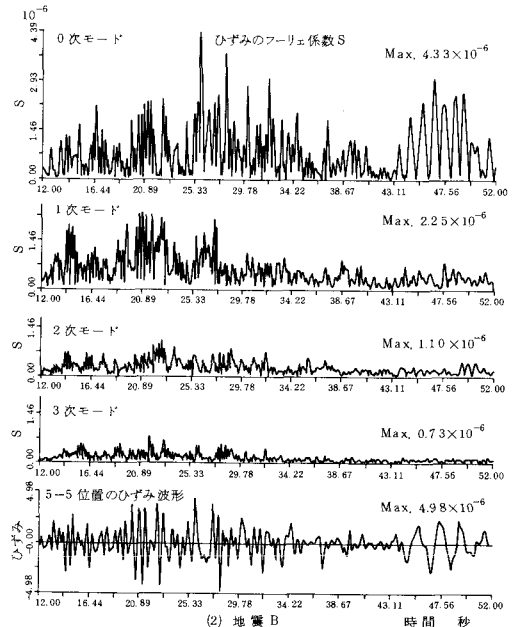
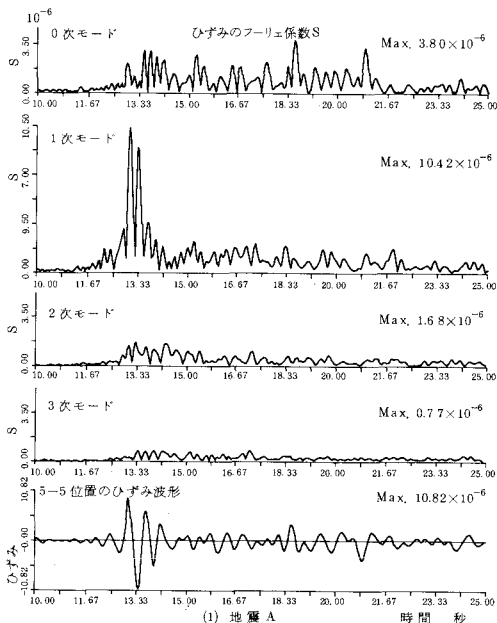


図5 各次モードの時刻歴最大ひずみ

参考文献 1) 榎、小山、渡辺(1985)地下式貯槽の地震観測ひずみ、第18回地震工学研究発表会講演概要、PP469-472

2) 亀田弘行(1975): 強震地震動の非定常パワースペクトル算出法に関する一考察、土木学会論文報告集235号、PP52-62