

榊大林組技術研究所

正員 白 砂 健

同 上

正員 後 藤 洋 三

同 上

正員 ○松 田 隆

1. まえがき

地下タンクの地震時応答性状の把握を目的として著者らは、大型模型実験・数値解析⁽¹⁾を行ってきたが、今回その一環として実在の掘込み式大型半地下タンク及びその周辺地盤の地震観測を実施した。本報は1980年6月29日に発生した伊豆半島東方沖地震の観測記録について分析検討した結果をまとめたものである。

2. 観測内容

観測実施タンクは神奈川県横浜市の臨海工業地域にある半地下（掘込み）式の原油タンクで、直径6.8m・深さ2.1m・壁厚1.8mの鉄筋コンクリート円筒型土留壁に生ずる動的なひずみと周辺地盤における加速度が測定対象である。図1に示すように、壁体には 0.01×10^{-6} の分解能を有する高感度ひずみ計を円周方向10点（半円周4分割・内外）と上下方向2点、水平2成分のサーボ型加速度計を地中1点と地表3点にそれぞれ配置した。常時観測～地震時記録体制とし、記録作業始動判定・遅延機構・タイムコード記録等はマイコンシステムにて制御した。図2に地盤構成を示す。深さ19mより土丹層となり、土留壁はこの層に根入れする型で構築されている。解析対象地震（前出）の諸値は、マグニチュード6.7震源深さ10km震央距離75kmである。

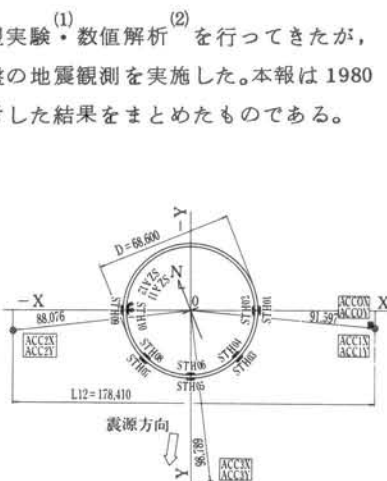


図1 計器配置

3. 地震観測結果解析

1) タンク周辺地盤：図5bに地盤での加速度記録を示す。（ x, y 2方向観測であるが、ここでは震源方向に近い y 方向成分のみ掲載する。）最大加速度は、地表Acc1Yにて97gal（発生時刻3.32秒）地中Acc0Yにて16gal（3.40秒）である。図4に加速度記録のフーリエスペクトルを示す。地中記録によるスペクトルは1.7Hzをはじめ低い振動数領域に卓越性を見ることができる。地表スペクトル記録は2.7Hzが顕著で表層地盤の増幅特性があらわれたものと考えられる。図5cに加速度記録を積分して求めた変位の差を取って得られた地盤ひずみを示す。深さ方向セン断ひずみ（図5c-1）は、地表面ひずみ（図5c-2）の6～8倍の値を示している。

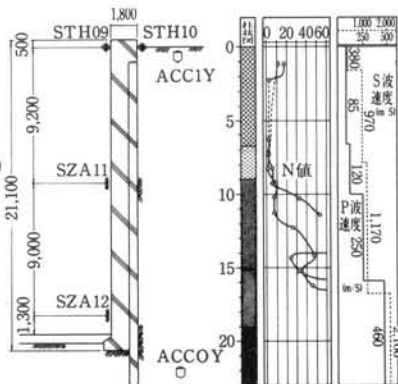


図2 土質柱状図

2) 円筒壁ひずみ：図5aに

壁体ひずみ記録、図5d,eにその曲げひずみ成分、軸ひずみ成分をそれぞれ示す。地震主要部において軸ひずみの方が大きな値を示し、その後曲げひずみが成長することが特徴的である。図3の壁体ひずみのフーリエスペクトルをみると地中加速度の

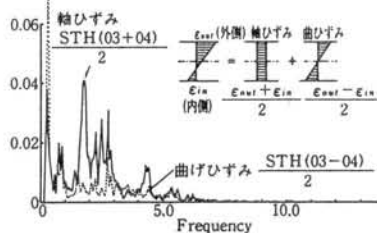


図3 タンク壁体ひずみのフーリエスペクトル (0.12 Hz 以下カット)

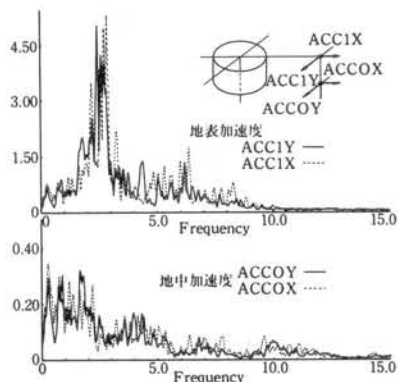


図4 地盤加速度のフーリエスペクトル

スペクトルに近く、地表におけるスペクトルピーク値 2.7Hz の影響を受けていないことが注目される。

3) 円筒壁の変形： 図 6 に円筒壁の変形様式を示す。リング型変形はタンク周辺地盤に様な慣性力が作用した場合と考えられ、軸ひずみが大きい図 7 a～d の時刻に相当する変形と思われる。オーバリング型を図 7 e～h に示す。(矢印は地表面ひずみから求めた地盤の圧縮変形状態を表す。) この変形様式が地表面ひずみに深く関係していることが理解される。

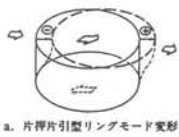
4) 偏土圧法による耐震設計値との比較： この土留壁の耐震計算に用いられた偏土圧法は図 6-D のような、両押し土圧を作用させている。土留壁体面の円周方向ひずみについて、この偏土圧法による値と、観測された最大ひずみ 5.68×10^{-6} を比較してみると、地表面加速度を 300 gal に拡大した場合で 21%，基盤加速度を 150 gal に拡大した場合で 52% の比率で、観測値の方が小さいことがわかった。

4. まとめ

大型地下タンクに相当する実在の円筒土留壁での地震観測を行った結果、次のことが理解できた。(1) 地盤ひずみは深さ方向セン断ひずみが大きい。(2) 土留壁円周方向ひずみは軸ひずみが曲げひずみよりも大きく最大を示す時刻には差がある。(3) 土留壁設計時に考慮された地震時応力は、観測結果から推定される値より 2～5 倍大きく、土留壁体は充分な安全率を有している。以上が要点である。 今後、地震観測によるデータをさらに蓄積し、周辺地盤と地下タンクの地震時挙動の関連性を明確にしていきたい。

参考文献

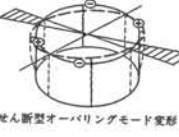
- (1) 後藤，白砂；沖積地盤における群地下タンクの地震応答特性について，第15回地震工学研究発表会，1979
- (2) 後藤，白砂；回転体有限要素法による地下タンクの地震応答解析，大林組技術研究所報 No.19，1979



a. 片押し引型リングモード変形



b. 両押し型オーバリングモード変形



c. セン断型オーバリングモード変形

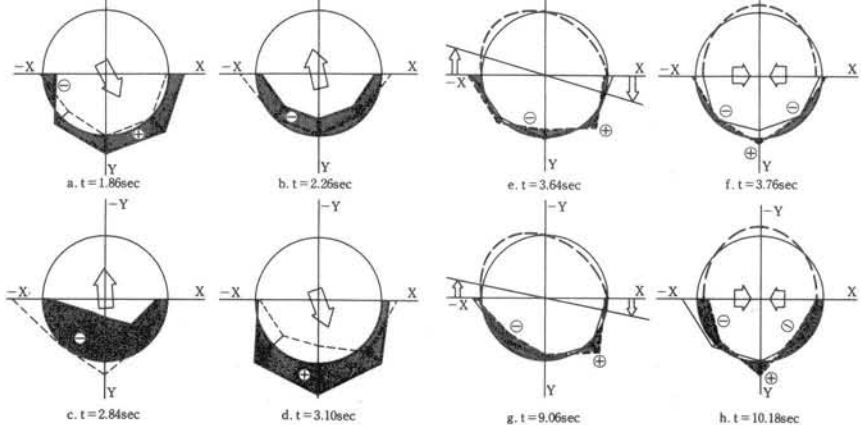


図-6 地下タンクの変形パターン
図-7 地震時における地下タンクの変形 ——— 軸ひずみ ——— 曲げひずみ

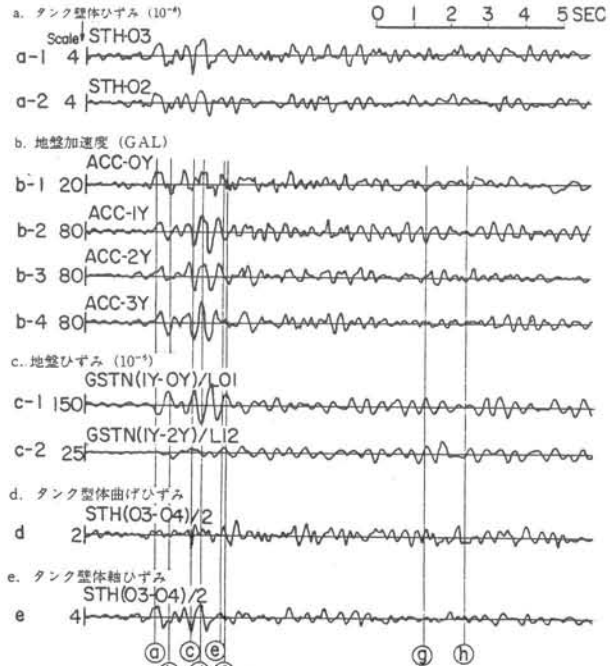


図 5 地震観測波形及び加工した波形

タンク周辺地盤の変形によるオーバリングモード変形
e.g. セン断型, f.h. 両押し型