

東亜燃料工業 大森 弘 一
大成建設 正員 浜田 政 則
同上 ○正員 泉 博 允

1. ま え が き

最近、原油、LNG等の貯蔵を目的とした地下タンクが数多く建設又は計画されている。これらの地下タンクは比較的軟弱な埋立て地盤に建設されることが多いために、その耐震性は十分に検討されなければならない。しかしながら、地下タンクの地震時の安全性については未だ十分に研究されてないようである。そこで著者等は地下タンクの地震時における基本的な動特性を求めることを目的として、地下タンクの地震観測を実施している。本文ではこの地震観測に用いた測定計器及び測定法の概要について報告する。

2. 地下タンクの概要

地震観測を実施している地下タンクは静岡県、清水市に建設され、工場排水を一時的に貯水する目的を持っている。タンクの内径は 24.0 m 、深さ 10.3 m の円筒形状をしたRC構造である。この概形をFig-1に示す。側壁の厚さは 90 cm あり、このうち外壁の 60 cm は地中連続壁よりなり、内壁の 30 cm はタンク内側の掘削完了後の内巻きコンクリートである。外壁の地中連続壁の長さは、 20.5 m であり、17個の縦Jointによって円筒形に閉合されている。頭部のコンクリートリングは幅 1.3 m 、厚さ 1.5 m あり、地中連続壁の完成後に打ち継ぎ目なく施工されている。底版は 20 cm 厚のコンクリートスラブであり浮力が作用しないように水抜きパイプが設置されている。

3. 地下タンク建設地点の地盤

地下タンク建設地点の地層図をFig-2に示す。

GL+ 4.5 m ～GL+ 1.75 m は埋土で礫混り砂質土である。GL+ 1.75 m ～GL- 1.10 m は粘性土と砂質土との互層でN値はほとんど0である。又GL- 1.10 m ～GL- 3.50 m はシルトと砂礫との互層でN値は20～50である。GL- 3.50 m 以深は礫層でN値は50以上である。タンク底版はGL- 5.5 m の粘性土に位置し、地中連続壁先端はGL- 16.5 m の粘土質シルト層に達している。地震観測に先立ち、地盤の動特性を求めるために、タンク建設地点付近の地盤においてPS検層と常時微動測定を行った。PS検層より得られた地盤各層のS波速度は各々、GL+ 4.5 m ～GL+ 1.75 m で 260 m/sec 、GL+ 1.75 m ～GL- 1.10 m で 160 m/sec 、GL- 1.10 m ～GL- 3.50 m で 230 m/sec 、GL- 3.50 m 以深で 400 m/sec である。この測定結果をもとに礫層より上の層を考慮して地盤のセン断振動による固有周期を求めると、1次が 0.67 秒 、2次が 0.24 秒 となった。一方、常時微動観測により推定された地盤の卓越周期は 0.80 秒 ～ 0.63 秒 である。

4. 測定計器及び測定方法

地震観測に用いた測定計器は加速計14成分、歪計13成分、土圧計4成分で、これ等の配置をFig-3に示す。

(1) 加速度及び変位の測定

加速度の測定は固有周期 0.2 秒 、減衰係数30の地中埋設用の加速度計を用いて行っ

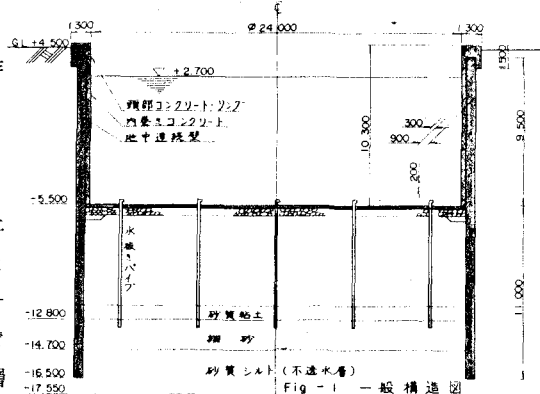


Fig-1 一般構造図

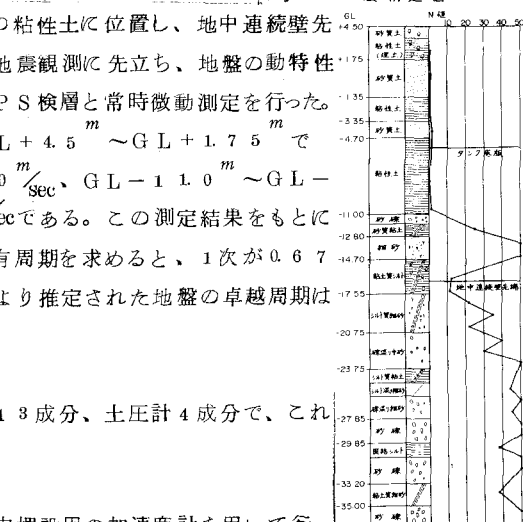


Fig-2 地層図

た。タンクの影響を受けない地盤の振動を測定するために、タンクより 2.4 m 離れた地点の地表面と、地表面下 7.0 m に3成分の加速度計を設置した。

タンクの天端の変形を把握するために、水平1成分の加速度計4個をタンク天端に設置し、半径方向の加速度を測定した。又タンク天端と底版の振動特性の違いを測定するためにタンク底版中央に水平2成分の加速度計を設置した。タンク底版と側壁との結合部には直径離して2個、上下成分の加速度計を設置し、タンクのロッキング振動の測定を可能にした。加速度計によって測定された加速度波形は2重積分回路を通して変位波形に変換され、加速度波形と同時にデーターレコーダーに記録される。

(2) タンク側壁の歪測定

地震時にタンク側壁に発生する歪を測定するために、タンク内壁の13ヶ所に歪計を設置した。

著者等が行った試算によると、地表面の加速度が 1.0 gal 程度の場合、タンク内壁の歪は、数マイクロのオーダーになることが予想された。そこで、田村等が沈埋トンネルの地震観測で用いた歪計⁽¹⁾を参考に 10^{-7} の歪が測定可能な歪計を作成した。この歪計は長さ 1.0 m のインバール棒の一端をタンク内壁に固定し、この一端と他端の相対変位量を差動トランスにより検出するものである。円周方向の歪を8成分、鉛直方向の歪を5成分測定している。

(3) 土圧の測定

地震時に地下タンクに作用する地震時土圧を測定するために測壁外側の計4ヶ所に土圧計を設置した。

土圧計の測定可能な最大圧力は $5\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ である。

(4) 測定方法

タンクより約 1.0 m 離れた地表面上に置かれたスターターが地震時に作動し、起動信号によって測定は自動的に行われる。1回の起動信号により、データーレコーダーは約1分間作動し、加速度、変位、歪、土圧の各波形が同時に記録される。この同時測定によって、地盤と地下タンクの相互作用の様相やタンクの変形機構等の解明がなされるものと期待される。

5. あとがき

著者等は現在までに明らかにされた地中構造物の基本的な動特性をもとに、円形地下タンクを対象とした地震時応力解析法⁽²⁾を提案している。地震観測結果と解析結果とを比較検討し、この解析手法の検証を行うことにしている。応答解析に用いるタンク及び地盤の基礎資料を得るために、タンク内側の掘削時に地中連続壁の歪と土圧を測定した。又強制載荷試験を行い、タンクの変形と歪を測定することになっている。地震観測等の結果については講演時に報告する。

参考文献

- (1) 田村、岡本、加藤、中川：沈埋トンネルの地震観測（第11回地震工学研究発表会 1971）
- (2) 浜田、木村、幕田：地下タンクの地震応答計算法について（第29回土木学会年次学術講演会Ⅰ-58）

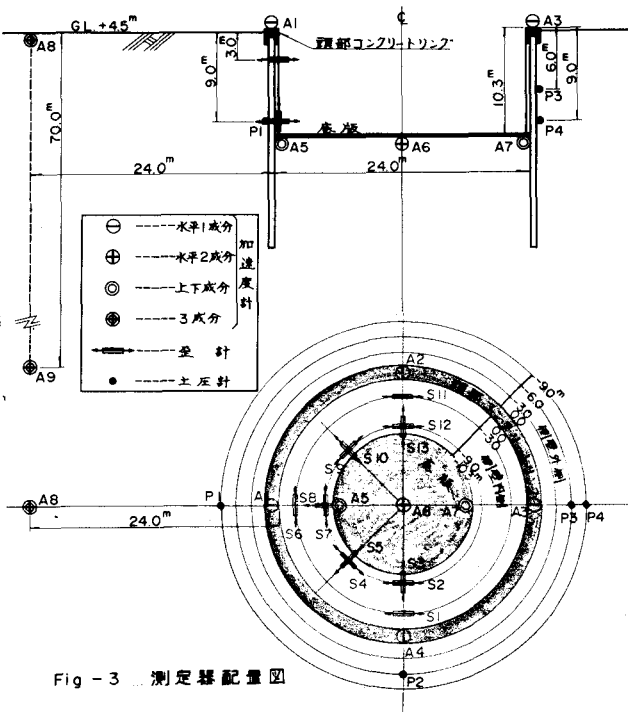


Fig - 3 測定器配置図