

III-247 円筒型地下タンクの動的挙動 (No. 1)

—地盤にゼラチンゲルを用いた模型実験—

フジタ工業技術本部 正員 斎藤 悦郎
" 正員 後藤 哲雄
" 正員 中村 正博

§-1 はじめに

地中に埋設される構造物は、地震時に地盤との相互作用により複雑な挙動を示す。本研究は、円筒型地下タンクの地震時挙動を明確にするため、地盤には弾性体に近いゼラチンゲルを、タンク構造にはゴムを用い、地盤-構造モデルを作成し、振動台により正弦波で加振する振動実験を行った。今回は特にタンク側壁に作用する外力方向及びタンク側壁の挙動を知ることを目的とした。

§-2 実験方法

アクリル板で作成した箱の中に、地盤-構造モデルとして、表-1に示す材料定数を持つ、地盤(ゼラチン)及びタンク(ゴム)を作成した。モデル地盤の型式は、図-1に示したM-1~M-4の4型式で行った。M-1, M-2は、4辺剛境界によるゼラチン地盤で、M-3, M-4は、半無限に近いとしたモデル地盤である。またM-2, M-4は、それぞれモデル地盤にタンクを埋め込んだものである。特にM-2に対しては、加振方向にタンク位置を8通り変化させ、剛境界に近づくことによるタンク側壁のひずみ量の変化を測定した。計測方法として、写真-1に示したゼラチン地盤上面には、地盤及びタンク変位をカメラ及び16mmシネカメラで撮影するため、標点(マーカーφ5mm)を2cm間隔でおき、側面中央には同様に変位量測定のための標線(ゴム製)を埋め込んだ。モデルタンク側壁には、図-2に示したゲージを貼りひずみ測定を行った。なお加振は偏心クランク式の振動台上で正弦波を用い水平方向に行なった。また、実験方法として各モデルの共振曲線は変位振幅一定で、共振点付近では0.02Hzづつ振動数を増加させ測定し、M-2の実験については、一次の共振点付近で行った。

§-3 実験結果及び考察

図-3に実験M-1~M-4の共振曲線を示す。各モデルに対する固有振動数の相違は、ゼラチン地盤の剛性の違いによるものと考えられる。 $1/\sqrt{2}$ 法により減衰定数を求めると、一次で0.6~1.1%, 二次で0.4~0.6%であり非常に減衰が小さい。また実験M-2, M-4から地盤とタンクは、共振曲線の形状及び絶対値も等しくタンク質量の影響はほとんどなく、地盤の動きによりタンク変位は決定されと考えられる。図-4に示したタンク側壁の円周方向ひずみの波形から、各対角側壁においてひずみの絶対値及び符号は等しく、位相差もほとんど見られない。このことから、図-4に示した外力が作用しているものと考えられる。図-5は、実験M-2の剛境界位置の変化によるタンク側壁のひずみ(ϵ)を片対数グラフによりプロットしたもので、この図より鉛直方向ひずみは、円周方向ひずみと比較して小さく、半無限状態($H/D \rightarrow \infty$)に近づくともひずみとも0に近づく。しかし半無限地盤状態としてモデル化したM-4の実験結果をプロットすると、 H/D は5~6となる。また図-5の実験式を求めると

$$\begin{aligned}\log(\epsilon/dtm) &= -0.271(H/D) - 5.688 && (\text{円周方向ひずみ}) && dtm \text{ モデルタンクの絶対変位} \\ \log(\epsilon/dtm) &= -0.303(H/D) - 5.886 && (\text{鉛直方向ひずみ})\end{aligned}$$

§-4 まとめ

- 1) ゼラチン地盤は、応答倍率100~180倍となり、非常に増幅率が大きく、減衰は一次で0.6~1.1%と非常に小さかった。また、振動モードも一次、二次、三次と明確に観察することができた。
- 2) 共振曲線、地盤上面での変位などから見て、タンク自体の質量による慣性力の影響は小さく、ほぼ地盤と同様に振動する。
- 3) タンクに作用する外力は、位相差もほとんどなく、反射波の影響を受け、加振方向に相対して作用し、タンク頂部の変形は、だ円状になる。また半無限状態に近い実験においても同様な外力が作用する。

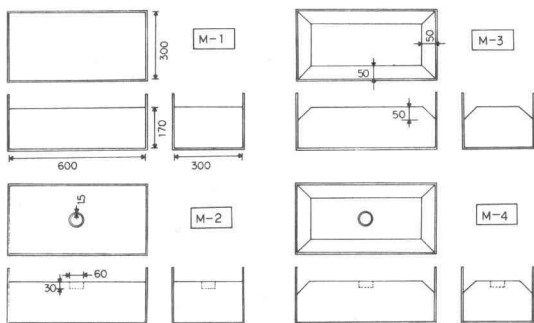


図-1 実験モデル

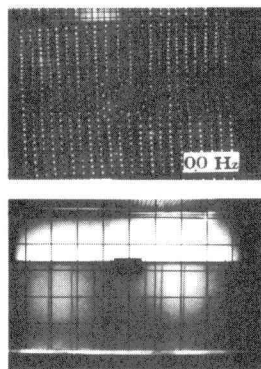
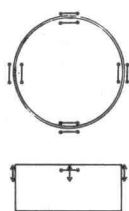


写真-1 標点及び標線の配置図

Model	Prop	E g/cm ²	P g/cm ³	V
Ground		6.3×10^1	1.05	0.49
Tank		4.34×10^4	1.46	0.48

表-1 地盤-タンクモデル材料定数



Gauße
 → Hoop Direc
 ↔ Vertical Direc

図-2 モデルタンク

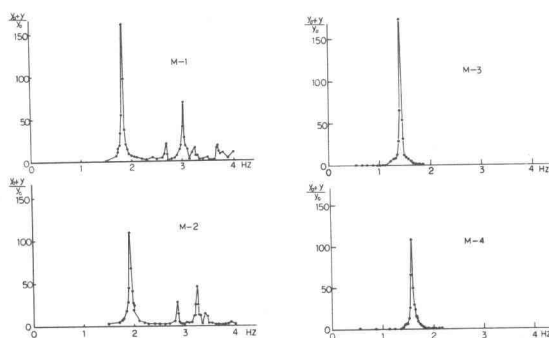


図-3 共振曲線

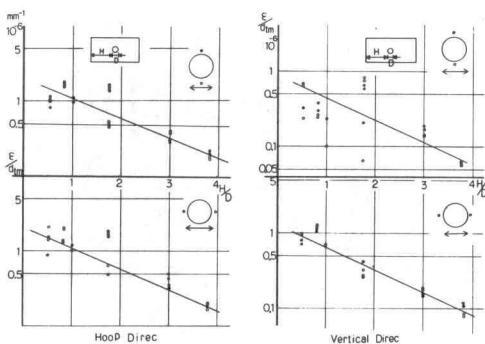


図-5 $\epsilon/d_{tm} \sim H/D$ の関係図

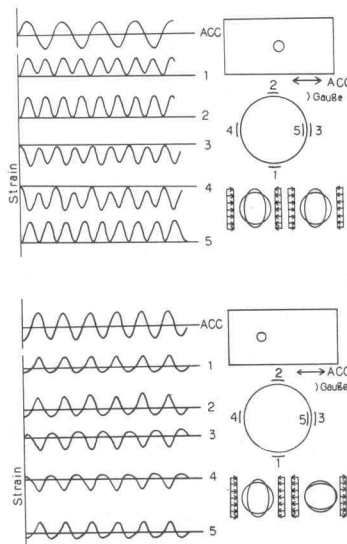


図-4 波形図