

憐大林組 技術研究所 正員○白砂 健
正員 後藤 洋三
(財)日本立地センター 三木 秀雄

1. はじめに

岩盤内に構築された堅穴式石油タンクの耐震性を検討するため、模型振動実験を実施した。岩盤そのものによる振動実験は手法上難かしいので、関東ローム地山を岩盤に見たてた異質材料による模型を採用した。タンクの応答とタンク周辺岩盤に生ずる歪との関係に注目して、この模型振動実験の結果を報告する。

2. 実験方法

関東ローム層に模型タンクと起振機据え付け用のビットを作成した。模型と実物の対応は、慣性力を考慮せず地盤を伝搬する弾性波の波長とタンクの円周長の比を双方で等しくとる動的な相似性を考え、長さ縮尺で1/20 時間縮尺で1/1となった。60~80mの長径を持つ実タンクを対象にして、模型タンクは3.5mの直径とした。岩盤内に構築されたタンクを想定することから、タンク模型は波板で作った円筒を地盤に掘った穴に埋め、周辺地盤と同程度の硬さをもつ材料で裏込めした。起振機により地盤を振動させてタンクの応答を調べた。1Hz~15Hzの振動数領域で、起振力10ton 2つの加振方向を選んだ。測定項目は、地盤振動速度、タンク側壁歪、そしてタンク直径変化とした。また、タンク1基の状態と半ダイヤのタンク間距離をもつ2基の状態について繰り返して実験を行なった。

3. 実験結果

実験サイトは図2に示す通り上層にローム層、下層は礫層の明瞭な2層地盤構造を持っている。図1に示す加振方向、X加振、Y加振に応じて波動伝搬速度を求めると図3が得られた。点線は図2の地盤定数を用いて求めたLove波の分散曲線で、Y加振により実測された分散曲線によく一致している。波長は図4の通りタンク円周との比において0.2~1.0の範囲を持っている。代表的な測点に於ける地盤振動の共振曲線を図5に示す。点線は起振力に対する位相遅れを示している。5Hz付近に上層地盤のセン断振動共振点がありこれ以下の振動数では位相遅れが明確ではない。地盤振動の記録よりタンク中央における地盤歪を算出すると図6となる。X加振は直歪、Y加振はセン断歪を示している。

地盤歪がタンク中央で最大となった瞬間におけるタンクの応答を求めると、X加振およびY加振それぞれについて図7および図8に示した。左側はタンクの変形を、右側はタンク側壁歪を描いた。Y加振については、円孔を持つ平板にセン断弾性波を入力した場合の解析計算結果を添えた。X加振の結果図7では、上下方向に引張の生じた地盤歪に応じて長円に変形し、歪分布も卵形の分布を示した。一方Y加振の結果図8では、地盤に生じたセン断歪に従って斜め方向の長円に変形し、これに対応した歪分布が示されている。円孔解析結果と傾向が一致している。しかし側壁歪の値は地盤歪に比して小さく問題点を含んでいる。タンクの直径変化を振動数に従って描くと図9となる。これによると地盤歪の共振曲線に類似した応答を持っている。この関係を図10に示す。縦軸には直径変化をタンク直径で除したみかけの直径歪としてX加振、Y加振それぞれ直歪、セン断歪で算出してこれを地盤歪との比で表わし、横軸に無次元振動数をとった。この結果、地盤歪に対して直歪で2.2倍、セン断歪で1.7倍の直径歪の応答を示していたことになる。細い点線は円孔解析結果を示す。タンクの変形を1基と2基の比として図11に示した。タンク1基と2基の状態で大きな変化はなく、タンク変形パターン等に顕著な振動性状の変化を認めることはなかった。

4. おわりに

本研究に御指導下さった東大生研久保教授および片山助教授はじめ関係者各位に謝意を表します。また起振機は道路公団より借用したものであることを付記しあわせて関係者各位に謝意を表します。

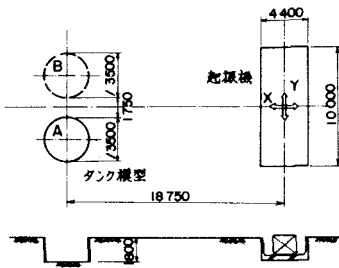


図 1. 模型タンク等配置図

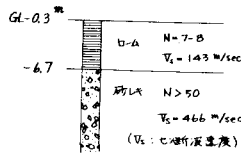


図 2. 実験場所土質図

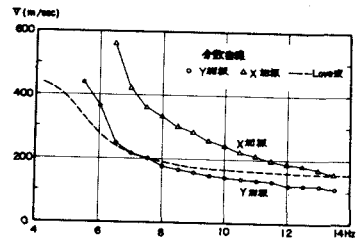


図 3. 分散曲線

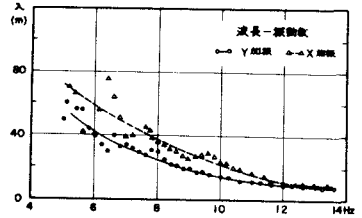


図 4. 波長

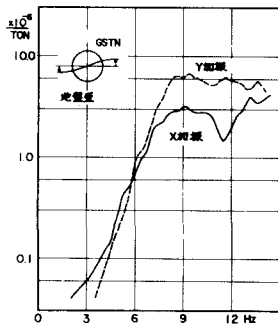


図 6. 地盤歪

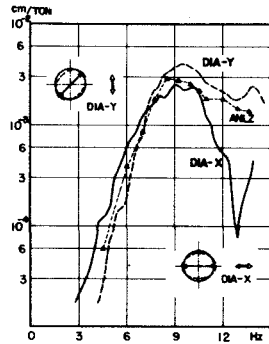


図 9. タンク直径変化

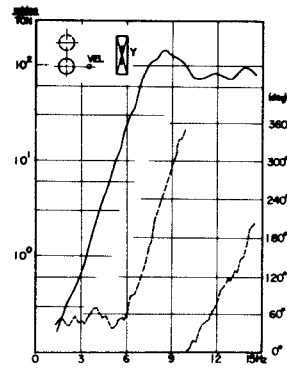


図 5. 地盤振動

図 7.
タンクの変形
(X加振)

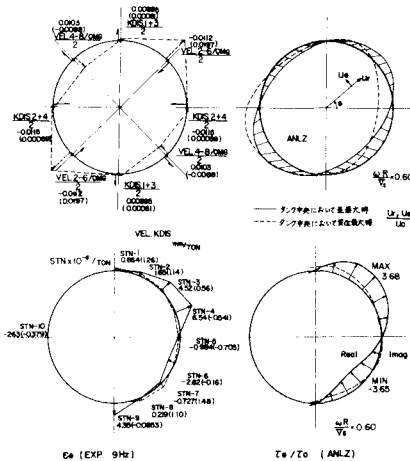
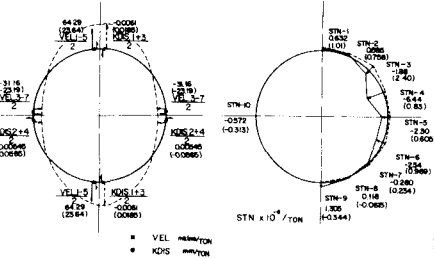


図 8. タンクの変形 (Y加振)

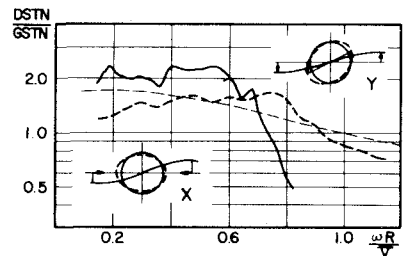


図 10. タンク直径歪

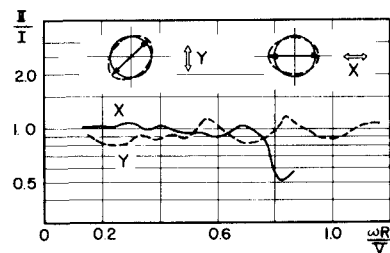


図 11. タンク 1 基と 2 基の比較
(オーバーリング)