

タンク基礎地盤の振動特性について

神戸大学工学部 正員 谷 本 喜 一
神戸大学工学部 正員 岩 崎 照 昌

近年、石油産業、火力発電などの発達に伴なって大型オイルタンクの建造が盛んであるが、タンクの多くは大都市近郊の沖積地や埋立地などの軟弱地盤上に設置されることが多い。本文は軟弱な粘性地盤上のタンクの耐震設計の指針を得ることを目的として行なわれた模型実験に關するものである。特に砂グイによる粘性地盤の安定化の効果をj知ることゝ重要がおかれた。

実験方法

実在する20,000 ton 容量のタンクの10分の1の模型実験が行なわれた。

- (1) タンクの寸法 表-1に示す通りである。
- (2) タンクの基礎 実験地盤は粘性土を埋立てたもので、N値3~4^の程度である。しかし実験時には地表部はかなり乾燥硬化していた。基礎の形式は次の2つで、その1つは自然地盤上に10 cm厚の砂マツトを敷いたものである。他の1つは砂グイで自然地盤を処理したもので、その概要は図-1および表-2に示すようである。

表-1 タンクの形状寸法

	模 型	実 物
直 径	4,660 mm	47.00 m
高 さ	1,220 mm	12.00 m
厚 さ	1.6 mm	8~25 mm
容 量	19 ton	20,000 ton
フ ロ ー ト	木 製	鋼 製
ウインド・ガーダ	L50×50×6	

表-2 砂グイ基礎の寸法

	模 型	実 物
砂グイの直径	20 cm	65 cm
砂グイの長さ	1.1 m	11 m
砂グイのピッチ	0.6 m	1.8 m
砂グイの数	121 本	—
砂の圧入率	0.11	0.11

- (3) 起振機 模型タンクとその基礎地盤を振動させるため起振力20 tonの起振機が用いられた。
- (4) 静载荷試験 タンクに水を注入させたときの沈下がダイヤルゲージおよび連通管で測定された。水荷重は毎分0.0078 ton/m²の速度で1.05 ton/m²まで増荷され

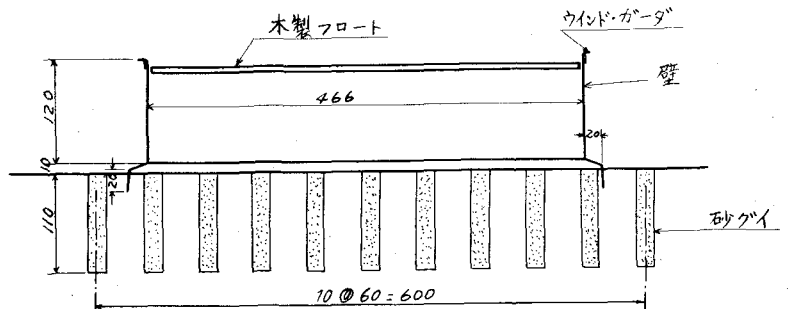


図-1 模型タンクと砂グイ基礎

た。

(5)振動試験 模型タンクの中心から約10 m離れた地奥に置かれた起振機から伝播する振動によるタンクの沈下、タンク壁の振動加速度、およびタンク内壁面の水圧変動が測定された。この実験中、タンク内の水深は1 mに保たれた。各種の測定器の配列は図-2に示す通りである。

実験結果

(1)静載荷試験 静載荷試験

の荷重-沈下曲線は図

3のようである。砂グイ

基礎上のタンクの沈下は

全荷重段階を通じて自然

地盤上のタンクの沈下の

1/4にとどまった。これ

は砂グイの効果を示すも

のである

(2)振動によるタンクの沈

下 振動経続時間とタン

クの沈下との関係は図-4

に示すように、沈下は時

間の経過とともに大きく

なるが、沈下の速度はし

だいに小さくな

る。砂グイ基礎

上のタンクの沈

下の増大は数分

間ではほぼ停止す

るようである。

一方、自然地盤

の場合には、沈

下はかなり長時

間にわたって増

大する。この結

果から、砂グイ

は振動によって

起る沈下の阻止

に対しても有効であることがわかる。

(3)タンク壁の振動加速度 振動加速度の測定値は

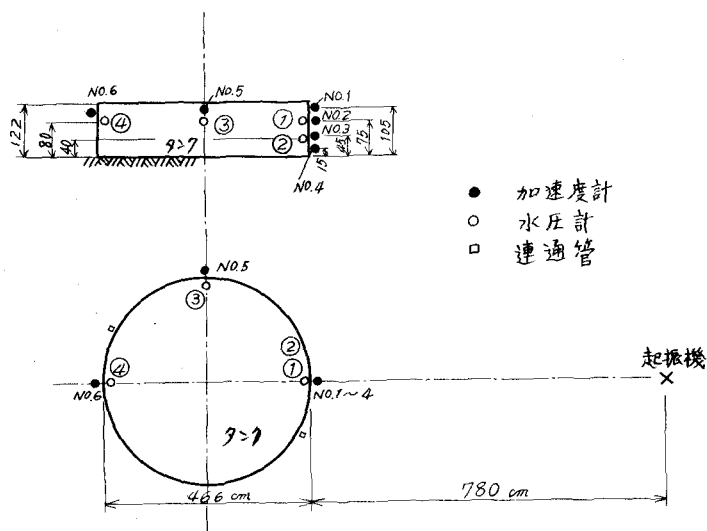


図-2 測定の種類と測定位置

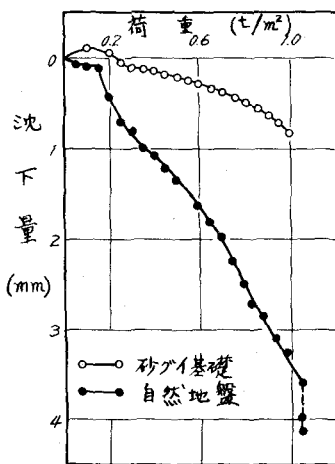


図-3 静載荷試験

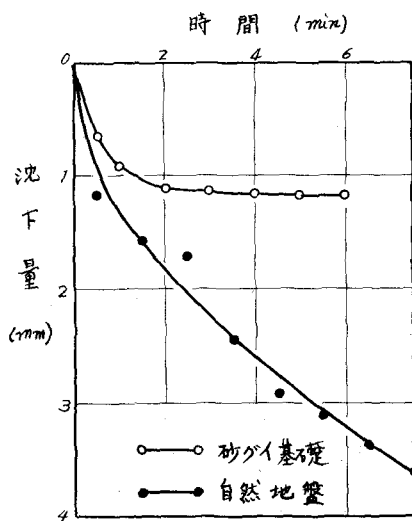


図-4 振動によるタンクの沈下

時間および測定位置によって変る。また、その加速度は地盤の振動加速度よりかなり大きい。地盤の振動加速度の測定値の表示はここでは省略した。

図-5は振動加速度と振動数との関係を示したものである。起振機の起振力は12cps のとき定常状態となり、そのときの起振力は20 ton である。自然地盤上のタンクでは、起振力が小さいにもかかわらず、8~10 cps の振動数において最大の振動加速度を示している。これは共振によるものと思われる。一方、砂グイ基礎上のタンクにはそのような現象はみられず、起振力の増大、すなわち振動数の増大にともなう振動加速度も大きくなっている。これは砂グイ基礎上のタンクの固有振動数が12cps より大きいところにあるものと思われる。砂グイの施工によって固有振動数が大きくなったものと考えられる。

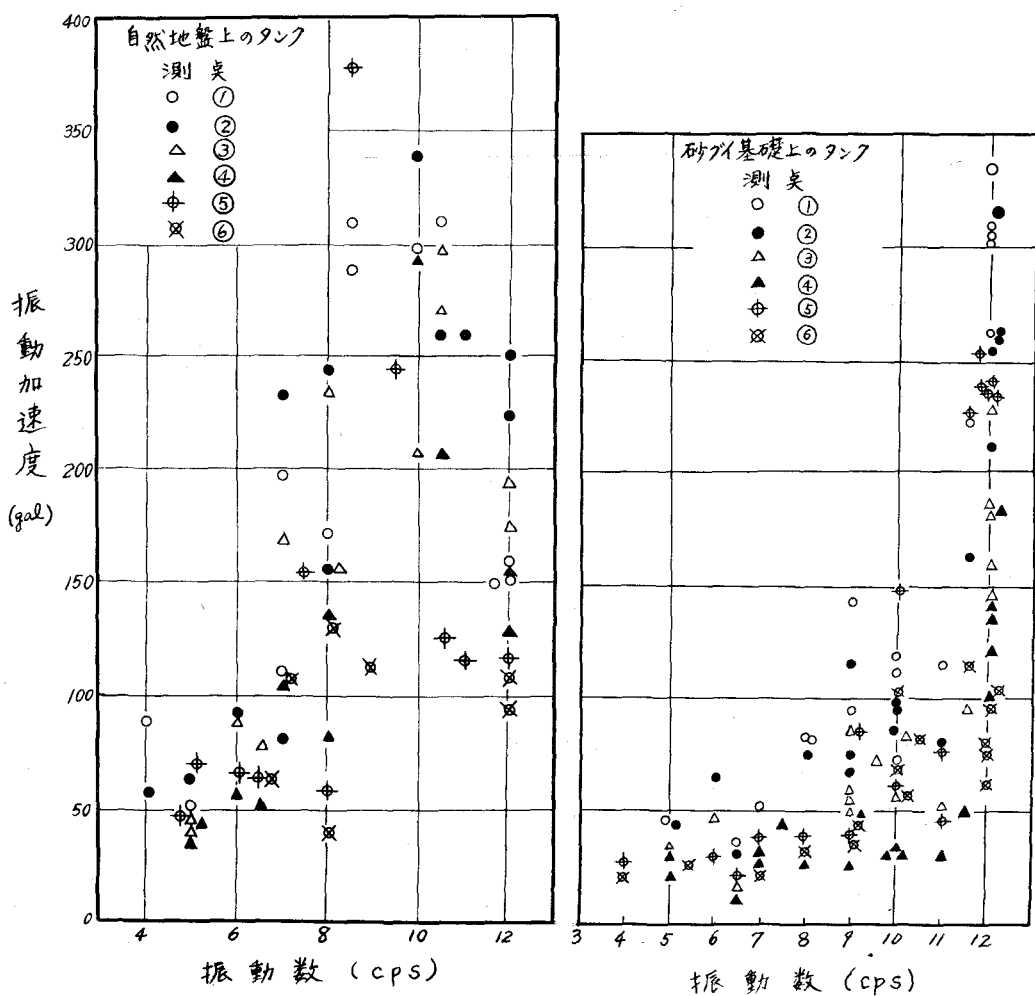


図-5 タンク壁の振動加速度

タンク壁の振動加速度の測定値に基づいて壁の変形のモードが計算できる。図-6は自然地震上のタンク壁の鉛直断面の1サイクルの変形モードを示す。ただし、振動数は12 cpsの定常状態である。振動波形はやや複雑な形であるが、計算においては正弦波とみなされた。図からわかるように壁の上の部分の変形と下方の部分の変形とは別個に起っているようである。これは壁の上端のウインド・ガーダーの剛性が高いためであろう。

図-7はタンクの上部の水平断面の変形を示したものである。変形は2種類の変形が合成された形で表われている。すなわち、タンク中心を通るたがい直角な2つの軸方向の圧縮および引伸し変形とタンク全体としての振源方向の水平振動とからなっているようである。

(4) 水圧変動 タンク内の壁面上の数箇所において水圧変動が測定された。測定結果の表示は省略するが、水圧変動は振動加速度の変動と同様な傾向を示した。

本実験は当初模型実験を通じて、実物タンクの設計資料を得るよう計画されたものである。このためには実物と模型との相似条件を満足せねばならない。しかし、地盤の性質に対する相似条件を合致させることは困難であった。従って、本実験結果は単に定性的な実験に終った。

現在、振動土槽内に所定強度のカオリンの地盤を造り、相似律を考えた実験を計画している。これについてはつぎの機会に報告したい。

本研究実施に当り、絶大なご支援を戴いた関西電力K.K.の関係各位、ならびに現地実験に協力された不動建設K.K.の関係各位に感謝の意を表わします。

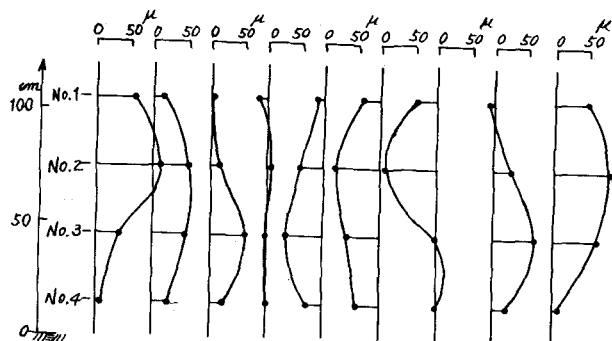


図-6 振動時のタンク壁面の変形

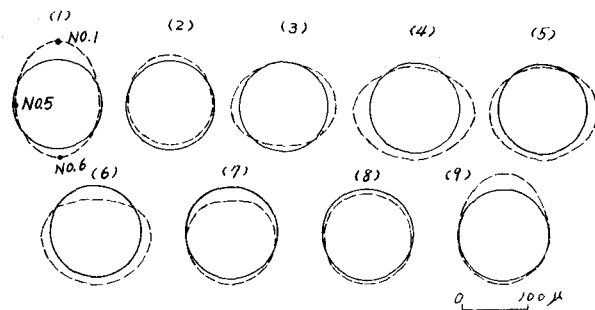


図-7 振動時のタンク壁面の変形