

LNG 地下式貯槽の動的挙動に関する遠心模型実験

(株)竹中土木 正会員 白井克巳\*

(株)竹中工務店 正会員 鈴木吉夫\*\* 甲村雄一\*\* 上田貴夫\*\*\*

1. はじめに: LNG 地下式貯槽(以下、貯槽と呼ぶ)の耐震性に関する既往の研究は、地盤の弾性範囲内における貯槽の動的挙動を明らかにした。しかし、強震時における地盤の非線形性が貯槽に及ぼす影響は明確にされていない。筆者等は実物と同じ応力状態を縮小模型中に再現できる遠心模型実験装置により、地盤の非線形性が卓越する際に貯槽に作用する外力の検討を目的として実験を計画した。本報告では、地盤中に貯槽が1基設置された場合についての実験の概要、貯槽の応答及び貯槽側壁に作用する側圧の計測結果について述べる。

2. 実験方法: 遠心模型実験装置は有効回転半径 6.5m、プラットフォーム寸法 2m×2m の規模である。加振装置は電気油圧サーボ式であり、加振方向は遠心模型実験装置の回転方向に対して直角方向とした。実験モデルは内側がゴムで覆われた硬質アルミ製のせん断土槽中に作製した。地盤中に貯槽を1基設置した実験モデルの模式図を図-1に示す。地盤は、上部より砂層(豊浦砂)及び支持地盤よりなる成層構成とした。支持地盤については、洪積粘土層を想定しセメント混合土で作製した。砂層中の間隙流体は、水の100倍の粘性を有するシリコンオイルを用いた。貯槽は硬質アルミ製とし、曲げ剛性がコンクリート製貯槽と等価となるように側壁及び底版の厚さを各々 5.5mm、10mm とした。側壁と底版は剛結合とした。なお、貯槽は支持層中に 10mm 根入れした。実験は、遠心加速度 100G (G: 重力加速度)のもとで周辺砂層が液状化しない入力加速度レベルでの振動実験を行い、引き続き周辺砂層が液状化する入力加速度レベルでの実験を行うという手順で実施した。遠心模型実験の相似則に基づいて実物に換算した入力加速度波の条件を、表-1に示す。以降、特に断らない限り実験結果は実物に換算し表した。

3. 実験結果及び考察: 図-2及び図-3に、入力加速度毎に最大応答加速度と最大過剰間隙水圧比の分布を示す。なお、最大加速度の値は応答波形の後半部分の振幅の平均値とし、また最大過剰間隙水圧比の

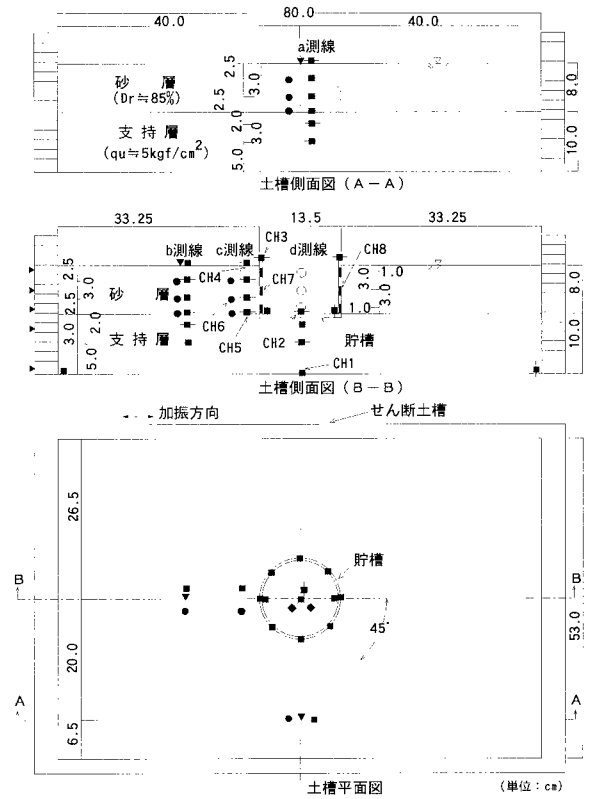


図-1 実験モデルの計器配置

表-1 入力加速度波の条件

波形	波数 (波)	周波数 (Hz)	加振ステップ/最大加速度 (gal)	
			1	2
正弦波	20	1.6	58	163

キーワード: 遠心模型実験, 振動台実験, 地中構造物, タンク

\* 〒104-8182 東京都中央区銀座8-21-1 (株)竹中土木 技術本部 TEL 03-3542-6321 FAX 03-3248-6545

\*\* 〒270-1395 千葉県印西市大塚1-5-1 (株)竹中工務店技術研究所 TEL 0476-47-1700 FAX 0476-47-3080

\*\*\* 〒104-8182 東京都中央区銀座8-21-1 (株)竹中工務店 LNG 本部 TEL 03-3542-7100 FAX 03-3542-6855

値は正弦波の振動が終了した時点の水圧より求めた<sup>2)</sup>。これらの図より以下のことがいえる。①貯槽の最大加速度応答値は、入力加速度レベルの増大とともに大きくなっている。②貯槽底版及び貯槽側壁頂部の最大応答加速度値は、入力加速度レベルにかかわらずほぼ同じであり、増幅傾向は認められない。③入力加速度163galでは、砂層の過剰間隙水圧比は表層を除き1に近づいており、液状化が発生している。また、これに伴い砂層の剛性が低下し最大応答加速度の値が小さくなっている。

図-4及び図-5に、各加振ステージの入力加速度、貯槽側壁頂部・底版の応答加速度、貯槽近傍地盤の応答加速度と過剰間隙水圧比、および貯槽側壁に作用する加振時増分側圧の時刻歴を示す。なお、各測定値の計測位置は、図-1中の計器番号に対応している。これらの図より以下のことがいえる。①入力加速度レベルにかかわらず、応答加速度は貯槽側壁頂部、貯槽底版及び貯槽近傍の砂層・支持層境界で同位相となっている。最大応答加速度が貯槽側壁頂部と底版で同程度の値であることを考慮すると、貯槽は周辺砂層が液状化に至っても支持地盤の動きに従って一様な動きを示すといえる。②貯槽側壁に作用する側圧の振動成分は、周辺砂層の液状化の有無にかかわらず側壁の相対する位置で逆位相である。これより貯槽が1基の場合に側壁に作用する側圧は、片押し・片引きの载荷パターンとなっていることが分かる。

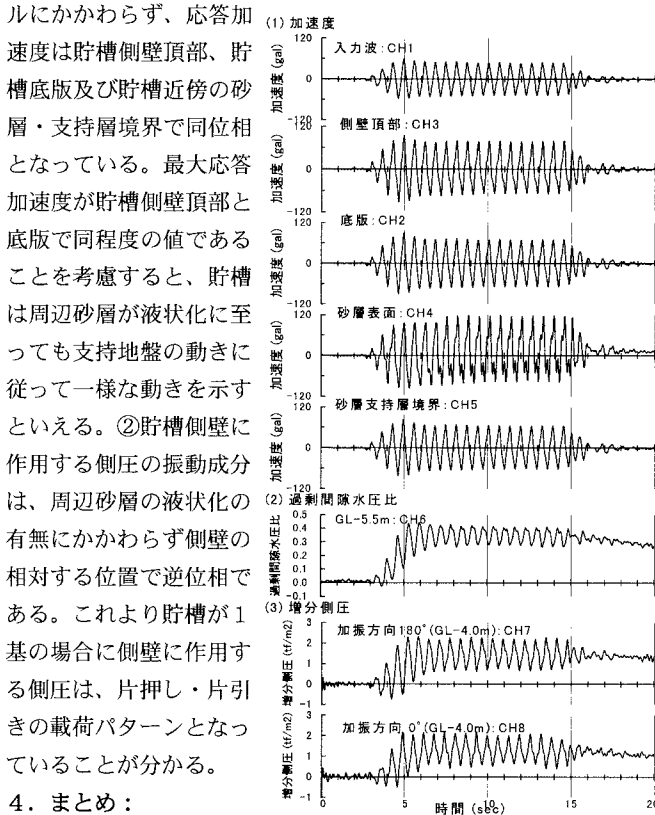


図-4 応答波形 (入力加速度: 58gal)

4. まとめ:

本研究では、地盤中に貯槽が1基埋設されている場合の動的遠心模型実験について報告した。その結果、貯槽側壁に作用する側圧は、片押し・片引きの载荷パターンとなる。また地盤-構造物の弾性範囲内での既往の研究結果と同様に、貯槽は周辺砂層が液状化に至っても支持地盤の動きに従って一様な動きをしていることが確認された。今後は、貯槽が群設された場合について同様な検討を進めていきたい。

参考文献 1) Suzuki k. et al: Takenaka centrifuge facility, Centrifuge 94, 1994 2)風間他: 飽和砂地盤上の盛土の地震時安定性に関する遠心力模型振動実験, 土木学会論文報告集, No.547/III-36, 1996

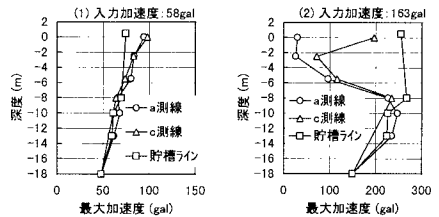


図-2 最大応答加速度分布

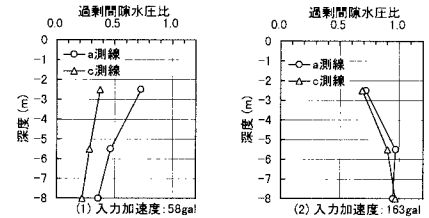


図-3 最大過剰間隙水圧比分布

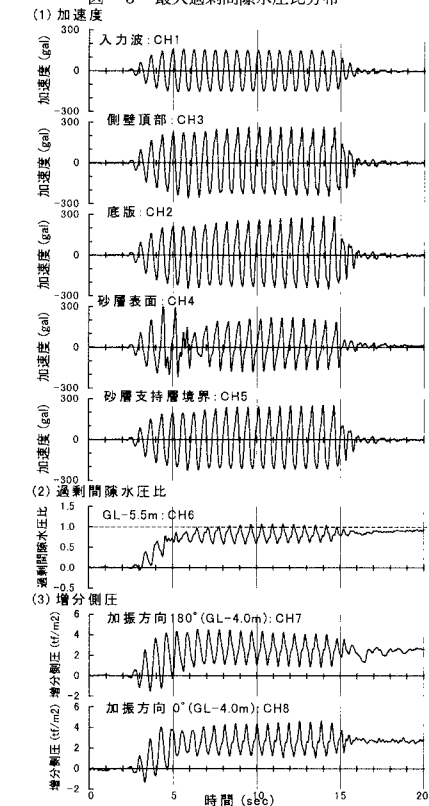


図-5 応答波形 (入力加速度: 163gal)