

I - B 462

平底円筒貯槽のベースシエアに及ぼす底板浮上り現象の影響

川崎重工業(株) 貯槽配管技術部 正会員 谷口朋代  
 川崎重工業(株) 貯槽配管技術部 正会員 面谷幸男  
 川崎重工業(株) 貯槽配管技術部 非会員 小森寛治  
 川崎重工業(株) 装置技術総括部 非会員 吉原健雄

1. はじめに

地震時に平底円筒貯槽(以下、貯槽)に発生するベースシエアと貯槽の滑動現象との関係を調べる振動実験を行った際に、貯槽の底板の浮上りが生じるとベースシエアが著しく減少する現象を観測した。

2. 振動実験の概要

実験装置の概要を図-1示す。本装置の特徴は、加振テーブルに取り付けたせん断力計の観測値から擬似的な加振テーブルとなる剛な板の慣性力を差し引くことで、模型貯槽のベースシエアを間接的に算定できることである。また、加振加速度は剛な板上での観測値を用いて管理し、剛な板と貯槽底板の表面はガタつきが生じないように旋盤仕上げを行った。表-1に実験に用いた貯槽の諸元を示す。いずれの貯槽も真鍮製で側板の板厚は0.1mmである。底板の板厚は浮上りの程度の差を調べるために3種類用意し、底板の浮上り量はレーザー変位計で計測した。また、貯槽の形状は底板を除いて同一であり、内容液は水である。

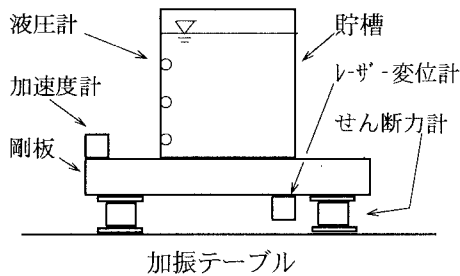


図-1 実験装置概要図

表-1 実験貯槽の諸元

| 底板<br>厚さ               | Tank<br>-1 | Tank<br>-2 | Tank<br>-3 |
|------------------------|------------|------------|------------|
| t <sub>1</sub><br>(mm) | 15         | 0          | 0          |
| t <sub>2</sub><br>(mm) | 0.1        | 0.1        | 0.1        |
| t <sub>3</sub><br>(mm) | 15         | 15         | 0          |

3. 実験結果

表-2の実験条件に対して、加速度0.05Gで掃引試験を行った。観測された貯槽底板浮上り量～貯槽固有振動数～ベースシエア関係を図-2に示す。尚、同図では、貯槽の固有振動数はせん断力計で計測されたベースシエアが卓越する振動数で表わし、ベースシエアは貯槽重量の差を補正した後の値で表わしてある。

Case-1の固有振動数は81Hzであり、文献[2]に示されるTank-1の固有振動数にほぼ一致する。また、ベースシエアの値も文献[3]に示される有効質量と実験で計測された応答倍率を用いて算定したものとほぼ一致した。一方、Case-2は実際の貯槽と設置条件が同じであり、文献[2]ではCase-1とCase-2とは同値として扱われる。文献[2]の解析条件に近づくように厚い底板を用いて底板の浮上りや変形の防止を図り、実験では底板の浮上りも観測されなかったにもかかわらず、固有振動数、ベースシエア共に、Case-1より低下した。また、Case-3、Case-4では、それぞれ0.020mm、0.096mmの底板の浮上りが観測され、Case-1に比べ固有振動数、ベースシエア共に著しく低下していることも図-2から分かる。

キーワード：平底円筒貯槽、振動実験、底板浮上り、固有振動数、ベースシエア

連絡先：〒675-0155 兵庫県加古郡播磨町新島8番地 Tel. 0794-35-8415 Fax. 0794-35-0249

そこで、Tank-2 を用いて、入力正弦波の加速度～底板の浮上り量～固有振動数～ベースシアの関係調べたものが図-3、図-4 である。図-3 の入力加速度は 0.05G、図-4 のそれは 0.1G である。これらの図より、入力加速度を上げて底板の浮上り量を大きくすると貯槽の固有振動数は低下することが分かる。また、入力加速度と底板の浮上り量及びベースシアは比例しないことも分かる。尚、図-2～図-4 の横軸は貯槽の固有振動数、左側縦軸はベースシア、右側縦軸は貯槽底板の浮上り量である。

表-2 実験条件

| 実験名称   | 貯槽種類   | 設置状況 | 浮上り量                |
|--------|--------|------|---------------------|
| Case-1 | Tank-1 | 接着   | なし                  |
| Case-2 | Tank-1 | 直置   | 観測されず <sup>2)</sup> |
| Case-3 | Tank-2 | 直置   | 0.020               |
| Case-4 | Tank-3 | 直置   | 0.096               |

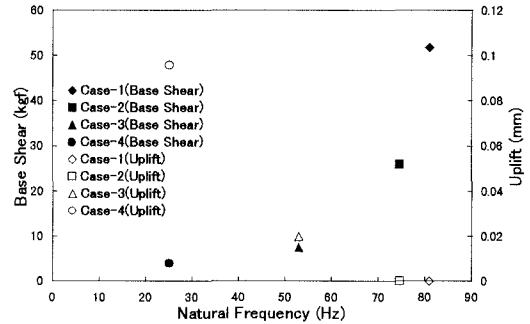
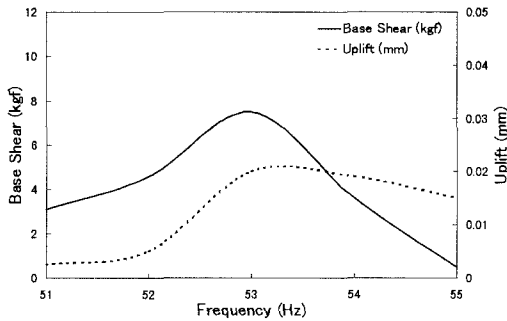
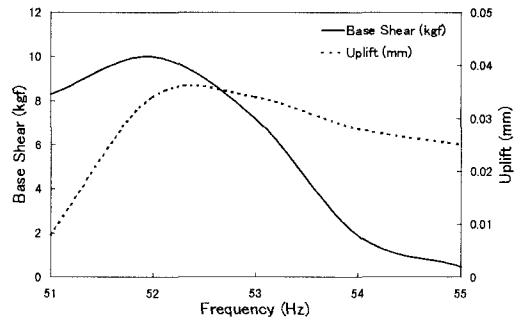


図-2 浮上り量～固有振動数～ベースシア関係

図-3 浮上り量～固有振動数～ベースシア関係  
(入力正弦波加速度 0.05G)図-4 浮上り量～固有振動数～ベースシア関係  
(入力正弦波加速度 0.1G)

#### 4. おわりに

本研究では、ベースシアを直接計測することで、入力正弦波加速度～貯槽底板浮上り量～貯槽固有振動数～ベースシア関係を実験により求めた。その結果、貯槽底板に浮上りが生じると固有振動数とベースシアが著しく低下することを確認した。また、入力加速度を上げて底板の浮き上り量を大きくすれば貯槽の固有振動数は低下することが分かり、底板の浮上り量及びベースシアは入力加速度の大きさには比例しないことが分かった。

#### 参考文献

- 1) Taniguchi, T., et al., 1998, "Governing Equation of Slip of Flat Bottom Cylindrical Shell Tank without Anchor and Uplifting of Bottom Plate", PVP-Vol. 364, Seismic Engineering, ASME.
- 2) 高圧ガス設備等耐震設計基準、通商産業省告示第五百十五号、昭和五十六年十月二十六日
- 3) API STANDARD 620 EIGHTH EDITION, "Design and Construction of Large, Welded, Low-Pressure Storage Tanks, Appendix L-Seismic Design of Storage tanks", ('90).