

1 まえがき

内容物を含む円筒容器の耐震性についての研究は、内容物が液体の場合を除くと、筆者の知る限りでは、余り存在しないようである。そこで、粒状体を内容物とした円筒容器の振動性状に関する基礎資料を得ることを目的として、振動台による振動実験及び解析を行なった。

2 実験概要

実験は図1に示す鋼製（モデル1）及びアクリル樹脂製（モデル2）の円筒容器について行なった。両モデル内に粒状体内容物として乾燥砂をいれ、振動台に載せて強制加振した。また、内容物の有効質量係数*を求めるために水平載荷実験も行なった。モデル1は下端板バネ支持されたロッキング振動体、モデル2は下端固定された片持梁の曲げ振動体を想定している。測定項目は(i)容器の振動(ii)内容物の振動(iii)容器側壁に働く土圧であり、各測定位置についても図1に示しておく。

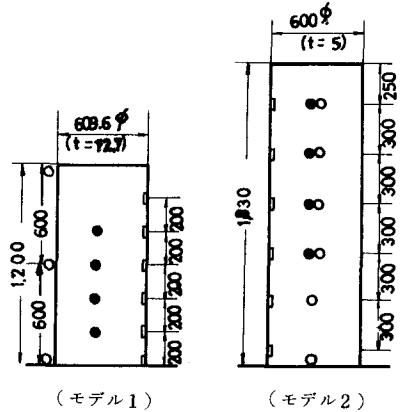
3 実験結果

(1) モデル1, 2の容器、内容物の共振曲線を図2, 3に、また、共振時の振動モードを図4に示す。モデル1, 2とも内容物と容器とは、ほぼ一体の動きをしている。

(2) 容器側壁に働く動土圧分布を図5に示す。これより、動土圧分布が内容物の加速度分布と類似しているのが認められる。従って、動土圧は内容物の加速度と対応するものと考えられる。

(3) モデル1, 2において、共振時内容物の有効質量係数は0.5～0.66と求まった。この係数について中尾等¹⁾は0.8～0.9を提案しているが、これは円筒容器の動特性を意識的に考慮していないために高くなっていると考えられる。

* 有効質量係数 $=\rho_{st}/\rho_{dy}$ 但し、 ρ_{st}, ρ_{dy} はそれぞれ静的、動的状態において求まる単位長さあたり質量ないしは、回転慣性モーメントである。



○ 加速度計 □ 土圧計
● 埋込み加速度計

図1 円筒容器

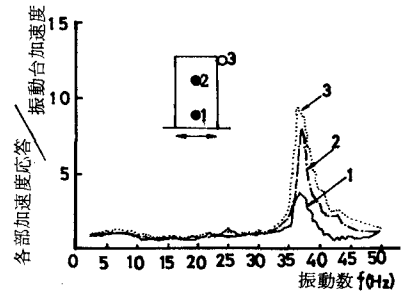


図2 共振曲線（モデル1）

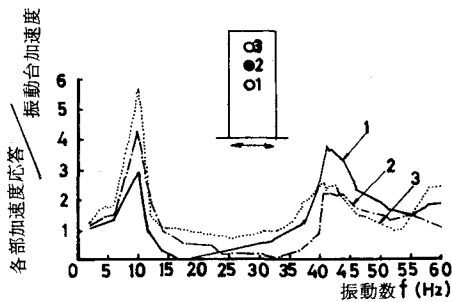


図3 共振曲線（モデル2）

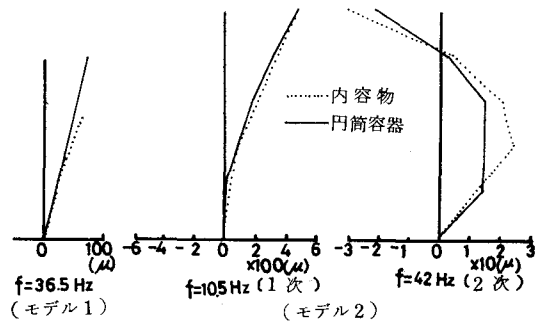


図4 内容物と円筒容器の振動モード

4. 振動解析

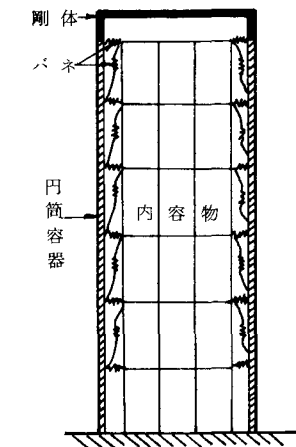
固有値解析をモデル2のみについて行なった。その際、モデル化は図6に示すように円筒容器をビーム要素に置換し、容器と内容物とはバネで結合されたものとしている。計算に用いた内容物の弾性定数は、S波、P波の伝播速度の実測値から求めた。また、ビーム要素の剛性、断面積は円筒容器と一致するよう決めた。他方、結合バネ定数の決定に際しては、とりあえずパラメータとして解析したところ、図7の結果を得、バネ定数の変化が低次の固有振動数に与える影響が少ないことがわかった。得られた固有振動モードを図8に示しておく。

固有振動モードと固有振動数について、図3、4と図7、8とを比較すると、よく一致しているので、第1次近似にはかかる解析モデルでこの種の構造物の動的挙動を取扱い得ると考えられる。

5. あとがき

- (1) 円筒容器と内容物とは、ほぼ一体の動的挙動を示している。
- (2) 内容物が円筒容器側壁へ与える動土圧分布は、内容物の加速度分布と対応するものと考えられる。
- (3) 円筒容器内容物の有効質量係数は0.5～0.66であった。
- (4) 内容物を含む円筒容器の動的挙動は、ここで示した解析モデルで、ある程度検討可能である。

なお、今後、各種形状寸法でのモデル実験及び振動応答解析を実施する予定である。



円筒容器	$E = 3 \times 10^4$	(kg/cm^2)
	$A = 4.6$	(cm^2)
	$\gamma = 1.19$	(g/cm^3)
内容物	$E = 3.621 \times 10^2$	(kg/cm^2)
	$\nu = 0.379$	(g/cm^3)
	$\gamma = 1.52$	(g/cm^3)

図6 解析モデル

参考文献

- (1) 中尾他；高炉の耐震強度に関する研究，三菱重工技報，Vol. 6. NO.3, 1969, PP.96～100

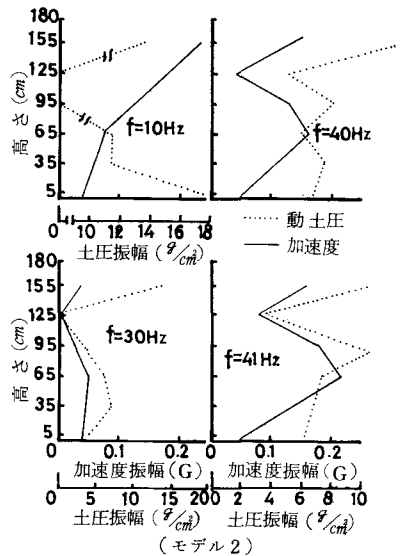
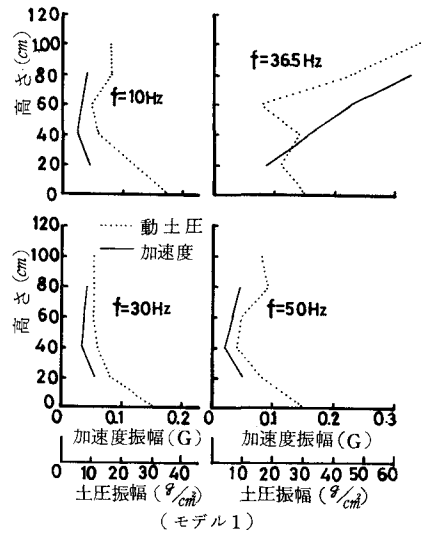


図5 動土圧分布と内容物の振動加速度分布

図7 バネ定数に対する固有振動数

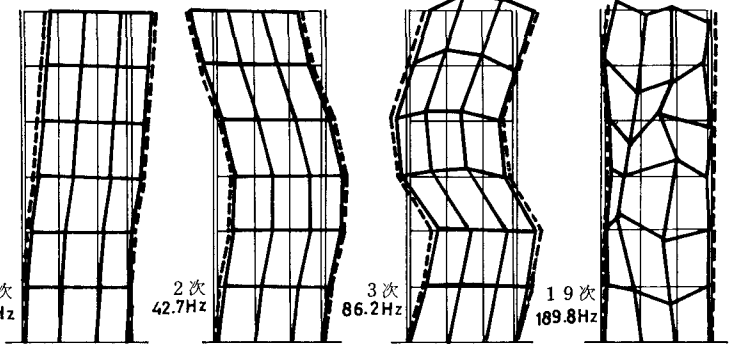


図8 固有振動モード