

大阪府立高専 正夏 宮脇幸治郎

1. はしりかき 液体が貯蔵された円筒形タンクに水平加振を受けた場合、液体はスロッシング現象により動揺し、タンク本体の安定に大きな影響を及ぼす。そしてスロッシング現象によりタンク側板・底板にどのような変形量および断面力を生じることが検討する必要がある。

ここでは、基礎地盤が軟弱であり、地盤の側方流動の防止のため円筒状の基礎によってタンク本体は支持されているものを対象とした。なお、本報告は底板の動的挙動に限定して、板の理論によって解析を行った。

2. 解析手法 対象としてタンク底板および座標軸は、Fig. 1に示す通りである。貯蔵液体については、ポテンシャル論により求めた。底板の取扱いは、その変形量に関する基礎式において、外力項は静的液体圧、地盤反力、動的液体圧および底板の慣性力などを考え、静的なものとは動的なものに分けて解析した。また境界条件は、縁端部の支持条件により異なる。すなわち、 $t=0$ において変形量の有意性の条件に、単純支持の場合には、 $t=R_0$ で変形量および曲げモーメントがゼロであるとし、固定支持の場合には、 $t=R_0$ で変形量およびたわみ角がゼロであるという条件を用いた。その結果底板の変形量および曲げモーメントは次式のようになった。

$$w = E_1 J_0(\bar{\mu}_0 r/R_0) + E_2 I_0(\bar{\mu}_0 r/R_0) + w_{s0} + \{F_1 J_1(\bar{\mu}_1 r/R_0) + F_2 I_1(\bar{\mu}_1 r/R_0) + w_{d0}\} \cos \theta e^{i\omega t} \quad (1)$$

$$M_r = -D \{ \partial^2 / \partial r^2 + \nu \{ \partial^2 / \partial r^2 + \partial^2 / \partial \theta^2 \} \} w \quad (2)$$

ここに、 $D = Eh^3/12(1-\nu^2)$ 、 $\mu_0^2 = KR_0^2/D$ 、 $\mu_1^2 = (K + \bar{f}\omega^2)R_0^2/D$ 、 $\bar{\mu}_0 = e^{\beta_0} \mu_0$ 、 $\bar{\mu}_1 = e^{\beta_1} \mu_1$ 、 E_1, E_2, F_1, F_2 は境界条件によって定められる定数、 K は地盤反力係数、 w_{s0}, w_{d0} はそれぞれ静的・動的の静解、 $J_n(\beta), I_n(\beta)$ は n 次の第1種第2種のベッセル関数である。

3. 数値計算 数値計算による検討は、震度 k_0 、液高と半径との比 H_0/R_0 （スロッシングの共振振動数 f_0 ）、底板の剛性をパラメータにして行った。Fig. 2は、液高 $H_0=20$ mで底板の剛性の大きいPC製における液体のスロッシングによる共振時において、震度 k_0 をパラメータとしたときの底板の変形を図示した一計算例である。なお、変形量は、静的時のタンク中心の変形量によって無次元化された値であり、図(a)は縁端部が単純支持の場合、図(b)は固定支持の場合である。

4. あとがき 液体貯蔵タンクに水平動が作用したとき、底板の変形量・断面力について解析した。結果を要約すると鉛直動下における底板の挙動とは大きく異なり、スロッシング現象の共振時の加振振動数・縁端部支持条件・基礎地盤の剛性・底板の剛性によって底板の諸量が変動するという結果を得た。なお他の計算結果については、講演時に発表する予定である。

1) S.P. Timoshenko et al.: "Theory of Plates and Shells", McGraw-Hill.

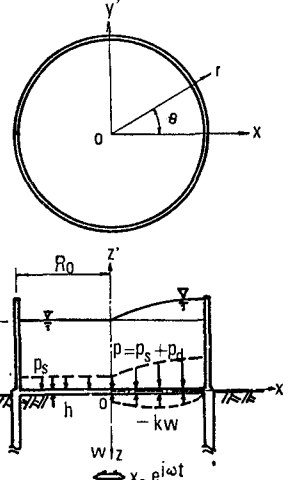


Fig. 1 Illustration

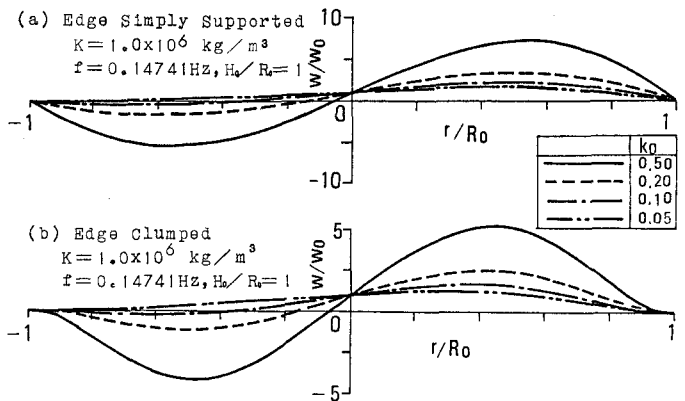


Fig. 2 Deflections of the Circular Plate