

東北工大 正 高橋 龍夫, 東北大 正 倉西 茂, 東北大正山田俊次

都市郊外における広域の宅地造成や工場用地の造成にともない、大型高架貯水槽や給湯あるいは給油槽の建設が多くみられる。高架貯水槽等は、その用途の都合上、上部に比較的大きな質量が作用する構造物であり、動的にはかなり不安定要素を多く含むものであると云える。過去における地震による被災例にも、これ等の範疇に入る構造物の損傷例が多く見られる。地震等の外力の作用により、せん断振動、曲げ振動、捩れ振動あるいは、これ等の振動の coupling を生じて損傷をうけるものと考えられるが、本研究は、これ等、トッポヘビー型構造物の防振のための一糸を提唱し、参考資料の一部を提示しようとするものである。

外力に対する動的応答の大小は、構造物のもつ減衰性の大小の如何によることは周知の通りである。が、構造物のもつ減衰性は、その型式がコンクリートであればある程、小さくなるのが一般であり、大きいものを見期待することは困難である。この減衰性の増加を企図するため、従来より、*vibration absorber* 等の取り付けが提唱されており、著者等も、これに関連した研究を発表している。

高架水槽の簡単なモデルとして、fig. 2 に示す、上部に集中的に作用する質量  $M$  ともつ片持梁形式の振動系が示してある。この場合には、せん断および捩れ振動等は考えず、曲げ振動のみを取り扱ひの対象としている。

防振のために、質量  $M_0$ 、ばね係数  $K$ 、粘性係数  $C$  をもつ *vibration absorber* を集中質量  $M$  と同じ位置に取り付けたとすれば、主構造と absorber との振動方程式を連立させて次式が得られる。

但し、 $m$  は、主構造の単位長さ当たりの質量であり、 $\eta(t)$  は absorber の変位を意味している。

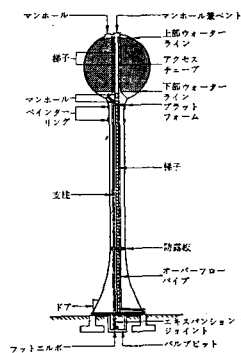


fig. 1

$$EI \frac{\partial^4 Y}{\partial x^4} + m \frac{\partial^2 Y}{\partial t^2} + M \frac{\partial^2 Y}{\partial t^2} \delta(x-x_0) + C \left( \frac{\partial Y}{\partial t} - \frac{d\eta}{dt} \right) \delta(x-x_0) + K(Y-\eta) \delta(x-x_0) = -[m + (M+M_0) \delta(x-x_0)] \ddot{F}(t) \quad \textcircled{1}$$

$$M_0 \frac{d^2 \eta}{dt^2} - C \left( \frac{d\eta}{dt} - \frac{dY_{x_0}}{dt} \right) - K(\eta - Y_{x_0}) = -M_0 \ddot{F}(t) \quad \textcircled{2}$$

共振の複素数  $\beta$  を用いて、①、② 式より得られる特性方程式は次のように表わされる。

$$\begin{aligned} & \left[ \cosh \beta + \cos \beta - G \left( \cosh \frac{x_0}{l} \beta - \cos \frac{x_0}{l} \beta \right) \left( \sinh \frac{l-x_0}{l} \beta + \sin \frac{l-x_0}{l} \beta \right) \right] x \\ & \left[ \cosh \beta + \cos \beta - G \left( \sinh \frac{x_0}{l} \beta - \sin \frac{x_0}{l} \beta \right) \left( \cosh \frac{l-x_0}{l} \beta + \cos \frac{l-x_0}{l} \beta \right) \right] \\ & - \left[ \sinh \beta + \sin \beta - G \left( \sinh \frac{x_0}{l} \beta - \sin \frac{x_0}{l} \beta \right) \left( \sinh \frac{l-x_0}{l} \beta + \sin \frac{l-x_0}{l} \beta \right) \right] x \\ & \left[ \sinh \beta - \sin \beta - G \left( \cosh \frac{x_0}{l} \beta - \cos \frac{x_0}{l} \beta \right) \left( \cosh \frac{l-x_0}{l} \beta + \cos \frac{l-x_0}{l} \beta \right) \right] = 0. \quad \textcircled{3} \end{aligned}$$

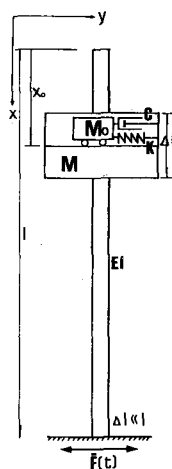


fig. 2

$$G = -\frac{1}{2} \left[ \frac{\beta}{\tilde{m}_0} - \frac{\beta(\pm i \tilde{\mu} \beta^2 + \tilde{k})}{(-\beta^4 \pm i \tilde{m} \tilde{\mu} \beta^2 + \tilde{m} \tilde{k})} \right] \dots \oplus$$

$$\tilde{m}_0 = \frac{m l}{M_0}, \quad \tilde{m} = \frac{m l}{M}, \quad \tilde{\mu} = \frac{C l}{j m E I}, \quad \tilde{k} = \frac{K l^3}{E I}$$

fig. 3, fig 4 は、特性方程式において、 $\tilde{\mu} = \tilde{k} = 0$  とした場合、即ち、absorber が取り付けられていない場合で、集中質量  $M$  が作用する場合、その大きさと作用位置が系の振動数の変化に与える影響を計算したものである。fig. 3 は一次の曲げ振動、fig. 4 は二次の曲げ振動の場合であり、両者とも、集中質量の大きさと作用位置が振動数に与える影響の大きいことを示し、振動性状の変化の大きいことが窺われる。

fig. 5 は、主構造の全質量と集中作用質量との比が 6.0 で、又、全質量と absorber との質量比が 50.0 の場合、系の減衰性がどの程度、大きく出るか計算により求めたものである。

absorber の粘性係数が、その臨界減衰係数の 14% の時、対数減衰率にして、約 0.61 の減衰効果があることを示している。適当な absorber の取り付けが高架水槽等の耐震策として、有効であることがわかる。

一方、G. W. Housner によれば、typical な oil-storage 用のタンクのの液体の地震による振動 (a) は、(b) 図のような、等価な振動系に置き換えることが出来るとしている。(sloshing)

著者等の実験によれば、タンク内の液体表面にカバーをほどこし、そのカバーの一部にバイパスを設けて、速率のタンク内の移動と、このバイパス内においてさせる工夫を行なえば、前に示した absorber 同様の振動減衰効果のあることを確かめている。

量的な評価は別として、この取り扱いに、Housner モデルの  $M_1$  に粘性係数  $C_1$  をもつダンショブ機構を附加出来るとすれば、この計算は、先に導いた解析法によることが出来、absorber を取り付けることなく、absorber を取り付けたと同等の効果が得られることが予測される。

\* 土木学会論文報告集 第308号

7th World Conference on Earthquake Engineering.

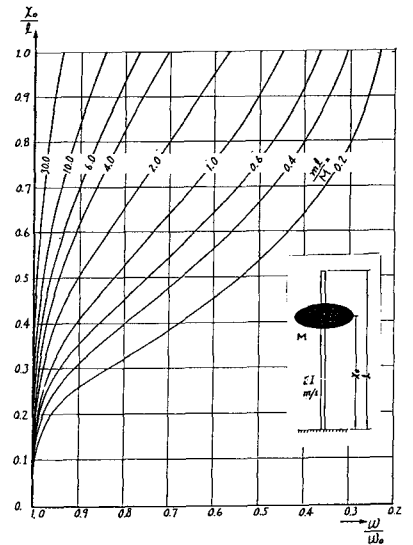


fig. 3

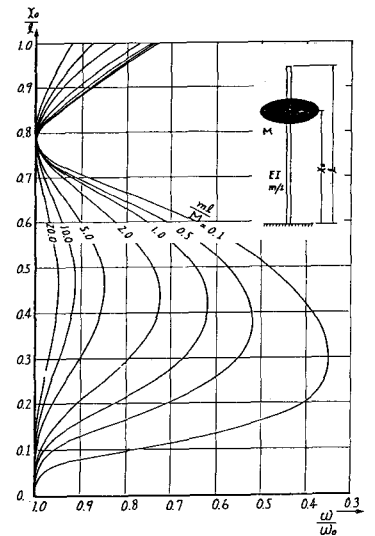


fig. 4

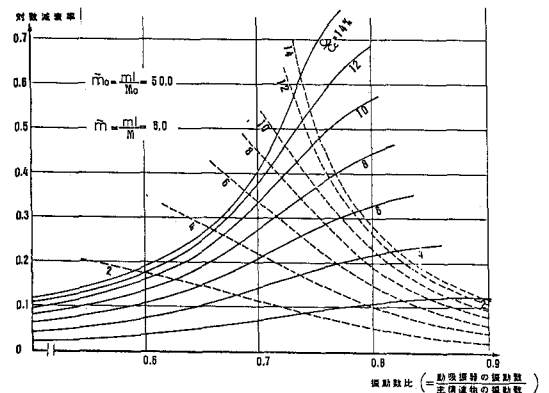


fig. 5