

P C 卵形タンクのジョイントダンバによる制振効果に関する研究

山口大学工学部	○正 員	中 村 秀 明
山口大学工学部	学生員	樋 野 和 俊
山口大学工学部	正 員	浜 田 純 夫

1. まえがき

西ドイツで開発された下水道の汚泥処理施設の一つであるP C 卵形タンクは消化機能、機械設備、維持管理などの面で優れた特徴を有している。わが国においても近年各地で建設されており、今後都市部の人工増大や下水道の普及率の上昇に伴い、数多く、しかも大型のタンクが建設されることが予想される。しかし、地震多発国であるわが国においては、その耐震性に対する十分な配慮を払わなければならない。実際にタンクが建設される場合には、埋立地などの地盤条件の悪い場所に建設されることが多く、またタンクが単体で建設されることは少なく、多くは複数のタンクが上部を連結されて建てられる場合が多い。そこで本研究では、複数タンクの地震応答解析を行なうとともに、タンクの連結部をダンパー付きのジョイントで連結することによって制振の効果も検討した。

2. 解析方法

解析は、タンクを支える地盤の振動特性が全体の振動性状に及ぼす影響は大きいと考えられるので、構造物・地盤連成系の振動性状に基づき動的

相互作用を考慮にいたった解析を行なった。本研究では、基礎地盤の動的特性を等価なバネとダッシュボットで近似的に表現したロッキング・スウェイモデルを用いる。モデルは図-1に示す様に上部構造に対しては、質点系に、地下構造に対しては単体の剛体に仮定する。地盤のバネ剛性 K_H 、 K_R には、半無限弾性体上の円形基礎が水平、回転動を行なう時の静的バネ剛性を用いる。 K_H 、 K_R は次の様に表わせる。

$$K_H = \frac{32(1-\nu)G \cdot r}{7 \cdot 8 \nu} \quad K_R = \frac{8G \cdot r}{3(1-\nu)} \quad \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 $G = \rho V_s^2$ で地盤のせん断剛性 r : 基礎半径 ρ : 単位体積重量 V_s : せん断波速度
 ν : ポアソン比

ダッシュボットの減衰 h_H 、 h_R については、円形剛体基礎に対する等価減衰定数を用い次式で表わされる値を用いた。

$$h_H = \frac{0.288}{\sqrt{B_H}} \quad h_R = \frac{0.15}{(1+B_R)\sqrt{B_R}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

ここで、 B_H 、 B_R は慣性力比であり、次の様に表わせる。

$$B_H = \frac{(7-8\nu)}{32(1-\nu)} \frac{m}{\rho r^3} \quad B_R = \frac{3(1-\nu)}{8} \frac{I_R}{\rho r^5} \quad \dots\dots\dots(3)$$

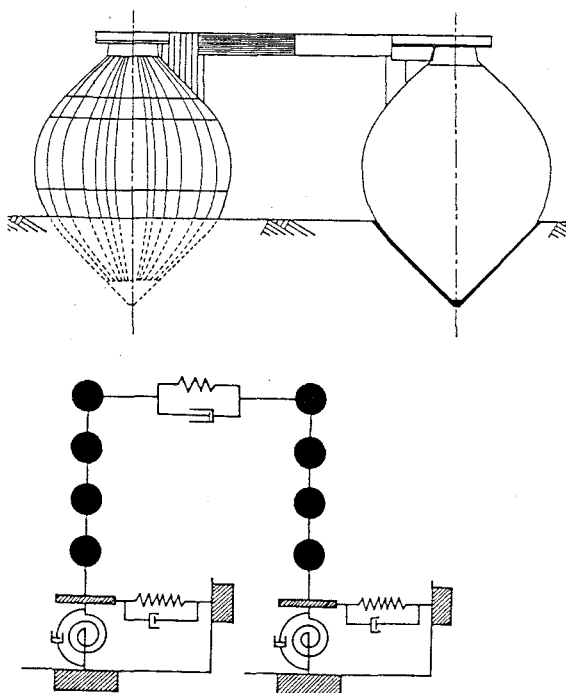


図-1 タンクのモデル化

本研究では、解析モデルとして軟弱な地盤上に満水のタンクと空のタンクが上部を連結されている場合を想定している。解析に用いた地盤の諸元を表-1に示す。計算は連結部のバネ定数、減衰定数を変化させて行なった。応答計算に使用した地震波はEL CENTRO(NS成分)波で、最大加速度326gal、継続時間は9秒である。なお、数値計算は周波数領域で時間刻み0.02secで行なった。

表-1 地盤の緒元

せん断波速度	200m/s
単位体積重量	1.6t/m ³
ポアソン比	0.4

3. 解析結果

表-2に、固有値解析の結果を示す。固有値は地盤を考慮する場合、しない場合についてそれぞれタンク上部で連結したときと、しないときの値を求めた。地盤を考慮した場合には固有周期はかなり長くなるが連結部による固有周期への影響はそれほど現われていない。図-2には、減衰定数を $h=0.05$ と一定としたときバネ定数を変化させた場合の加速度の周波数応答倍率を示す。連結部の剛性を増したほうが応答値が小さくなっており、連結することによってお互いのタンクが影響を及ぼし合い、振動を抑制している。連結部のバネ定数が 1×10^{10} kg/mのときには連結しない場合に比べ60%の加速度応答に抑えられている。図-3には上部を連結されていない場合のタンク上部の加速度の時刻歴を示し、図-4には連結部のバネ定数が 1×10^{10} kg/mのときの時刻歴応答を示す。最大加速度はいずれも入力地震波であるEL CENTRO波の加速度より小さくなっている。これは、地盤を考慮したことによって固有周期が長くなったためである。軟弱な地盤上に建設された場合には加速度は小さくなる。すなわちタンクに働く地震力は小さくなる。しかしながら、変位は大きくなり、転倒などの問題が出てくる。また上部を連結することで最大加速度は20%程低減している。

4. まとめ

本研究では、ロッキング・スウェイモデルを用いて軟弱地盤上に建設される複数卵形タンクの地震応答解析を行なった。その結果、地盤の影響により固有周期が長くなるため、加速度応答は小さくなるものの変位応答は大きくなることがわかった。また、上部を連結することによって加速度応答を多少低減することができる。ここでの解析はほんの一例にすぎず今後さらに多くの解析を行なう必要がある。

表-2 固有周期

地盤を考慮しない($k=0$ kg/m)	2.9sec
〃 ($k=1 \times 10^{10}$ kg/m)	2.6sec
地盤を考慮する ($k=0$ kg/m)	11.9sec
〃 ($k=1 \times 10^{10}$ kg/m)	10.8sec

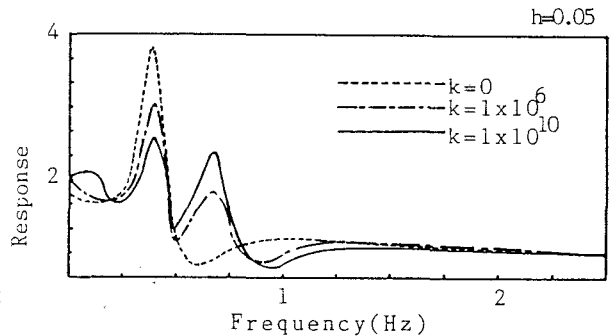
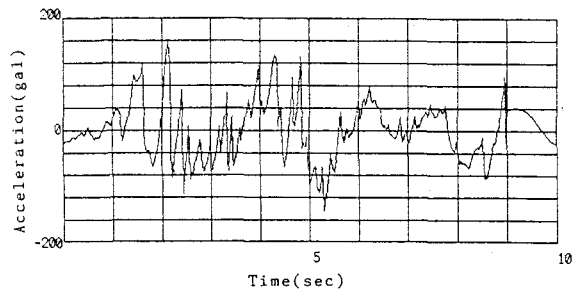
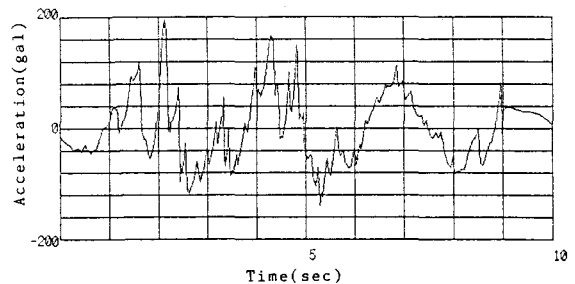


図-2 加速度応答倍率

図-3 加速度の時刻歴($k=0$ kg/m)図-4 加速度の時刻歴($k=1 \times 10^{10}$ kg/m)