

(I - 14) 圧縮空気貯蔵タンクの地震応答の数値解析に関する研究

東海大学大学院 学生会員 田村崇寛、林正夫 教授

研究目的

CAESタンクは深夜電力の利用により、高压空気をタンク内に貯蔵しピーク発電時に使用することで、発電効率を上げることを目的とするものである。また本構造物の構造的な特徴として、立杭とタンクの間隙を重泥水で充填することにあり、それにより地震時にどのような応答特性が現れるかを重泥水、水、空気の3ケースとで比較検討することにより、重泥水の効果を確認するものである。

解析の概要

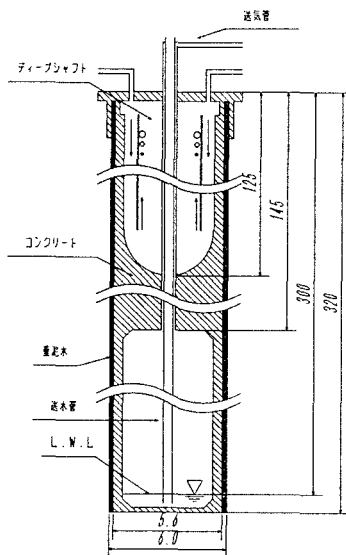
仮想立地点は千葉県袖ヶ浦市長浦を想定し、物性データは電力中央研究所によりボーリン調査された値を用いた。

さらに仮想立地点における地震動については危険度解析によって得られた、開放基盤加速度130galが求められ、入射波解析に使用するため65galを後に記すSHAKE、ABLEともに入力地震波の最大値としている。なお入力地震波はエルセントロ波を使用した。

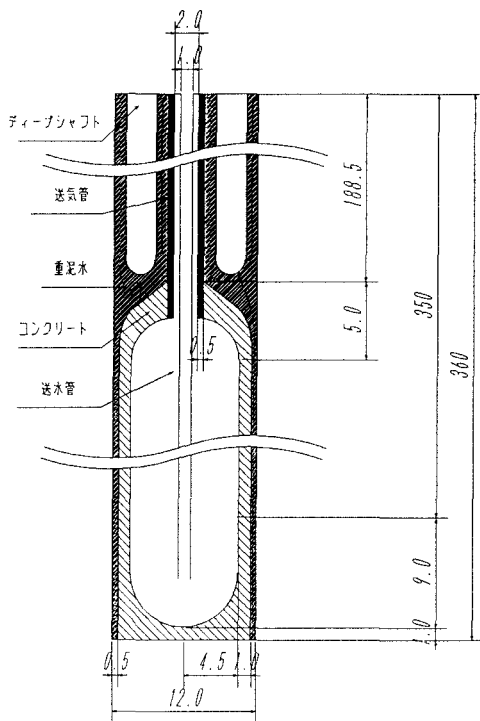
タンクの形状の特徴である円筒状構造物から、軸対称有限要素法を採用している。なお、解析には大林組により開発された、液体・タンク・地盤連成系の解析が可能なプログラムABLEを使用している。これは地盤境界条件はLysmerが提案したViscous Damping要素とKauselのTransmitting Boundary要素を導入することで、遠方地盤が考慮されている。

またABLEの解析において地盤の非線形性を考慮するため事前にSHAKEで解析を行い、イタレーションが収束したときの減衰とせん断剛性をABLEの入力パラメーターとしている。

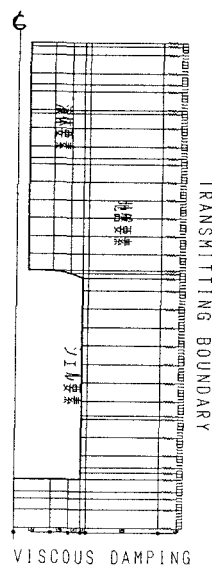
解析に用いたタンクは上部がくびれたビール瓶状のものを想定している。CAESタンク詳細(図-2)、FEM図(図-3)を以下に示す。



(図-1) CAESタンク将来構造 単位m



(図-2) 解析タンク詳細 単位m



(図-3) タンクFEM図

結果と考察

SHAKEとABLEの深度方向加速度分布を比較すると、地表面での最大加速度に違いが見られるがほぼ同程度の値と思われる。立杭とタンクの間隙に重泥水、水、空気での状態のタンクの深度方向最大加速度、最大変位に関しては、共に重泥水、水、空気の順に値が小さくなっている。特に変位については地盤と重泥水を満たした場合のタンクとでほとんど差が見られない。加速度周波数伝達関数では、重泥水(2.77Hz)、水(3.43Hz)、空気(1.43Hz)でピークが見られるが、重泥水や水の場合と比較して空気の場合応答が大となるバンド幅が小さい。次にタンクに対する重泥水と水の深度方向動液圧を比較すると-280m地点で差が見られる他はほぼ同一である。また-188.5m地点から液圧が増大しているが、ここからタンクの形状が変化するところである。

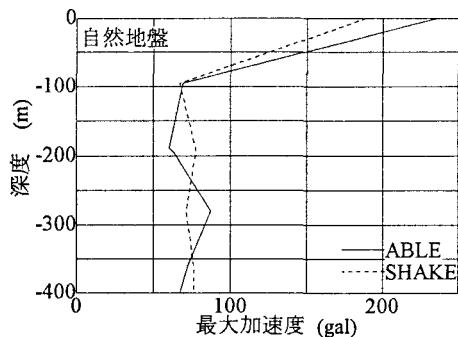
これらをふまえて、本構造物の地震時における応答としては、液体が充填された状態が空の場合と比較して卓越周期を遅らせる効果があることが分かった。さらに重泥水を充填した場合では地盤とタンクの間では加速度、変位ともに大差のない結果が得られたことから、液体によって地震波が伝播しにくい環境にある、もしくは液体にタンクが拘束されているのと推定できる。また構造物の固有周期と液体の固有周期が同調しなかったとも考えられる。動液圧の急激な変化は上部ではタンクと立杭との間隔は4.5mであるのに対し、下部では間隔50cmしかない。従って、地震時に地盤から受ける波動に対して液体の移動が拘束され直接タンクに圧力を生じさせるものと考えられる。(図-8) 周波数伝達関数

謝辞

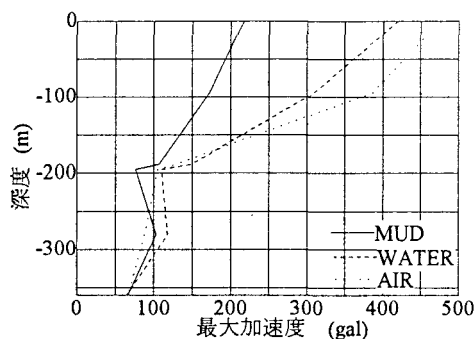
本研究にあたり多大なご尽力を賜りました大林組技術研究所後藤洋三氏、東海大学林正夫教授に紙面を借りて御礼申し上げます。

参考文献

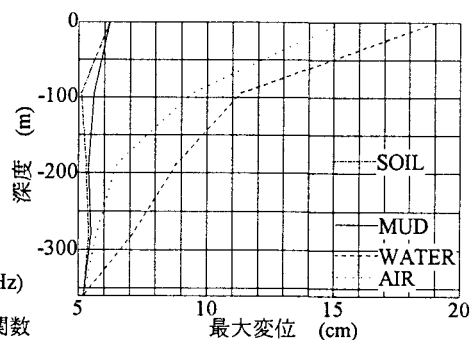
- 1) 林 正夫；都市の水質浄化と圧気電力貯蔵
ーガスタービン発電の供用システム土と基礎 1993. 12
- 2) 後藤 洋三；地震時における地中構造物の相互作用に関する研究(学位論文 1992. 11)
- 3) 川崎 了、西 好一、藤原 義一；東京近郊における深部堆積地盤の物理的・力学的特性地下空間シンポジウム1992
ー人、自然と調和する地下空間ー



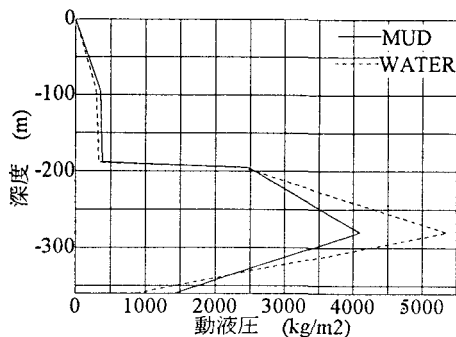
(図-4) SHAKIとABLEの比較



(図-5) 最大加速度



(図-6) 最大変位



(図-7) 動液圧分布