

I-629 卵形タンクの耐震性に関する研究

山口大学工学部 ○正会員 中村秀明
 山口大学工学部 正会員 浜田純夫
 山口大学工学部 学生員 山根 薫
 浅野工事株式会社 正会員 森川慎吾

1. まえがき

PC卵形消化タンクは、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おり、わが国においても近年各地で建設されている。しかし、地震多発国であるわが国においては、耐震性に対して十分な配慮を払わなければならない、しかも経済性を損なわない合理的な設計が要求される。PC卵形タンクの基礎形式は、支持地盤や立地条件に応じて適切に決めなくてはならず、西ドイツでは、タンク下部を直接地中に埋め込む直接基礎、地中リング基礎の実績が多い。しかし、わが国ではタンクの設置される場所が埋立地などの地盤条件の悪いところが多く、また耐震性を考慮して、ケーソン基礎、杭基礎などが用いられている。地震時におけるタンクの挙動はタンクの基礎形式の影響を受けることが考えられる。そこで本研究では、直接基礎、リング基礎、杭基礎、免震基礎の4通りのモデルを想定し、それぞれのモデルに対して最大加速度、変位および動的応力について考察を加えた。

2. 解析方法、モデル

解析は、構造物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ことが考えられるので、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入れた解析を行なった。解析に用いた卵形PCタンク（免震基礎モデル）の軸対称モデルを図-1に示す。地盤は上層にせん断波速度が200m/sの軟弱な層

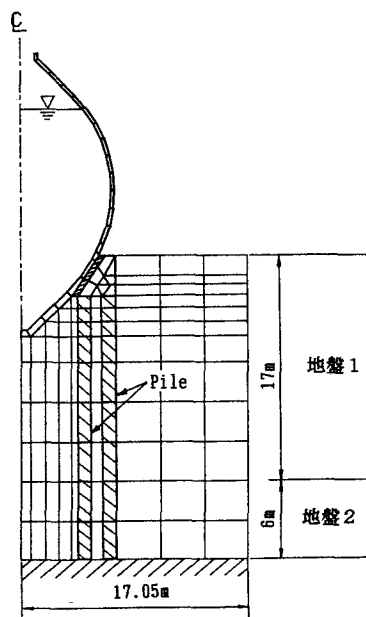


図-1 タンクの軸対称モデル

のある2層からなるものとし、図-2に示す4通りの基礎形式を考えた。表-1にタンク、地盤の各定数を示す。杭基礎を表現するリング要素は、同心円上に杭と土が交互に存在する状態を等価な弾性定数で置き換える必要があり、円周方向(θ 方向)に異方性を持たせて解析を行った。なお、内容液とタンク壁面との連成は本研究では考えず、内容液は固定水(付加質量)として扱った。応答計算は、地表面の加速度であるEl Centro (NS成分)波をDeconvolutionによって基盤面の波形に変換し、モデルの基盤より入力し、数値計算は、周波数領域で時間刻み0.02secで行った。

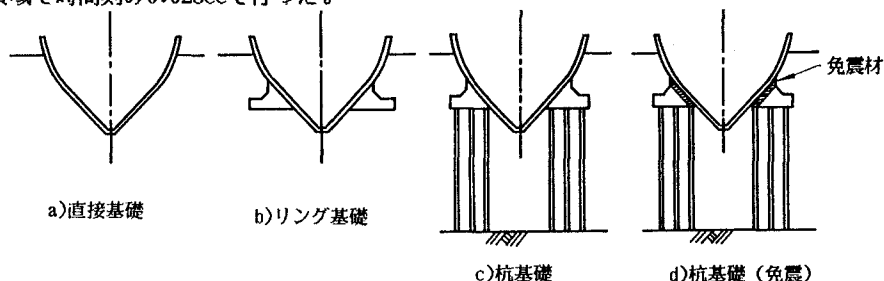


図-2 卵形PCタンクの基礎

3. 解析結果

各モデルの頂部における応答加速度、速度、変位の最大値を表-2に示す。いずれも r 方向の値である。加速度を比較すると直接基礎、リング基礎とも差はなく、杭基礎で大きくなっている。また免震基礎の値が一番小さく基礎のリング部分にコンクリートより柔らかい材料を使った免震基礎の制振効果は明らかである。変位を比較すると直接基礎ではかなり大きくなっており、埋立地などの軟弱な地盤には不向きといえる。ここでも免振基礎の値が一番小さくなっている。

表-1 タンク、地盤の材料定数

	タンク	免震材	地盤1	地盤2
単位体積重量 γ (t/m ³)	2.5	0.96	1.6	1.8
ヤング率 E (kgf/cm ²)	3.5×10^9	7.3×10^7	1.3×10^8	1.8×10^7
ポアソン比 ν	0.2	0.49	0.4	0.4
せん断波速度 V_s (m/sec)	2390.0	500.0	200.0	500.0
減衰定数 h	0.05	0.15	0.10	0.10

表-2 タンク頂部の加速度・速度・変位

	直接基礎	リング基礎	杭基礎	杭基礎(免震)
加速度(gal)	3620.0	3608.0	4078.0	3293.0
速度(kine)	34.2	28.3	31.1	17.5
変位(cm)	1.82	0.68	0.78	0.65

次に、タンク壁面に生じる最大引張応力、最大せん断応力の分布を示したのが図-3である。図の縦軸はタンク壁の位置であり、G.L.は地表面の位置である。引張応力、せん断応力ともに、直接基礎の場合は、地上部分の応力は小さくなるものの、地中部分の応力は大きくなることがわかる。杭基礎、リング基礎の場合の差はあまり見られない。応力に関しても免振基礎の場合が一番小さく制振の効果は明かである。

4. まとめ

本研究は、P C卵形タンクの地震時挙動を基礎形式の違いに着目して検討したものである。直接基礎の場合、地表部分の応力は小さくなるものの、地下部分の応力、頂部の相対変位が大きくなる。杭基礎は、リング基礎と同じ様な挙動を示すが、頂部の加速度が大きくなる。リング部分にコンクリートより柔らかい材料を使った免震基礎は、応力や加速度等を低減できることが判明した。

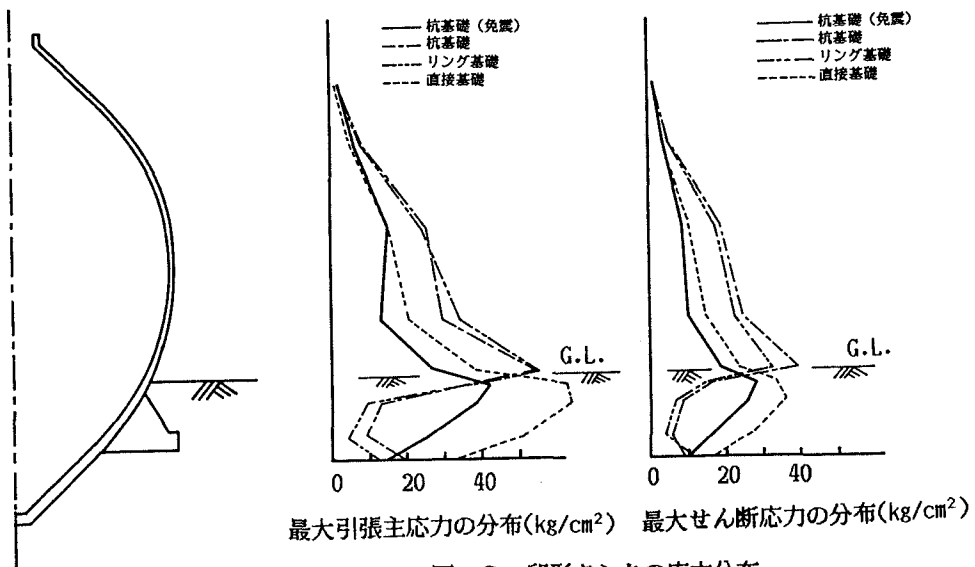


図-3 卵形タンクの応力分布