

I-268 地盤条件、基礎形式の違いによる卵形タンク壁面に生じる応力に関する研究

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
 前田建設工業 正会員 山根 薫

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。現在のところPC卵形タンクを専門に扱った基準、指針等はなく、既存の下水道関係基準及びPC関連基準を基に従来の円筒タンクと同様に扱われている。耐震性の検討は、「下水道地震対策指針」および水道用PCタンク標準仕様書を準用し、震度法で行われているのが現状である。

わが国の場合、PC卵形タンクは埋立地などの比較的軟弱な地盤に設置されることが多く、また、世界屈指の地震国である。地震時におけるタンクの挙動は、基礎形式、地盤条件によって異なる。PC卵形タンクを経済的、合理的に設計するには、タンク壁面に生じる応力状態を厳密に把握し、それに応じたプレストレスを円周方向、子午線方向に与える必要がある。そこで本研究は、タンク壁面に生じる応力状態をできるだけ厳密に把握するため、基礎形式、地盤条件の異なるタンク～基礎～地盤連成系の地震応答解析を行いタンク壁面に生じる応力状態をFEMを用い明らかにした。

2. 解析方法、モデル

FEMで軸対称問題を扱う場合、変位および荷重を円周方向にFourier級数展開すると、三角関数の直交性から、Fourier級数の n ごとの独立な方程式が得られる。線形弾性範囲では、各次数ごとの解を重ね合わせることで、もとの荷重に対する解が求まる。自重等の軸対称荷重に対しては $n=0$ のみを考え、水平一様な地震動に対しては $n=1$ のみを考える。本研究では、基礎形式として図-1に示すリング基礎、ケーソン基礎、杭基礎の3通りのモデルを想定し、また地盤モデルとしては、道路橋示方書耐震設計編に準じて、地盤の特性値 T_G （微小ひずみ振幅領域における表層地盤の基本固有周期）によって分類されたI、II、III種の地盤例の中からそれぞれ1つのモデルを選び（図-2参照）リング基礎で地盤種別を変えたもの、III種地盤で基礎形式を変えたものについて、自重と静水圧による初期応力解析および、地震応答解析を行った。応答計算は、El Centro NS成分を最大加速度100galに修正したものをモデルの基礎より入力し、数値計算は、周波数領域で時間刻み0.02sで行った。また、粘性境界を用いて、境界でのエネルギー吸収を図った。

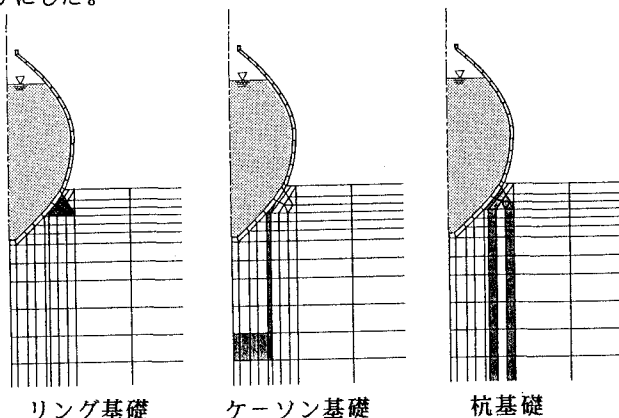


図-1 卵形タンクの基礎形式

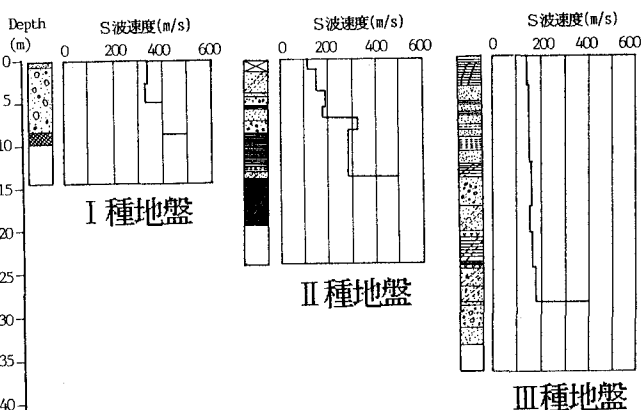


図-2 地盤モデル

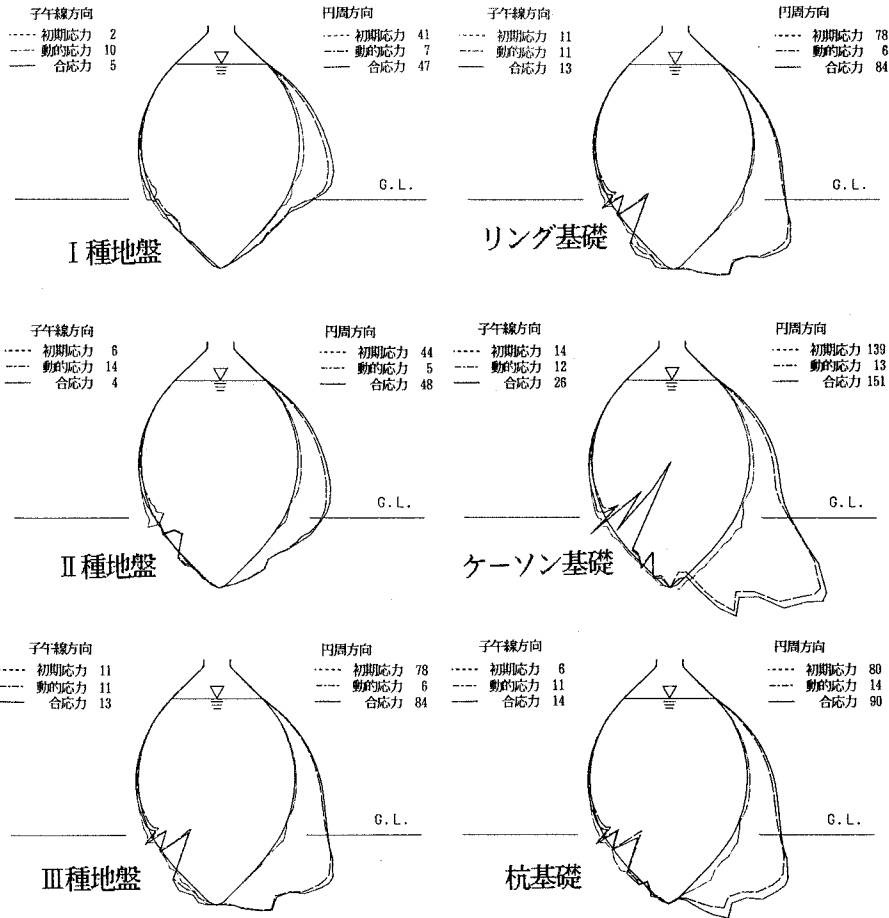


図-3 タンク壁面の応力分布
(リング基礎)

図-4 タンク壁面の応力分布
(Ⅲ種地盤)

3. 解析結果および考察

図-3にタンク壁面に生じる応力状態をリング基礎の場合で、地盤が異なるものについて示す。動的応力は、分布形状、大きさともに地盤種別による違いは少ないが、初期応力は、地盤がⅠ種～Ⅲ種と柔らかくなるにつれて大きくなり、膨らみが尖った形をしている。これは、硬い地盤では、リングで支えるというよりも地盤で支えられており、地盤が柔らかくなるにつれてリングへの負担が増すためリング位置の応力が大きくなっていると思われる。次に図-4にⅢ種地盤の場合で、基礎形式を変えたものを示す。初期応力は、リング基礎、杭基礎は良く似ているものの、ケーソン基礎では、ケーソンの付け根に応力が集中している。杭基礎は、リングを介してタンクを支えているためリング基礎と同じような応力分布をしている。動的応力は、地中部分の応力がケーソン、杭基礎で大きい、これはタンクがケーソン及び杭で支えられているため、地表付近の地盤の動きとタンクの動きが異なるためだと思われる。

4. まとめ

本研究は、P C卵形タンクのタンク壁面に生じる応力を基礎形式、地盤条件の違いに着目して検討したものである。応力分布の形状や大きさは、地盤種別によって異なり、柔らかい地盤ほど応力は大きくなるようである。また、基礎形式によっても大きく異なり、タンクを支える部分の形状等に大きく左右される。