

秋田大学 (正) ○赤木知之

秋田大学 (正) 色部 誠

1. 緒 言

普通、地上式オイルタンクは、その用途上新設の埋立造成地に建設される。このような臨海埋立地においては、一般的に地盤は非常に軟弱であり、タンクの建設にはその基礎地盤の改良がおこなわれる。この改良の基本的な考えは、支持力および変形に対する安全性が評価の対象となる。基礎地盤の変形は、弾性変形、圧密沈下、粘性流動、せん断破壊などの複合したものが考えられるが、改良、施工後のタンク基礎地盤では、安全性を考慮して圧密沈下、せん断破壊に対する十分な対策を講じるのが普通であるから、変形は粘弾性的なものが卓越するものと思われる。又、海岸汀線近くでは、片側が開放されているため、粘弾性による側方流動にたよりが生じ、一見せん断破壊を思わせる変形挙動を示す場合がある。

本報告は、これらの変形挙動を有限要素法を用いた粘弾性解析により追求したものである。

地盤を粘弾性体として取り扱う場合、その応力ひずみ関係を示す完全な理論体系は、いまだ確立されるに至らず、見通しさえないが、現象論的立場からはその挙動を直観的に捕えるのに便利であるという理由から、バネとダッシュポットの組合わせによるレオロジーモデルが、一般的に用いられている。(図-1)

しかし、このモデルはあくまでも線形粘弾性の範囲内で導入できるもの故、土質材料等非線形性の顕著なものへは、その適用に限度がある。その実も測定結果と計算結果の比較から考察される。

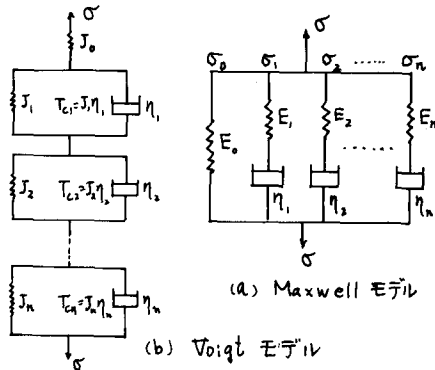


図-1 レオロジーモデル

2. 有限要素法による粘弾性解析

線形粘弾性体の応力ひずみ関係は、Boltzmannの記憶積分で次のように表示される。

$$\sigma(t) = E(t)\epsilon(0) + \int_0^t E(t-\tau) \frac{d\epsilon(\tau)}{d\tau} d\tau \quad (1)$$

$E(t)$ は緩和関数または緩和弾性率と呼ばれ、図-1 (a) のモデルに単位ステップ入力を与えたときの応答として $E(t) = E_0 + \sum_{i=1}^n E_i e^{-t/\tau_i}$ のように与えられる。有限要素法へ定式化する場合、式(1)をそのまま適用したのでは数値計算が非常に煩雑になる。そこで全変形過程を何段階かに分割し、各段階における支配法則を区分的に線形とし、応力増分とひずみ増分の関係式を誘導する必要がある。その誘導過程は一般的表示で、文献[1]に詳述してある。ここでは結果のみを示すと次式のようなのである。

$$\{\Delta \sigma(t)\} = [D] \{\epsilon(t)\} - \{\Delta \sigma_0\} \quad (2)$$

マトリックス $[D]$ は一般化Maxwellモデルの各定数パラメータおよび時間間隔 Δt より構成され、 $\{\Delta \sigma_0\}$ は粘弾性変形によるみかけの応力に相当するもので、モデルの定数パラメータおよび、1ステップ前の応力状態により決定されるものである。粘弾性問題において弾性問題と異にする基礎式は応力ひずみ関係式のみで他には変りはないから、式(2)を用いて有限要素法へ定式化すれば、任意の境界条件に対する粘弾性解を段階的に求める

ことができる。

3. 地盤の粘弾性定数

解析対象地盤は、砂質シルトと粘土とが水平互層をなしており、オI、Ⅱ層が砂質シルト、オⅢ層が粘土、オⅣ層（基礎と考える）が砂礫である。これら各地層の粘弾性定数は持続荷重による平板載荷試験およびボーリングコアによる三軸フリープ試験から定められた。決定方法に関しては文献[2]、[3]を参照されたい。結果を表-1に示す。尚、ここでは緩和関数の体積分、せん断成分として K 、 G を用い、それぞれ $n=2$ まで、すなわち Maxwellモデルの5要素に相当する分まで取っている。

	緩和体積分弾性率 kg/cm^2			緩和せん断弾性率 kg/cm^2			緩和時間 分	
	K_0	K_1	K_2	G_0	G_1	G_2	T_1	T_2
砂質シルト	589	87.8	71.1	128	18.8	15.3	2.239	12.69
粘土	124	36.1	27.4	30	7.78	5.88	21.48	179.1

表-1

4. 解析結果

図-2は海岸汀線近くに構造物が築造された場合、地盤が示す粘性流動である。岸壁線より 4cm の水平変位が見られるが、これは地盤の破壊とは無関係に計算されたものである。

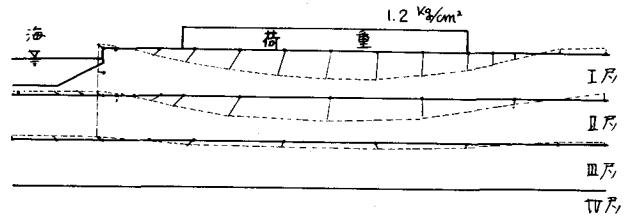


図-2 地盤の側方流動(計算値) 変位ベクトル座標 0 20cm

図-3は実際に施工されたタンク基礎の水張り試験時の実測沈下量と粘弾性解析結果とを比較示めたものである。尚、計算では荷重を階段上に増加させた。これらの結果によれば、荷重強度 1.4kg/cm^2 までは良好一致を示していることがわかる。これは線形性の仮定が、その程度の応力レベルまでは導入してもよいことを示している。

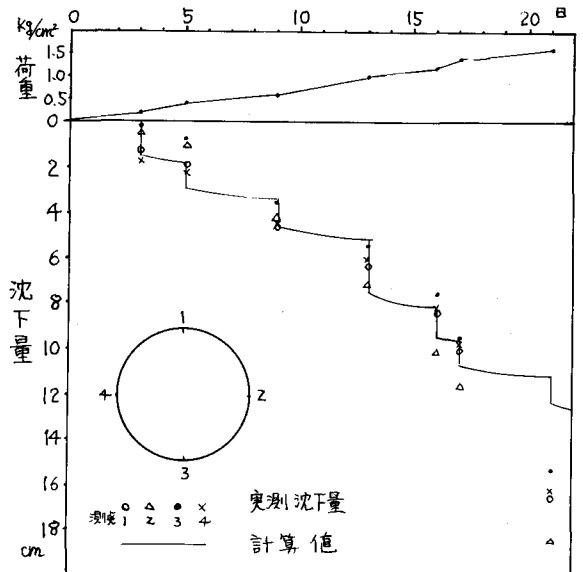


図-3 水張り試験によるタンク基礎の沈下

参考文献

- [1] 赤木, 大野, 色部: 有限要素法によるPCC格納容器の粘弾性解析, 土木学会論文報告集214号, 1973, 6月
- [2] 色部, 赤木: Maxwell材料における粘弾性定数の決定法, 土木学会論文報告集No.213, 1973, 5月
- [3] 赤木, 色部: 載荷試験と粘弾性, 土木学会東北支部技術研究発表会講演集, 1973, 2月