

地盤・構造物の解析について

1 地盤・構造物の解析（動的変形解析）の流れ

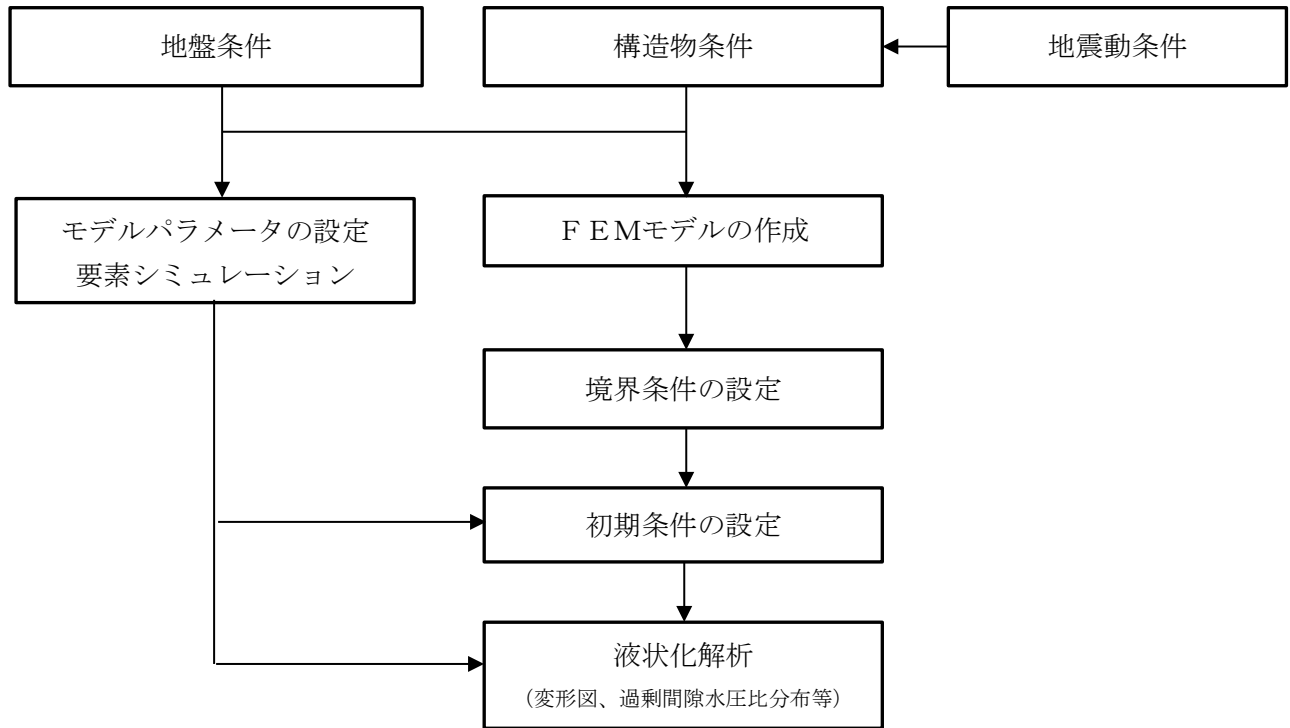
以下のような流れで、地盤及び構造物（基礎及びタンク本体）の解析を行う。

解析の対象とする想定地震は、南海トラフの巨大地震とする。

動的変形解析は、3次元非線形有効応力解析を実施することが望ましいが、現状では3次元非線形有効応力解析の実績はまだ少ないため、より使用実績の多い断面2次元非線形有効応力解析で実施するものとする。

断面2次元非線形有効応力解析によって、地盤の液状化の有無・基礎の損傷の評価を行うとともに、液状化の発生が想定される場合は、タンク本体の沈下量や変形角及び過剰間隙水圧比の経時変化（液状化開始時間等）の評価を行う。

上記の評価を行うためには、加振後（動的解析後）の排水解析が可能で、過剰間隙水圧の消散に伴う圧密解析が可能なプログラムが必要である。これらの条件を満足するプログラムとして、使用実績の多い『LIQCA』（Computer Program for Liquefaction Analysis）を用いて解析を行う。



2 解析方法の概要

- A) 解析底面に入力地震動を設定し、小さな時間ステップごとに変位や土の応力、過剰間隙水圧、ひずみ、強度、剛性などを算出する動的FEM解析とする。
- B) Biotの混合体理論に基づく弾塑性解析とし、地盤の透水現象も考慮する。
- C) 原理的に実際の現象を最も忠実に表現しうる方法の一つである。

長所：

- ・ 地震動の特性(振幅、周期、継続時間など)、土の力学的特性や地層構成が地盤の状態(加速度分布、応力、ひずみ)等に及ぼす影響が考慮される。
- ・ 解析中のいかなる時刻でも圧密等による土の体積変化が考慮される。

短所：

- ・ 工学的基盤あるいは地盤剛性が急増する地層までを解析領域とする必要がある。
- ・ 比較的多くのパラメータを必要とする。

3 必要なモデルパラメータ

本解析に必要なパラメータは以下のとおりである。

これらのパラメータは既往の地盤調査結果をもとに設定する。また、下記に示す「結果の精度が期待できる最低限の組合せ」を目標にパラメータの設定を行う。

分類	記号	パラメータ	必要な試験・調査
物理試験結果	ρ_t	湿潤密度	密度試験
	e_0	初期間隙比	密度試験
圧密試験結果	λ	圧縮指数	等方圧密膨潤試験
	κ	膨張指数	等方圧密膨潤試験
	OCR	過圧密比	圧密試験
透水試験結果	k	透水係数	透水試験
弾塑性変形特性	G_0	初期せん断弾性係数	PS 検層/動的変形特性試験
	B_0, B_1, C_f	硬化パラメータ	非排水繰返し三軸試験
	$\gamma_{ref}^P, \gamma_{ref}^E$	基準ひずみ(砂質土)	非排水繰返し三軸試験
	D_0, n	ダイレイタンシー係数(砂質土)	非排水繰返し三軸試験
	M_f	破壊応力比	圧密非排水三軸圧縮試験
	M_m	変相応力比	圧密非排水三軸圧縮試験
減衰特性	α, β	レーリー減衰	

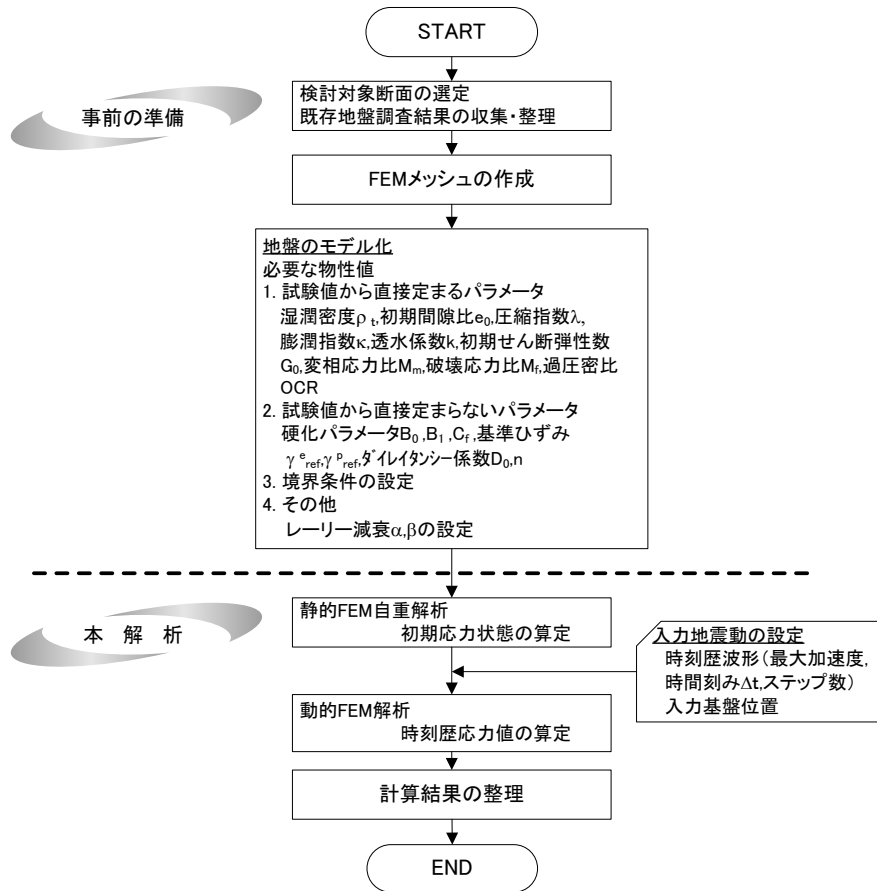
試験項目		試験結果から得られる情報	結果精度、費用に応じた試験項目の組合せ		
			これだけあれば完璧といえる組合せ	結果の精度が期待できる最低限の組合せ	最低限解析可能な組合せ
原位置試験	標準貫入試験	N 値, 土質柱状図, 地下水位	○	○	○
	PS 検層	せん断波速度(V_s)	○	○	
	透水試験	透水係数 k	○		
室内試験	密度試験	湿潤密度 ρ_t , 間隙比 e_0	○	○	○
	粒度試験	粒度特性 FC, D_{50}	○		
	圧密非排水三軸圧縮試験	内部摩擦角 ϕ_f , 変相角 ϕ_d	○	○	
	圧密試験	過圧密比 OCR, 圧縮指数 λ , 膨潤指数 κ	○		
	繰返し非排水三軸試験	繰返し回数～せん断応力比の関係	○	○	
	動的変形特性試験	せん断ひずみ～せん断剛性低下率、減衰定数の関係	○		

パラメータ決定のための試験結果データは、関係団体を通じて以下のデータの提供を依頼している。

- ・ 敷地内における工学的基盤面まで確認している柱状図
- ・ 地質断面図を含む地盤物性調査データ（動的変形試験を含む室内試験結果（各試験のデータシートを含む）、物理検層（PS 検層、密度検層等）及び本データの採取地点を記載した構内図
- ・ 埋め立て地の場合は、埋め立てた年及び埋め立てた工法（「ポンプ船による埋立法」「土運船による埋立法」「揚土による埋立法」等）

4 解析条件

解析は下記に示す流れで実施する。



なお、境界条件として、解析領域側面は等変位境界、底面は固定境界または粘性境界とする。また、側方境界の影響を避けるため、解析領域を十分広くとるとともに等変位境界とする。