なんでもインフォ 2016.7

発 行　株式会社 昭和土木設計
岩手県矢巾町流通センター南４丁目１−23
Tel 019-638-6834　Fax 019-638-6389

～ 地盤工学におけるFEM解析～

はじめに

以前に(2002.11 月号、2003.10 月号)、構造物の有限要素法(FEM)についての紹介をしました。今月号は、地盤工学における FEM 解析の紹介をしていきたいと思います。

有限要素法とは？

有限要素法（Finite Element Method 以後 **FEM**）とは、構造物や地盤の力や変形をシミュレートする代表的な数値解析手法です。具体的には、連続体を細かく分割し、多数の独立点の物理量を求める数値解析手法です。

また、差分法に比べ、支配方程式(微分方程式)を変分法あるいは重み付き残差法を用いる離散化が行なわれ、要素を任意に分割でき、境界条件を処理しやすいなどの特徴があります。

数値解析手法は、**FEM** のほかに「個別要素法(Distinct Element Method 以後 **DEM**)と「境界要素法(Boundary Element Method 以後 **BEM**)があります。

DEM は、拘束力の弱い離散系(剛体の集合体)の運動問題、例えば落石や斜面崩壊、液状化、ジョイントの多い岩盤の運動や崩落過程の解析などに用いられます。

BEM は、線形で均一な二、三次元連続体の静的および動的内部および外部問題、例えば波動伝播の問題や最適形状決定問題などに適しています。

FEM はほとんどすべての問題に適用でき、問題によっては **FEM** と **BEM** を結合したハイブリッドな解法も適用できます。

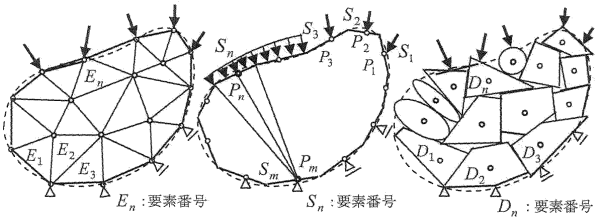


図-1. 有限要素法(FEM)　図-2. 境界要素法(BEM)　図-3. 個別要素法(DEM)

出典「実務に役立つ地盤工学 Q&A P266 図-1」

地盤工学と FEM 解析

地盤工学で最も利用されている数値解析手法は **FEM** です。**FEM** は掘削解析、築堤解析、圧密連成解析、地震応答解析など幅広い分野で利用されています。

例えば、トンネル掘削の際の周辺地山の挙動評価や、軟弱地盤上に盛土を構築した場合の圧密沈下予測などがあります。

解析と逆解析

一般に、地盤工学における「**解析**」は、地盤や構造物の形状や物性、荷重などの条件からどのような変形や応力が地盤や構造物に生じるかを求めることを意味します。

一方、「**逆解析**」は、実際の地盤や構造物の挙動や応力からそれらの物性や作用している荷重を求めるような問題を解くことを意味します。

「逆解析」は「情報化施工」によく使われます。情報化施工とは、地盤に関わる構造物の設計・施工において、施工中に行う現場計測の結果に基づき、設計及び施工法を構造物の施工中に見直すことです。これにより、設計時に設定した物性パラメーターを随時見直し、次行程の解析を精度よく行うことができ、結果、施工の合理化や安全性の向上、品質の確保が保たれます。

解析に用いられる構成モデル

地盤の変形や安定検討でよく用いられる構成モデルは下記になります。

① 線形弾性モデル(図-4)
② 弾塑性モデル(図-5)
③ 粘弾性(弾塑性)モデル(図-6)

線形弾性モデルは、載荷(除荷)が単調で変形が小さいときに用いられます。弾塑性モデルは、土の降伏後の塑性変形を見るとき、粘弾性(弾塑性)モデルは、時間経過と軟弱地盤の変形挙動を見るときに用いられます。

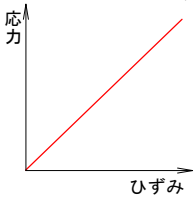


図-4. 線形弾性モデル

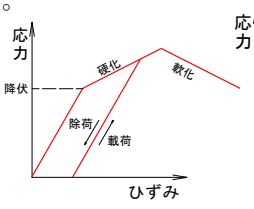


図-5. 弾塑性モデル

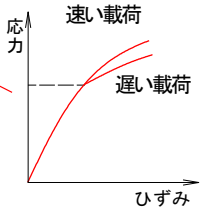


図-6. 粘弾性(弾塑性)モデル

参考「実務に役立つ地盤工学 Q&A P270 図-1」

圧密沈下解析の実施例

ここで、圧密沈下予測を行った事例を紹介します。

これは軟弱地盤上に防潮堤を築堤した場合の圧密計算を行ったものです。軟弱地盤上ですので、堤防自体の沈下や周辺地盤の変形が懸念されます。

そこで、地盤 FEM 解析プログラム(二次元)を用いて圧密沈下量を予測しました。(粘性土はカムクレイモデル(前述の粘弾性(弾塑性)モデル)を使用)

解析の結果、[図-7]のような結果が得られ、中央部での沈下量は約 29cm になると想定されます。

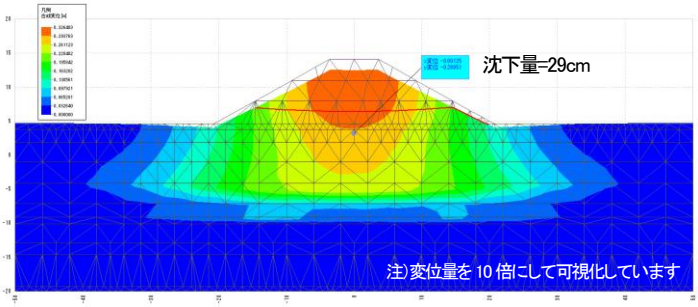


図-7. 計算結果を可視化(市販ソフトを使用)

おわりに

FEM 解析ソフトを使用することで、地盤に関する知識や、複雑な解析理論を習得していなくとも計算結果を得ることができますが、設定すべきパラメーターや境界条件の設定により、答えは大きく変わる可能性があります。

FEM 解析を設計に用いる場合には、解析結果に高い精度や信頼性が求められます。それらを確保するには、「構造物を構築したときにどのような挙動を起こすのか、どこが変形し破壊するのか、それらを検討するにはどのような解析をすべきか」などといった、数値解析に加えて地盤工学の専門的な知識・経験が必要とされます。

以上

参考文献：「実務に役立つ　地盤工学Q&A第二巻 社団法人地盤工学会」
「地盤工学学会誌Vol62」

株式会社 昭和土木設計の紹介

弊社は、道路、河川・砂防、橋梁等の計画・設計、CIM, i-Construction に対応した３次元空間計測及び設計を行っております。

”なんでもインフォ“のバックナンバーについては http://www.showaod.co.jp をご覧ください。

配布者

作成者：コンサルタント事業部