

対話形式 Biot 型圧密プログラムの開発

佐賀大学理工学部 学生員○高瀬広之

" 正 員 古賀勝喜

" 正 員 荒牧軍治

1. まえがき

今日、土木の現場でもマイクロコンピュータが普及し、色々な目的のために活躍している。例えば、仮設構造物の応力計算や測量のデータ処理、あるいは事務所経理の処理等に使われている。ところで軟弱地盤上の盛土による沈下の問題、すなわち圧密問題の解析を行なっているところは少ないのではないだろうか。もしマイコン用のソフトプログラムが開発され簡単に多次元の圧密解析の計算が行なえるようになれば、現場技術者にとってその利用価値は大きいであろう。現在、圧密解析を行なう上での理論は Terzaghi の一次元圧密理論にもとずくのが殆どである。しかし、実際には多次元（二および三次元）となるのが一般的である。多次元圧密理論は Terzaghi の圧密理論を三次元的に拡張した Terzaghi-Rendulic 型と Biot の提唱した Biot 型圧密理論とがある。Biot 型圧密理論を有限要素法で定式化した Verruijt のプログラムをもとに対話型の入出力プログラムを付加したマイコン用 Biot 型圧密解析プログラムを作成したので現場技術者の皆さんに多に利用してもらいたい。

2. マイコンによる圧密解析プログラム

本プログラムは大別して3つに分かれている。そのフローチャートを Fig. 1 に示す。第一に計算に必要なデータを作成する入力用プログラムがある。このプログラムは対話形式でデータを作成するように成っている。Fig. 2 に要素の座標値、境界条件、荷重条件を入力している途中を示す。初めて、プログラムを使用する人でも簡単に入力出来る。またこのプログラムは、既設のデータを修正することにより新しいモデルのデータをも作れる。Fig. 3 に修正する項目を選択するメニューを出力している。作成あるいは修正が終了したならばフロッピー・ディスクにファイルして、第二の計算実行プログラムを呼び出す。計算実行プログラムは Verruijt の開発したプログラムに著者等が手直しを施したものである。このプログラムの特徴として、①、外荷重の除荷が行なえる。軟弱地盤上に盛土あるいは構造物を構築するとき、現場では余盛りあるいはプレローディング工法が用いられるがそのように外荷重の条件が変化しても十分にシュミレート出来る。②、境界条件の複雑さにも対応できる。一般に解析領域の境界条件はさまざまである。けれども

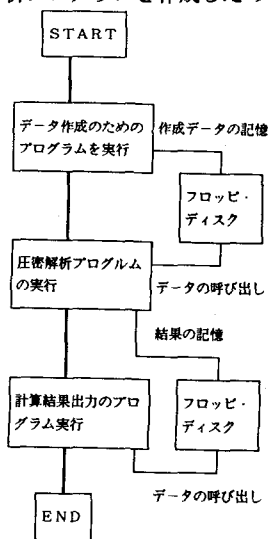


Fig. 1 Flowchart

透 水 境 界		変 位 境 界	
+	透水(水圧なし)	4	X : 固定 Y : 固定
		3	X : 自由 Y : 固定
		2	X : 固定 Y : 自由
		1	X : 自由 Y : 自由
-	不透水(水圧有)		

節点	X座標	Y座標	境界条件	X方向外力	Y方向外力
1	0.000	0.000	-4	0.0	0.0
2	0.000	1.000	-2	0.0	0.0
3	0.000	2.000	-2	0.0	0.0
4	0.000	3.000			

Fig. 2 入力データ作成例

*** 何を実行しますか ? ***

- 座標値、境界条件、外荷重の修正 ———> 1
- 節点番号と層番号の修正 ———> 2
- 地盤の層数の修正 ———> 3
- 時間分割数の修正 ———> 4
- モデルを作図します ———> 5
- 修正を終了します ———> 6
- 計算を実行します ———> 7
- 終了します ———> 8

Fig. 3 修正項目表の例

本プログラムにとっては入力時にその処理を行なっていれば充分である。(3)、地盤の性質すなわち解析地盤の物性値が幾く種類もあり要素ごとの性質が違っていても充分対応できる。計算が終了すれば結果がプリントアウトとフロッピー・ディスクに出力される。最後に出力結果の処理を行なうプログラムが呼び出されるがこのプログラムについては講演時に発表する予定である。

3. 計算結果

Fig. 4、5に解析したモデル図を示す。Fig. 4 は一次元モデルで、要素数32、節点数27で上方から分布荷重が作用している。Fig. 5 は二次元モデルである。節点数42、要素数60で分布荷重が節点⑥-⑫間と節点⑥-⑮間に作用する二種類について解析を行なっている。解析に用いた物性値をTable-1に示す。Fig. 6に一次元モデルの節点⑫における時間-沈下の関係を示す。破線はTerzaghiの一次元解であるが、かなり良い一致を示しているのが分かる。このことから使用しているプログラムの有用性が充分示される。Fig. 7には二次元モデルの間隙水圧変化を示している。実線は山口¹⁾等の理論解である。図中のzはモデルの下端からの高さで有り、Hは解析モデルの深さである。横軸には間隙水圧と載荷荷重の比を、縦軸には時間をとっている。z/H = 0.8で少々乱れがあるのはメッシュが少し荒いための影響と考えられる。Fig. 8に間隙水圧の時間変化を示す。載荷時間によりモデルの下端付近で間隙水圧が一端上昇した後減少する。すなわちMandel-Cryer 効果が表れている。

4. 結語

マイコンで圧密解析が出来るとして述べてきたが問題も多い。例えば二次元モデルでは計算時間が1ステップ約12分かかる。また現在のマイコンの記憶容量ではこの程度のモデルまでが上限である等の制限である。しかし、入力データの作成には約1時間程度しかかからないし、将来記憶容量も大幅に改良されると思われるので今からこの様なプログラムを用意することは充分意義がある。

参考文献

1) Hakuju Yamaguchi, Yukitoshi Murakami; Plane Strain Consolidation of a Clay Layer with Finite Thickness.

Table-1 物性表

E	0.98×10^6	N/m ²
K	0.3267×10^6	N/m ²
G	0.490×10^6	N/m ²
k	1.0×10^{-8}	m/s
K/μ	0.8813×10^{-7}	m ² /Nday
n/β	0.25×10^{-9}	m ² /N

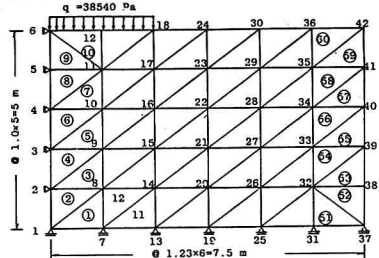


Fig. 5 二次元モデル

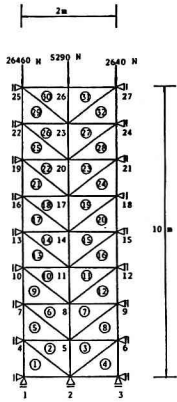


Fig. 4 一次元モデル

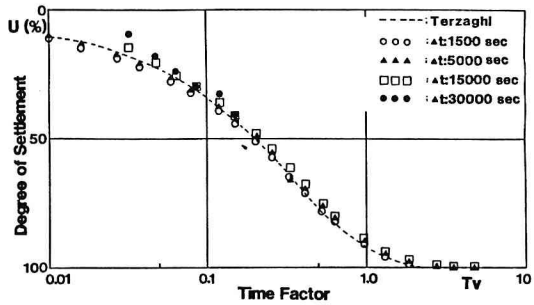


Fig. 6 沈下曲線

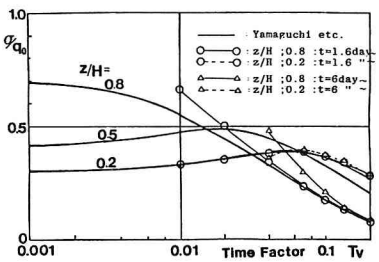


Fig. 7 (間隙水圧/載荷荷重)の変化

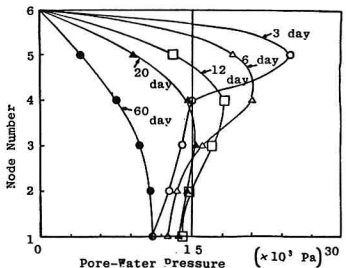


Fig. 8 間隙水圧の変化