

徳島大学工学部 正 山上 拓男
 徳島大学工学部 正 鈴木 壽
 株式会社大林組 正 宮川 俊介
 徳島大学大学院 学 ○ 岡田 雅寿

1. まえがき: 砂杭打設地盤の圧密現象は道路盛土や堤防等の帯状荷重が載荷された場合でも準3次元である。しかしこの地盤の圧密挙動をFEM等により数値解析する場合、実務ではもっぱら平面ひずみ問題として処理されている。したがって、この間に地盤を2次元モデル化する過程で曖昧さを伴うことは避けられない。そこで前報¹⁾において、現実的な砂杭打設地盤を例にとり3次元解析結果を観測値とみなしてこの地盤の最適2次元モデル化を行う方法と一適用例を示した。ここでは、前報¹⁾と同じ問題について、あらたになされた付加的検討結果を報告する。

2. 非線形計画法に基づく等価連続壁厚さの同定アルゴリズム: 以後、最も好ましい状態でモデル化された2次元地盤の砂の連続壁の厚さを等価連続壁厚さと呼ぶことにする。このとき、等価連続壁厚さの同定問題の解析は、砂杭打設地盤の圧密観測データと圧密の2次元FEM解析結果から目的関数(式(1))を定義し、次いで非線形計画法の援用のもとにこの目的関数の最適解を探索するという手順で行われる。

まず、砂杭打設地盤に適当な数の観測点を設定する。そして、任意の砂連続壁厚さDSのもとに、2次元FEM解析を行い、各観測点における計算諸量を求める。その結果、これら計算データと観測データに基づいて次式を定義する:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(S_{i,j}^{3d} - S_{i,j}^{2d} \right)^2 \quad (1) \quad \text{ここに、} S_{i,j}^{3d} : \text{観測点} i \text{ における Sampling 時刻} j \text{ での 3 次元データの値, } S_{i,j}^{2d} : \text{観測点} i \text{ における Sampling 時刻} j \text{ での 2}$$

次元解析データの値、m: 観測点数、n: 時間軸上のSampling pointの数。そして上式の目的関数を目下の設計変数であるDSの関数と見なすのである。すなわち、 $F = F(DS)$ (2)である。

式(1)は任意のDSのもとで一般に正の値を与える。そして、たまたま現実の3次元地盤とまったく同じ振舞いを示す2次元モデルのDSを代入したときFは零となる。いいかえると、式(1)のFを最小にするDSを見いだすことができたならば、それを目下の地盤の等価連続壁厚さとしてよいであろう。式(1)は変数DSのみの関数であるため、この関数を最小にする手法として黄金分割法を採用した。

3. 適用例: 適用例そのものは前報¹⁾と同じであって、図-1に示すように砂杭(直径1.2m)が格子状に打設された地盤を対象とする。この地盤はX軸方向に14本の砂杭が配列され砂杭中心間距離はX、Y方向ともに1.7mである。この地盤の中央の杭列8列分に5.0tf/m²の等分布荷重が漸増的に載荷された場合の3次元FEM解析結果を観測値として採用した。砂、粘土ともに弾性体としその材料定数は表-1に示した通りである。図-2にはそれぞれ3次元及び2次元解析に用いられた要素分割図を示す。ただし2次元要素分割図は最適化の過程でたえず変更されることは

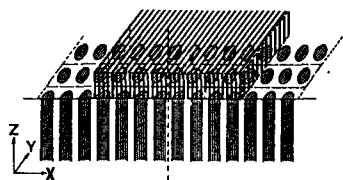


図-1 問題の設定

表-1 材料定数

	E (tf/m ²)	ν	k (m/day)
砂杭	1000.0	0.2	8.64
粘土	100.0	0.33	0.0009

いうまでもない。ここに、3次元解析の有限要素タイプは変位、間隙水圧ともに20節点の2次アイソパラメトリック要素である。他方、2次元解析に際しては変位について2次の、間隙水圧について1次の四辺形複合要素を用いた。観測点については変位に関して図-2に●印(1'...15)で示した節点つまり地表面(DC線上)における砂杭の中心点及び砂杭間の中心点を、間隙水圧に関しては○印(1'...24')で示した節点を採用した。ただし、前報¹⁾では変位に関する観測点の地表面沈下量(鉛直変位)のみを $S_{i,j}^{3d}$ 及び $S_{i,j}^{2d}$ の具体的中身としたが、ここでは、より実態に即した検討をすべく、3次元的な分布を

b) 2 次元解析

Reaction time t (min)	Degree of substitution DS (m)
1	0.4
2	0.5
3	0.6
4	0.8
5	1.1
6	1.0
7	0.8
8	0.7
9	0.8
10	0.8
11	0.8
12	0.8

表-2 設計変数DSの収束経過

反覆段階	DS (m)	FS(DS) NODE	FS(DS) LINE
1	0.4000	48.45912	48.38327
2	0.5000	22.42639	22.37982
3	0.6618	4.61679	4.60649
4	0.9236	0.82727	0.85965
5	1.3472	7.26404	7.34670
6	1.0854	3.12392	3.17731
7	0.8236	0.47981	0.49749
8	0.7618	1.13503	1.14274
9	0.6618	0.45034	0.47382
10	0.6854	0.54110	0.56805
11	0.8472	0.43362	0.45491
12	0.8382	0.44602	0.45994

4. 結び：砂杭打設地盤の最適2次元モデル化手法を提案した。得られた最適解は一応矛盾のないものであるが、詳細は当日に譲る。

PORE PRESSURE (tf/m^2)

DISTANCE (m)

0.00 0.20 0.40 0.60 0.80

0.00
0.25 DAY
0.50 DAY
5.00 DAY
5.50 DAY
6.50 DAY

— 3次元解析
- - - 2次元解析

観測点
-----1'
-----2'
-----3'

図-6 観測点における間隙水圧の推移