

岡山大学農学部 正員 ○西村伸一 藤井弘章
同上 島田 清 柳田一広

1. はじめに 近年、有限要素法によって複雑な境界条件、载荷条件をもった多次元圧密問題が解かれるようになってきた。このような数値解析法は、弾性定数や透水係数などの土質定数が解析結果を大きく左右する。初期設計の場合には、これらのパラメータは不攪乱試料の土質試験結果から決定されるが、一般には、これを用いて精度のよい沈下の将来予測を行うことは困難である。したがって、通常は盛土等の構造物の施工にともない地盤の変形、間隙圧の観測が行われる。本研究の目的は、このように観測された地盤の変形挙動から将来の精度のよい沈下、変位予測を合理的に行う手法を示すことである。手法としては、有限要素法逆解析手法を用いているが、特に、用いる観測データの種類、期間を変えることによって生じる差異について重点的に考察を行った。

2. 数値解析手法

今回は、有限要素圧密解析手法として、Christianの定式化による方法を用いて弾性解析を行った。これから求めた時間 n の節点 i における変位 u_i^n と観測変位 U_i^n との差の二乗和 J を最小化することにより、2つの弾性定数(ヤング率、ポアソン比)、透水係数が決定される。

$$J = \sum_{i=1}^{N_d} \left\{ \sum_{k=1}^N (u_i^n - U_i^n)^2 \right\} \quad N: \text{タイムステップ数} \quad N_d: \text{測点数} \quad (1)$$

J を最小化するための最適化手法としてはGauss-Newton法を用いた。

3. 解析地盤及び有限要素モデル

今回は、岡山県笠岡湾干拓地において施工されたプレローディング盛土を解析の対象とした。この地区は、層厚12mの正規圧密沖積粘性土層からなる。解析対象盛土の平面図をFig.1に示す。盛土は、サンドマットの密度が 1.62 tf/m^3 、盛土部の密度は 1.96 tf/m^3 である。また、断面図は有限要素とともにFig.2に示されている。ここで、図中A~I, A-1~A-7は観測点を表わしている。測点A~Iは沈下板による地表面の沈下計測が、A-1~A-7は変位杭による側方変位の計測が行われている。ここでは、解析対象断面として2次元解析の場合は、A-7からDを結ぶ断面をFig.2に示すように平面歪解析の対象とした。また、測点Hでは、ほぼ一次元的な沈下が生じていると考えることができる。したがって、Fig.3に示す軸対称モデルを用いて一次元圧密の解析を行った。なお、この場合は弾性係数は体積圧縮係数だけなので、この場合はポアソン比を固定して考えた。盛土直下は、サンドドレーンによる地盤改良がなされているが、Fig.2においては太線で示した部分、Fig.3においては中央の影をつけた部分がサンドドレーンを表わしている。なお、平面歪解析の場合は、放射流れと一次元水平流れの圧密度50%の時間が等しくなるよう透水係数を換算した。

4. 解析結果及び考察

Fig.4は軸対称解析結果であるが、図中実線は盛土施工後から50日のデータを用いた場合(Case 1)、点線は100日のデータを用いた場合(Case 2)を表わしている。観測値としては点Hの沈下観測値のみを用いている。50日の場合は沈下量を過小評価するが、100日用いた場合は非常によい一致を見せている。

Fig.5~Fig.7は平面歪解析の結果であり、それぞれ測点B,C,Dに対応している。この場合は、観測点としてB,C,Dの沈下観測値のみを用い、観測期間として盛土施工後から100日間の観測値を用いる場合(Case 3)盛土施工後50日~100日のデータを用いる場合(Case 4)、盛土施工後100日の観測データを用い、観測値として沈下板と変位杭の両方を用いる場合(Case 5)を表わしている。この結果、測点Bについてはいずれの場合も予測精度が良くないが、測点C,Dについては、Case 2が最もよい予測値を与え、Case 1は沈下量を過大評価し、Case 3は過小評価することが分かった。Fig.8は、Case 5の場合のA-1測点における側方変位である。(+)は盛土側) これから、弾性理論の逆解析では側方変位を全く予測することができない弧とが分

かる。

なお、Table 1には、各解析Caseで同定されたパラメータが示されている。ここで、Eはヤング率、 ν はポアソン比、kは透水係数を表わしている。

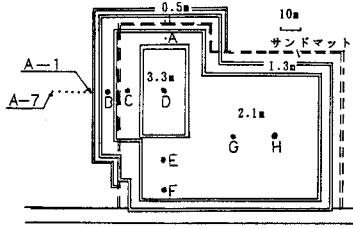


Fig.1 盛土の平面図

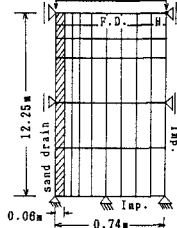


Fig.3 軸対称解析有限要素分割

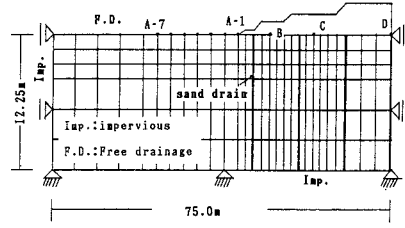


Fig.2 平面歪解析有限要素分割と盛土断面

Table 1 パラメータの同定結果

parameter	E (tf/m ²)	ν	k (m/day)
Case 1	19.4	0.385*	0.000116
Case 2	17.1	0.385*	0.000105
Case 3	22.1	0.18	0.00108**
Case 4	19.5	0.33	0.00113**
Case 5	33.0	0.27	0.00200**

* 固定値

** サンドドレインの効果を含んだ値

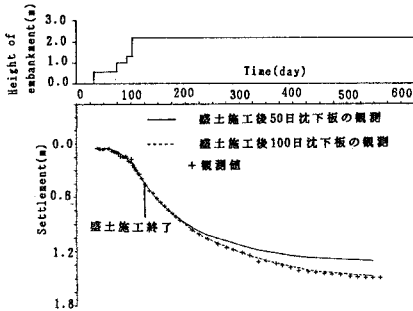


Fig.4 逆解析による沈下予測 (測点H)

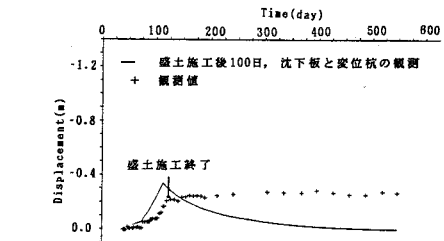


Fig.8 逆解析による側方変位予測 (測点A-1)

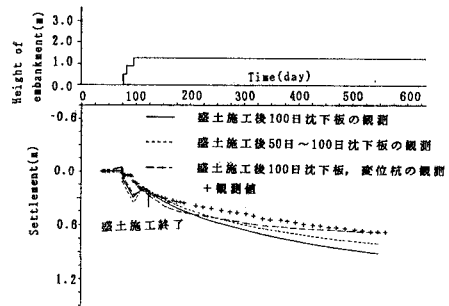


Fig.5 逆解析による沈下予測 (測点B)

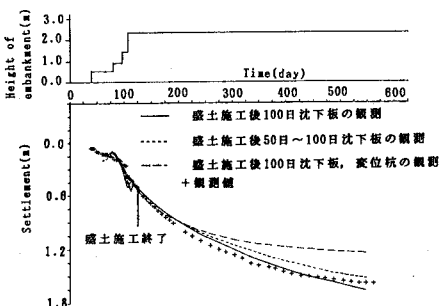


Fig.6 逆解析による沈下予測 (測点C)

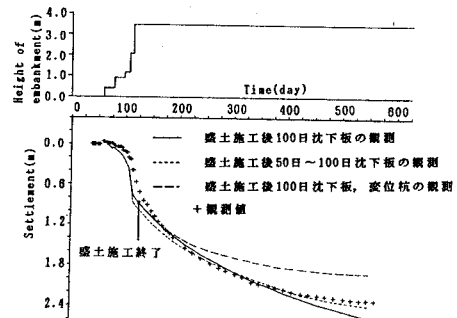


Fig.7 逆解析による沈下予測 (測点D)