

III-185

自重圧密問題の逆解析

(株) 阪神コンサルタンツ 正 酒井 信介
 徳島大学工学部 正 山上 拓男
 (株) 阪神コンサルタンツ 正 植田 康宏

1. はじめに

自重圧密問題を解くためには、予め間隙比(e)と有効応力(σ')及び間隙比(e)と透水係数(k)の関係が明らかにされていなければならない。ところが、これらを定めることは、かなり複雑な実験を必要とするためそれほど容易なことではない。

そこで本研究は、室内の小規模な自重圧密実験、特に漸増盛土過程を考慮した場合の結果を逆解析し、上記 e-σ' ; e-k 関係を指数関数で表し得ると仮定した上で、それらのパラメータを同定する方法を提案し、この種の問題解決の簡易化を試みた。

2. 逆解析方法

自重圧密問題の逆解析方法を概略的に表すと図-1 のようになる。すなわち、式(1), (2)に示す e-σ' ; e-k 関係におけるパラメータ A, B, C, D の4つを独立変数とし、非線形計画法に基づき式(3)で表される目的関数Uの最小化を行う。

$$e = A \cdot \sigma'^B \quad (1) \quad e = C \cdot k^D \quad (2)$$

$$U = \sum_{i=1}^n (Sob, i - Scal, i)^2 \quad ; i=1 \sim n \quad (3)$$

ここに、e : 間隙比、σ' : 有効応力、k : 透水係数、Sob, i : 時刻 i における計測層厚、Scal, i : 自重圧密解析の結果得られる時刻 i における計算層厚、n : 計測層厚のデータ数。

非線形計画法には、Nelder・Meadのシンプレックス法¹⁾を用いた。また、自重圧密方程式としては、Gibsonらのそれ²⁾を採用し、これをDouglas・Jonesの予測子・修正子法で差分展開し³⁾、解析に供した。

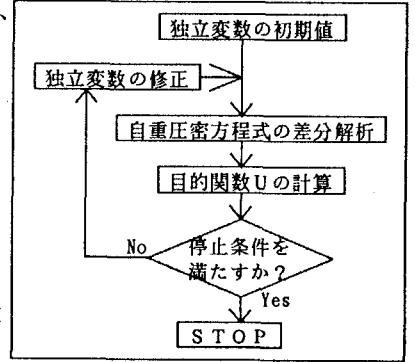


図-1 非線形計画法による逆解析方法

3. 適用例

ここでは、単純な自重圧密問題を想定し以下の手順で本手法の適用性を検討した。

- 手順1 : まず、適当な物性値を用いて通常の自重圧密問題の差分解析(順解析)を行い、層厚変化の分布を求める。
- 手順2 : この分布において、任意の時刻における層厚を計測層厚と考え、パラメータ A, B, C, D を未知の独立変数とし逆解析を行う。
- 手順3 : 逆解析により得られたパラメータ A, B, C, D と手順1の順解析時に用いたそれとを比較し、本手法の妥当性を検討する。

想定した問題は、漸増盛土の自重圧密解析である。初期盛土厚さを1mとし、その後100日間隔で1mずつ、400日まで瞬時盛土を繰り返す条件下の圧密解析を対象とした。ただし排水条件は上下両面排水とし、盛土の初期間隙比を e₀=30.0の超軟弱状態に設定した。盛土材料の物性は均質とし、順解析で用いた式(1), (2)中のパラメータの値はF. Somogyiの文献⁴⁾から引用した。それらを表-1に示す。また逆解析は、独立変数の初期値を、表-1で与えられる真値の近傍に設定した場合(ケース1)と、真値の少し遠方に設定した場合(ケース2)の2通りに付いて行った。

解析結果を以下に述べる。図-2に、順解析で得られた層厚分布を計測層厚として示した。またこの図は、

表-1 物性値

パラメータ				初期間隙比 e ₀	土の比重 G _s
A	B	C	D		
4.74	-0.35	50.4	0.28	30.0	2.70

逆解析で得られたパラメータの基に計算された層厚変化も示している。表-2に、パラメータA, B, C, Dの初期値と逆解析結果をまとめた。そして、これらのパラメータに基づく $e-\sigma'$; $e-k$ 関係を図-3, 4に示した。なお、図中には表-1のパラメータによる $e-\sigma'$; $e-k$ 分布も併記した。

上記の結果より、まずケース1では、図-3に示す通りパラメータA, B, C, Dが精度よく同定されている。ところがケース2においては、図-4に見られるように真値とはかなり異なる値に収束している。またこのとき逆解析によるパラメータで得られた層厚は、図-2中の点線で示されるように、圧密の後半において正解値とは大きく異なる推移を見せている。このようにパラメータの違いが層厚変化の違いとなって現れることは、実際問題を解く上で非常に都合のよい現象である。すなわちこれは、逆解析で求めたパラメータによる層厚変化が、計測値に近づくようパラメータの初期値を修正しつつ逆解析を繰り返すことで、精度の高い解が得られることを示唆するものである。

4. まとめ

自重圧密問題の解析に必要な $e-\sigma'$; $e-k$ 関係を式(1), (2)に示す指数関数で表し、これらの式を構成する4つのパラメータをシンプレックス法を用いた逆解析により同定する方策を検討した。その結果、初期値を適切に選べば4つのパラメータを精度よく同定出来ることが判明した。これより、本手法によれば小規模な自重圧密実験のみで $e-\sigma'$; $e-k$ 関係を求め得る可能性が開かれた。

《参考文献》

- 1) Kowalik, J. & M. R. Osborne: 非線形最適化問題(山本・小山共訳), 培風館, 1970.
- 2) Gibson, R. E., G. L. England and M. J. L. Hussey: Geotechnique, Vol. 21, No. 4, pp. 81~84, 1967.
- 3) 山上・酒井: 平成2年度土木学会中国四国支部研究発表会, pp. 306~307, 1990.
- 4) Somogyi, F.: Canadian Society for Civil Engineering 1980 Annual Conference, Winnipeg, 1980.

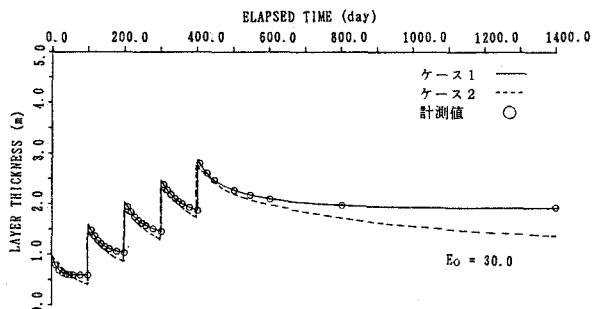


図-2 層厚の経時変化

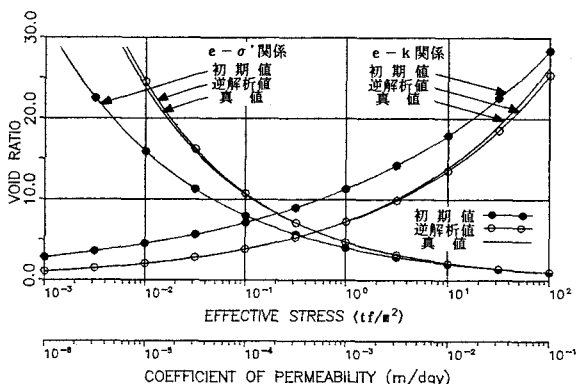


図-3 $e-\sigma'$; $e-k$ 関係の分布(ケース1)

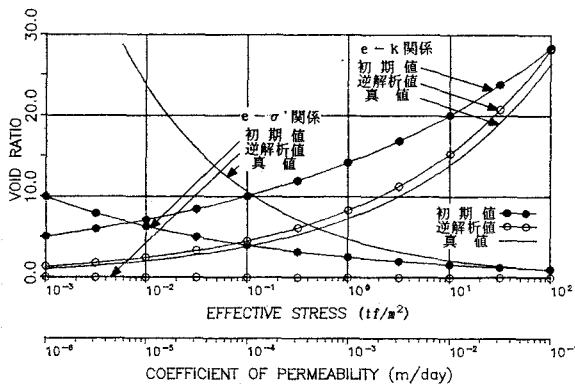


図-4 $e-\sigma'$; $e-k$ 関係の分布(ケース2)

表-2 逆解析結果

パラメータ		A	B	C	D
ケース1	初期値	4.000	-0.300	45.00	0.200
	逆解析値	4.707	-0.358	47.60	0.273
ケース2	初期値	2.500	-0.200	40.00	0.150
	逆解析値	0.003	-0.209	51.94	0.265