

二層地盤の圧密特性に関する実験的研究

佐賀大学 理工学部 学生員 梶川 宗介
同 低平地研究センター 正会員 柴 錦春
同 理工学部 正会員 三浦 哲彦

1 はじめに

自然地盤は成層状態であるため、二層地盤と仮定して圧密計算を行う場合が少なくない。この問題を解くための方法として、Gray (1945) の二層地盤の圧密理論や数値解析法があるが、実務上においてより簡便な方法があれば有用である。本報告では2つの近似法について、室内圧密試験および数値解析の結果を行い、それらの適用性を検討する。

2 近似法

(1) 近似法 A 二層で構成されている地盤について、全層を層1および全層を層2のパラメータで圧密計算を行う(図-1(a)(b))。次に、その結果をもとの地層位置に合わせて合成したものを二層地盤の圧密結果とする。

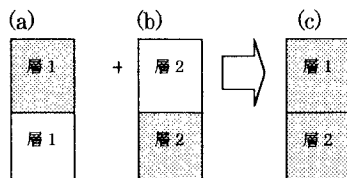


図-1 近似法 A

(2) 近似法 B 平均パラメータ法(黄文熙)を用い各層の体積変形係数 (M_v) と透水係数 (k) 及び層厚 (h) から平均体積変形係数 ($\bar{M}_v$) (式(1)) と平均透水係数 ($\bar{k}$) (式(2)) を求め、 $\bar{M}_v$ と $\bar{k}$ を用いて二層地盤の圧密を計算する。

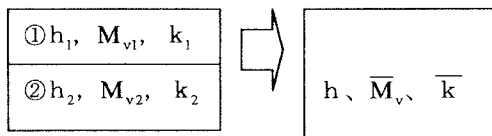


図-2 近似法 B

$$\bar{M}_v = \frac{\sum M_{vi} h_i}{\sum h_i} \quad (1) \quad \bar{k} = \frac{\sum h_i}{\sum h_i / k_i} \quad (2)$$

(1) M_{vi} は各体積変形係数、 h_i は各層厚、 k_i は各透水係数。

3 試験装置および試験方法

装置は層別型圧密試験装置であり、各層の連結、排水条件の制御、各層ごとの間隙水圧の計測が可能である。40kPa の荷重で再圧密した有明粘土と、有明粘土に0.8mm ふるいを通した砂を乾燥重量の40%加え、40kPa の荷重で圧密した混合試料を用いた。試料の飽和度を高めるために200kPa のバックプレッシャーを加えた。個々の試料で圧密試験を行い、試料の特性値を得た。この時、間隙水圧を測定するために、片面排水の状態で行った。次に粘土試料と混合試料を連結し二層地盤と見なした供試体について図-3に示す3つのパターンでの圧密試験を行った。

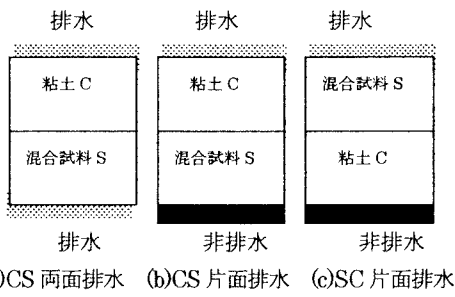


図-3 二層地盤モデル

4 有限要素法解析

試験は試料の不均一等の理由で誤差は不可避免であるが、解析結果は試験的な誤差がないので、近似法の評価には有限要素法 (FEM) の結果を利用した。試験で得られた試料の物理特性と力学特性は表-1に示す。間隙比は圧密応力80kPaに対応するものである。またポアソン比は0.3と仮定した。混合試料と有明粘土(再圧密試料)の圧縮係数 C_c の比は $0.48/0.8=0.6$ 、透水係数の比は約5である。従って混合試料の圧密係数は有明粘土の約8倍である。解析にあたって、土の応力-ひずみ関係は修正カムクレモデルを適

用した。また透水係数(k)と間隙比(e)の関係は Taylor の式 (3) を用いて求めた。

$$k = k_0 10^{(e - e_0) C_k} \dots (3)$$

ここで、 k_0 は初期透水係数、 e_0 は初期間隙比、 C_k は、常数(0.5 e_0)である。載荷段階は 80kPa から 160kPa である

5 結果と考察

(1) CS 両面排水 (図-3(a))。この場合の沈下量-時間関係は図-4 に示している。実測沈下は、FEM 解析結果や近似法に比べて全体的に小さかった。二層地盤の FEM 解析結果と比べて、近似法は圧密速度は遅いが沈下量の差は最終沈下量のおよそ 10% である。

(2) CS 片面排水 (図-3(b))。このケースについて二層地盤の FEM 解析結果は実測値とよく一致している (図-5)。この場合、圧密係数の小さい粘土層が排水面にあるので混合試料中の圧密も進行しにくい。近似法、特に近似法 A は二層地盤の圧密速度を過大評価している。近似法 A の場合、沈下量の最大差が、最終沈下量の約 25% でこのケースに適用できないと考える。

(3) SC 片面排水 (図-3(c))。このケースについて、実測値は FEM 解析結果より小さかった (図-6)。圧密係数が高い混合試料が排水面にあるため、二つの近似法の圧密速度が遅くなっている。最大沈下量差は最終沈下量の約 15% である。近似法 B の場合では、体積変形係数も平均値を用いるので、結果的に圧縮性が大きい粘土層の沈下量を少なく、圧縮性の小さい混合試料の沈下量を多く計算している。

6 結論

二層地盤の圧密を計算する 2 つの近似法の精度を検討し、二層地盤の圧密係数の比は約 8 倍の条件で以下の結論を得た。

- (1) 両面排水の場合、2 つの近似法が適用できる。
- (2) 片面排水の場合、圧密係数が小さい層が排水面側にある場合、近似法 A は適用できず、近似法 B のみ適用可能である。圧密係数が高い層が排水面にある時、2 つの近似法の適用が可能である。

参考文献

- 1) Gray, H. (1945). Simultaneous consolidation of contiguous layers of unlike compressible soils. Trans. ASCE, Vol. 110. 2) 黄文熙編 (1983) 土の工程性質、中国水利電力出版社 3) Rascoe, K. H. and Burland, J. B. (1968). On the generalized stress-strain behavior of 'wet' clay. Engineering Plasticity. J. Heyman and F. A. Leckie, eds., Cambridge University Press, Cambridge, U. K. pp. 535-609. 4) Taylor, D. W. (1948). Fundamentals of soil mechanics. Wiley, New York.

表-1 予測に用いたパラメータ(圧密応力 80kPa)

	e_0	C_c	$k(m/s) \cdot 10^{-10}$	ポアソン比
粘土	2.58	0.80	2.67	0.3
混合試料	1.62	0.48	13.8	0.3
平均値	2.10	0.64	4.47	0.3

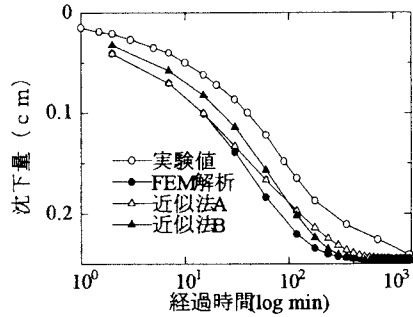


図-4 CS両面排水における沈下量-時間曲線

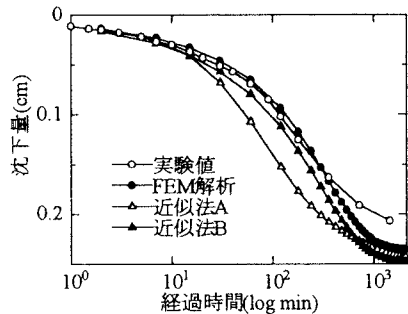


図-5 CS片面排水における沈下量-時間曲線

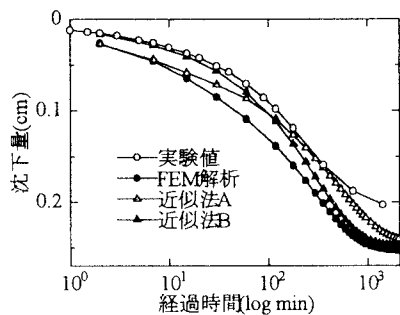


図-6 SC片面排水における沈下量-時間曲線