

大阪市立大学工学部 正員 三笠 正人

一次元圧密の計算でしばしば出会う問題でありながら、日常十分な考慮が払われていない2つの問題、不均等地盤の圧密と過圧密粘土の圧密をとりあげ、常識的、具体的な立場で論じてみたい。

1. 不均等地盤の圧密 図-1は大阪市港区の代表的な地盤状況である。この沖積および洪積粘土層は、じつらかという不均一な粘土層と見なせる方であるが、それでも計算に用いる層厚や代表的な圧密諸係数の選定はなかなか難しい。沖積粘土については、普通は10~25mの範囲の圧密諸係数の平均値を用い、9~26mくらいの圧密層と見て計算することにならうが、その外側も完全な透水層とは考えられず、上の選定が適当かどうか分らない。洪積粘土層は層厚は12mと明確に決められるが、圧密特性の代表値として機械的な平均値を用いてよい疑問が残る。

一般の粘土層は上の例よりも更に不均一なところばかりであり、これを一様な粘土層と見なす場合の層厚と圧密諸係数の選定は計算者の engineering judgement にまかされているので、結果的に間違った選択をする危険も多いと思われる。

このように圧密特性が任意の分布を示す場合の方程式は *Schiffmann & Gibson* (*Terzaghi* 理論の拡張)と筆者(筆者の理論の拡張)のものがあるが、実用的に必ずしも使い易いものではないので、次善の策として粘土層を適当に区切って多層地盤と見なし、層の境界における応力と透水量の連続性を考慮して計算する方法が浮かび上ってくる。

筆者の圧密方程式を用いた多層地盤の計算法については別に高田²⁾が報告するが、その計算例としては圧縮性(C_c)が同一で長が異なる場合だけを扱っているので、ここでは圧縮性が異なる場合も含めて標準的な例題の計算結果と慣行の層厚換算法の結果と対比して示し、多層地盤の圧密の内容が単に“ C_c の異なる方向の変化”として割切れるものではないことを示したい。

粘土層は下面不透水、上面透水で、圧密特性の異なる上下各5mの2層地盤とする。一方を基準値 m_{v0} , k_0 , C_{v0} にとり他方の C_v が C_{v0} の2倍、4倍、8倍と大きい場合を扱うが、具体的には次の4つのケースをとりあげる。

Case 1. 下層が基準値、上層が長のみ2, 4, 8倍と増える。

Case 2. 下層が基準値、上層が m_v の1/2, 1/4, 1/8と減る。

Case 3. Case 1を上下逆にする。

Case 4. Case 2を上下逆にする。

別報²⁾の例題では正確な結果を得るために層厚変化も考慮し、さらに実験との照合では圧密中の C_v の変化子でも考慮したが、

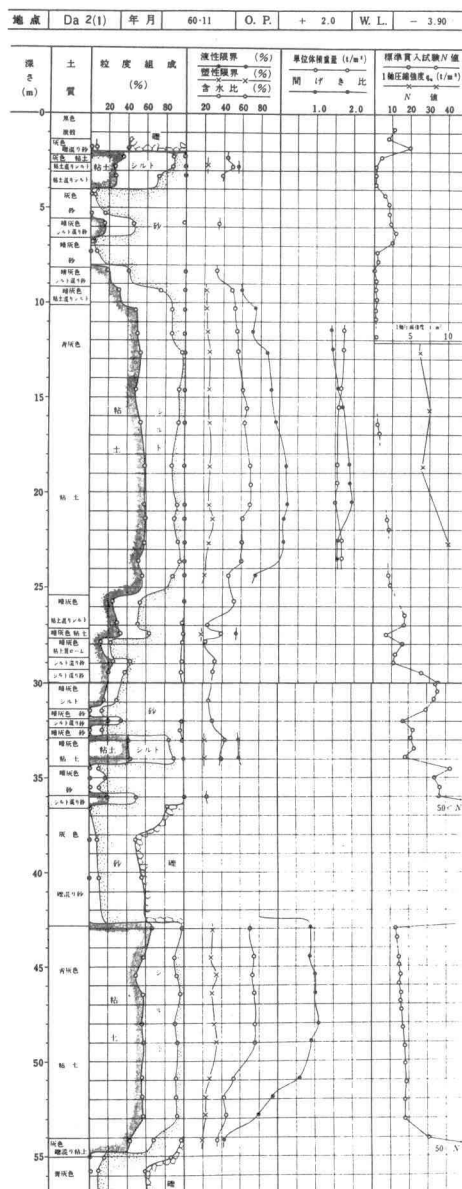


図-1 大阪市港区土質詳細図例
(大阪地盤図利)

ここでは標準計算の意味で最も簡単な熱伝導型の

$$\partial e / \partial t = C_v (\partial^2 e / \partial z^2)$$

の式による計算結果を図-2 (Case 1, 2), 図-3 (Case 3, 4) に示す。換算層厚法との比較の便宜上 $C_{v0} = 0.005 \text{ day}$ として実日数と圧密度の関係で示した。 $\sqrt{C_v}$ に反比例して層厚を変化させる換算層厚法¹⁾は、当然4つのCaseとも同一の結果を与え、破線のように行すが、正しい計算とは4つは全く異なる結果となるのである。一口に“ C_v が大きい”といっても、 k が大きい場合と m_v が小さい場合とでその影響がむしろ正反対になるケース (Case 1 と 2) すらあるという事実が重要である。図-1の粘土層の上下端の遷移部は当然 C_v が大きくなっていくわけであるが、その内容が k の増加よりも (k が減っても k はあまり増加しない) むしろ m_v の減少によるものであるとすれば、換算層厚法でその部分の層厚を縮めたり、engineering judgement で適当に切捨たりすることには問題があると言われなければならない。

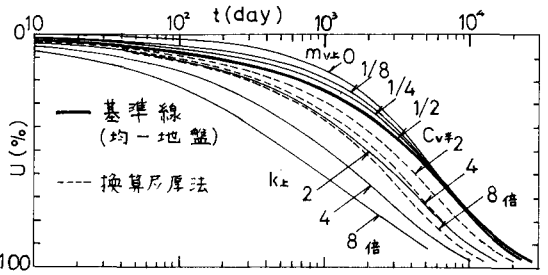


図-2 上層の C_v が大きい2層地盤の時間-圧密度関係 (Case 1, Case 2)

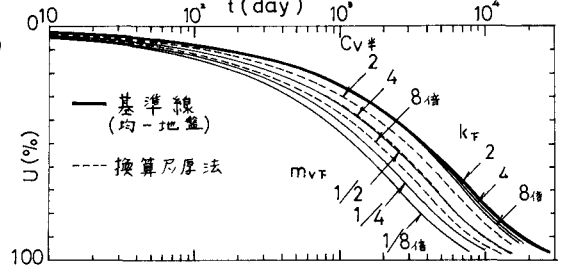


図-3 下層の C_v が大きい2層地盤の時間-圧密度関係 (Case 3, Case 4)

2. 過圧密粘土の圧密 過圧密粘土 ($P_c < P_g$) の圧密降伏応力 P_g 以上の荷重を受けるときの時間的経過については、先に不均質地盤の方程式を用いた計算例を示した³⁾が、これはかなり面倒で実用計算にはほど遠い。また最近もっと簡単に、圧密中の C_v の変化を考慮した均一粘土層の圧密方程式

$$\partial^2 e / \partial z^2 = \frac{1}{C_v} \left\{ C_v \left(\frac{\partial^2 e}{\partial z^2} \right) + d C_v / d s \left(\frac{\partial e}{\partial z} \right)^2 \right\}$$

を用い、過圧密域の $\log P$, $\log C_v$ に適当な曲線をおいて求める方法で計算し、納得できる結果を得たが、やはり実用計算としては面倒であり、ここでは説明は省く。普通の計算は、図-4(b)のように $\log p$ の関数として $\log C_v$ をプロットして

おき、初期応力 P_c から最終応力 P_f までの C_v の平均値 (相加または相乗平均) を用いて熱伝導型の圧密計算を行おうとすることが多いようである。ところがその際 P_g を境として C_v 値が1桁ほど急変するのでこの方法には大いに問題がある。もし過圧密域の圧密量の無視というほど小さければ、荷重 ($P_g - P_c$) による沈下は瞬時に生じ (事実上沈下せず、しかも C_v 極めて大)、したがって全体の沈下は、はじめから P_g の応力を受けれた粘土が荷重 ($P_f - P_g$) によって正規圧密する場合と同じになる。すなわちこのときは過圧密域の大きな C_v 値は全く考慮に入れるべきではないのである。

上の思考実験から、実用計算として次の方法を提唱したい。すなわち C_v を図-4(c)のように $\log C_v$ (または e) に対して $\log C_v$ でプロットしておき、この図から $\log C_v$ に対する C_v の平均値 (相乗平均; 図上で考える範囲の面積が等しくなるよう直線と引く) を読みとって用いる方法である。こうすると過圧密域、正規圧密域の沈下量に比例した重みをそれぞれの C_v 値にかけることになり、合理的である。詳細な検討は次の機会にゆくりたい。

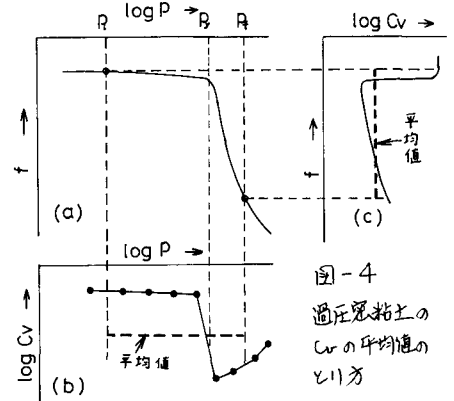


図-4 過圧密粘土の C_v の平均値のとり方

圧密の数値計算には高田、守本の両君の手を煩わした。ここに謝意を表したい。

文献) 1) 土質工学ハンドブック 第6章, 2) 高田ほか; 層状粘土地盤の圧密過程について 第34回土木学会, 1979
 3) 三笠ほか; 過圧密から正規圧密に至る圧密の段階例 第9回土壌学会, 1974 4) 守本秀夫; 修士論文, 1979