

III-25 圧密試験における スケール・エフェクトについて

広島大学 工学部 正員 網干 寿夫
広島県庁 正員 〇二井岡 均

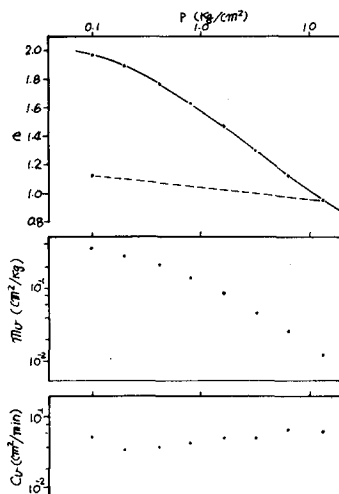
1. まえがき

Terzaghi 圧密理論はこね返した粘土の圧密実験の沈下データに非常によく一致するわけであるが、実際には圧密の終期において圧密沈下曲線は理論曲線から顕著にはなれていることはすでに早くから見いだされていた。これは、粘土中の過剰間隙水圧の消散後も沈下が一定値に収束しないで、その後クリープ的な沈下を続ける現象で、二次圧密 (Secondary Consolidation) と呼ばれている。また、同理論による現場の沈下解析への適用には長期間の観測が必要であり、なかなか問題点が浮かび上がらなかった。しかし一般的に、全沈下量については比較的良好だが、沈下速度については問題が残っていることが指摘されている。

二次圧密は一定有効応力のもとで進行する粘土骨格のクリープと考えられ、その特性は、粘土鉱物や含水比、応力の大きさ、載荷時間、事前圧密と長時間載荷、荷重増加率、層厚、温度、こねかえし、側方流動、その他試験方法などの違いによ、ても大きく影響を受ける。そのうえ、側面拘束の一次元圧密試験では側面摩擦の影響因子が入、て来るわけであるが、フリクションレスの一次元圧密試験が容易でないことを考慮して本実験のような直径対高さ D/H の値の等しい供試体について、層厚の相違による圧密過程への影響を長時間の実験によ、て研究し、一次元圧密におけるスケール・エフェクトの問題を解明せんとするものである。

2. 実験試料について

資料の均一性の確保のためと、実験規模を大型化するには自然試料は用いられないので、攪乱試料を用いて均一



かつ、ある程度粘土粒子の骨組抵抗が出るよう、長期にわたってかなり大がかりな試料準備が行われた。そのために、広島大学工学部構内の砂地盤を中15M長さ15M深さ1.5M掘削し、その中に、広島港埋立の際のポンプ浚渫した軟弱粘土をフルイを通して、小石、粗粒土、異物等を除却した後に流し込み、6~7年間砂荷重約0.3M程度をかけたままおいたものである。試料は比較的均一であることは Check Boring によ、て確かめられているが、その特性は表-1、図-1、に示す。

粘土分	シルト分	砂分	三角圧縮試験の種類	L. L.	P. L.	P. I.
27 %	68 %	5 %	シルト質粘土ローム	100.2	58.2	42.0

比重	平均含水比	一軸圧縮強度
2.67	80 %	1.5 t/m ²

図-1.

表-1. 試料の特性.

3. 実験方法について

現在、標準圧密試験として使用されているものと同寸法比のものを用いた。両面排水で、リング高さ $H = 2\text{ cm}$ 、径 $D = 6\text{ cm}$ (標準)、 $H = 48\text{ cm} \times 14.4\text{ cm}$ (小型・寸法比 $n = 2.4$)、 $H = 20\text{ cm} \times D = 60\text{ cm}$ (中型・ $n = 10$)、 $H = 40\text{ cm} \times D = 120\text{ cm}$ (大型・ $n = 20$)、 $H = 100\text{ cm} \times D = 300\text{ cm}$ (現場大型・ $n = 50$) のものを使用した。内面は、いずれも上仕上げであり、中型までは実験室内に持ち込んで実験したが、大型、現場大型については、その規模が大きいため、当実験室構の粘土圧密現場でリングを押し込み整形し圧密実験を行っている。

加圧の方法は、レバー・載荷・ヨーク併用型（標準・小型）、水圧載荷・メンブラン使用（中型・大型）、コンクリート荷重載荷（現場大型）の3種類であるが、いずれも 0.2 kg/cm^2 の100% 圧密による予圧密の後 $0.8 - 0.2 \text{ kg/cm}^2$ の荷重によつて本実験を行なつた。ここで特に $\sigma'_p = 3$ を選んだのは、一次圧密部分が側面摩擦の影響をあまり受けないためと、一次圧密部分が明瞭に現われるようにという意味である。

4. 実験結果

Isotache 現象については、三笠、Šuklje、Barden 等の研究があるが、いずれも実験的検証がなされてはいない。三笠は、一次圧密終了時までの圧縮性 M_v が粘土についての定数でなく時間の関数であると考え、 $t_{50} \propto H^2$ の相似率は成立しない。Šuklje は、粘土骨格を Maxwell 体的なものと考え、一次圧密の Hydraulic Time Lag の後には、Flow して、粘土固有の $e = e(p, t)$ 曲線に収束するとし、図解法を説いている。Barden は、粘土骨格を Kelvin 体的に考え、最終沈下は一定値となるが、排水距離 H の効果によりその過程が異なると考えている。

本実験結果は図-2に示した。これより、 $M_v (= M_v 100\%)$ は、層厚に無関係か、又は層厚大なるにつれ少しづつ大きくなる傾向が見うけられるが、Isotacheを示すには至っていない、また、一次圧密速度に関しては t_{50} で比較すれば、 H^2 則は成立しないで、かつ C_v の値は大きな層厚ほど確実に大きな値をとっていることがわかる。いま、 $k = \text{const.}$ と考えれば、体積圧縮係数 M_v が大きくなれば、 C_v は逆に小さな値を取るはずであるが、実際には M_v も C_v も層厚大なるにつれて大きくなるわけで、現場の沈下予測には充分注意する必要がある。ところで二次圧密速度 $de/d\log t$ はいずれの実験でも、長時間後一定値に収束する傾向があり、層厚とは無関係であると考えられる。

Isotache の問題には、さりと結論を出せないが、実験が長期にわたり多くのデータを得ることが出来ないこと、予圧密の載荷時間の絶対値が異なること、温度制御が出来ない状態で実験を行つた事など、種々の問題があったにもかかわらず、ある程度の傾向がわかつたようである。

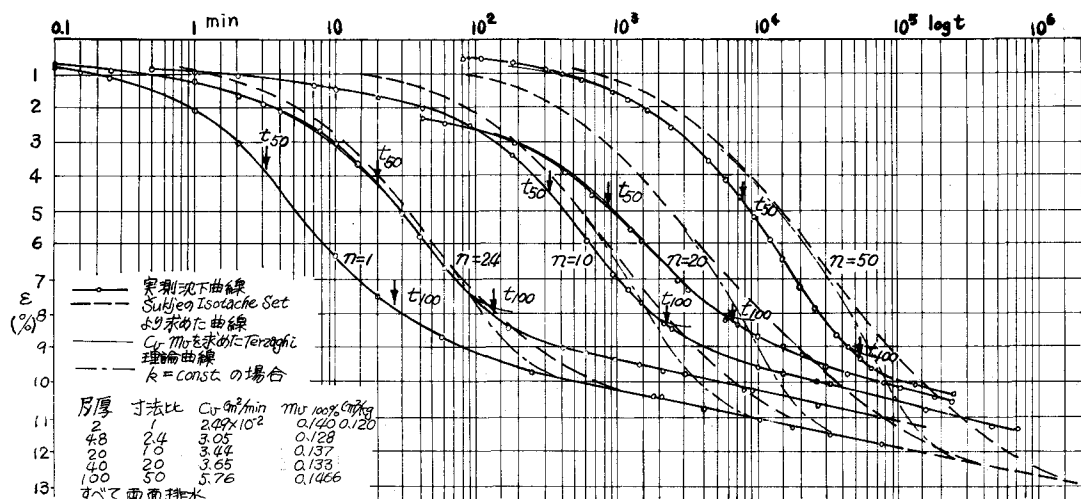


図-2. 実測沈下曲線と Šuklje による曲線 ($\varepsilon \sim \log t$)

参考文献

- Barden : Primary and Secondary Consolidation of Clay and Peat (Géotech, 1968).
 Šuklje : Rheological Aspects of Soil Mechanics, 1969.
 Monden : Characteristics of Side Friction in the Onedimensional Consolidation (Soil and Foundation, 1969).