

山梨大・工 (正) 村上 幸利

1. はじめに

約、1cm, 6cmおよび10cmの最大排水長を有する粘土供試体を用いて、一軸圧密試験を行った結果、荷重増分比および前荷重段階での載荷時間と関連して、最大排水長と圧密進行速度の間にある関係が存在することが見い出された。すなわち、圧密進行の遅れがTerzaghi理論から予測されるように最大排水長の二乗にほぼ比例するケースは、ある限られた荷重増分比と載荷時間の条件のもとに生じること、一般には最大排水長が増大するに従い、Terzaghi理論で予測される圧密進行の遅れよりも実際の遅れが小さくなることが確認された⁽¹⁾。これらの実験的事実を、一次圧密段階において発生する二次圧密成分を考慮することで説明付けができるようである。このことを排水長が異なる粘土要素の圧密中における状態経路と関連づけながら論じる。

2. 実験方法および実験結果

一軸圧密試験装置として、セル高さがそれぞれ1cm, 6cm, 10cmの特別に作製したものを用いた。なお、耕排水底面には圧力変換器を取り付け、土圧と間隙水圧を測定しようとした。川崎沖海底より採取した沖積粘土から不純物を取り除き調整したもの(表-1)を試料として用い、これを液性限界の約2倍の含水比のもとでよく練り返し、圧密試験装置セル内で $p=0.4\text{kgf/cm}^2$ まで圧力をかけ、圧密させたものを供試体とした。なお、この時供試体が二次圧密の影響をなるべく受けないようにするために、各荷重段階での荷重増分比を1とし、その載荷時間は供試体内の過剰水圧が実質的に消散してしまう時間に一致させるようにして圧密させていく方法をとった。このようにして作製された供試体内部に、所定の二次圧密を生じさせるために、 $p=0.4\text{kgf/cm}^2$ の圧力を作用させた状態で、さらに供試体を一定時間放置し、その後、圧密本試験に入っていくようにした。本試験では、荷重増分比と前荷重段階での載荷時間を考慮に入れながら排水長と圧密進行速度の関係を把握し、その原因となる要素をとらえることが目的であるので、荷重増分比と載荷時間の設定値の組合せにより5つのケースを考えることにした(表-2)。圧密本試験から得られた結果のうち、過剰水圧の消散完了時刻までの間隙比変化量 Δe を表-3に、また、各ケースにおける代表的な圧密量-時間曲線を図-1に示す。これらの結果を整理すると次のようである。間隙比変化については、

- (1) 荷重増分比および前荷重段階での載荷時間と過剰水圧の消散完了までの時間の比が同じであれば、最大排水長が大きい供試体ほど、圧密中の間隙比変化量は大きい。しかし、この傾向は、荷重増分比が小さくなるほど、また、載荷時間が長くなるほど弱くなる。

圧密進行の速さについては、

- (2) 荷重増分比が大きく、前荷重段階での載荷時間が過剰水圧消散完了時間にほぼ等しい時、最大排水長の増加とともにTerzaghi理論で予測されるものより、圧密の進み具合は早くなる。

(細干氏の実験結果と一致)

条件 \ ケース	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
荷重増分比	0.5	0.5	0.25	0.25	0.25
載荷時間/過剰水圧消散時間	1.05	1.7	1.05	9.5	7

表-2 5つのケース

土粒子比重	液性限界	塑性限界	活性度
2.70	94.5(%)	44.6(%)	3.1

表-1 土質定数

最大排水長	約1cm	約6cm	約10cm
ケース 1	0.082	—	0.099
ケース 2	0.074	—	0.083
ケース 3	0.037	0.041	0.048
ケース 4	0.019	—	0.022
ケース 5	0.016	0.016	—

表-3 間隙比変化量

(注) 疑似先行圧密圧力の発生を層厚に関係なく近似的に一定とするために、この比でもって載荷時間を規定した。⁽²⁾

- (3) 荷重増分比が小さいほど、また載荷時間と過剰水圧消散完了までの時間の比が大きいほど、最大排水長の増大に伴う圧密進行の遅れは、Terzaghi理論から予測されるように最大排水長の二乗に比例するものに近くなる。しかし、圧密量-時間曲線の線形はもはやTerzaghi理論からのものと大きく異なる。

3. 考察

最大排水長と間隙比変化量ならびに最大排水長と圧密進行速度の間の関係およびそれに働く要因を考察していくために、一次圧密発生段階（粘土内部に過剰水圧が存在する圧密段階）における二次圧密成分の存在を考える。ここで、一次圧密成分と二次圧密成分はそれぞれ間隙比-有効応力の関係に一義性をもつ成分ともたない成分と定義する。さて、粘土中で一次圧密成分が進行し完了するまでの時間は、排水長の大小によって異なってくるので、これと同時に生じる二次圧密量にも違いが出てくる。このために、排水長が異なる粘土要素の状態経路は同一とならず、一次圧密終了時間も違うので、それを描くと図-2のようになる。この図より、実験結果から得られた一次圧密段階における間隙比変化量の最大排水長増大による変化は当然のこととして説明できる。また、この一次圧密段階における二次圧密の存在を是認するならば、最大排水長が大きい粘土ほど相対的に二次圧密の発生量は大きくなる。これを間隙比（あるいはひずみ量）-時間曲線で表した時には、網干氏による、あるいは本実験で得られたような圧密進行の遅れについての特性も説明できることになる。反面、荷重増分比が小さく、前載荷時間がながいために一次圧密発生領域が小さく、よこでの二次圧密の発生に排水長の影響がでにくいケースにおいて、間隙比変化と圧密進行遅れに関してそのような傾向がでてこない実験結果もうなづける。（注、このケースでも二次圧密は発生しているので、Terzaghi理論から示されるような圧密進行の遅れが最大排水長の二乗に比例するという法則は基本的に成立していない。）さらに、ケース3, 4, 5を比較すると、先行圧密効果の増大のために間隙比-有効応力曲線中一次圧密が発生する部分が縮小するにつれ層厚の違いによっても二次圧密量の差がでなくなる実験事実から、疑似先行圧密圧力までの有効応力下では二次圧密の発生を考えないほうが妥当であると思われる。これは、圧密初期段階から発生するとしているMesri⁽³⁾の仮定と異なるものである。

4. 参考文献

- (1) 網干; Experimental Investigation on the Similarity in the Theory of Consolidation of a Soft Clay, Proc. 8th ICSMFE
- (2) 村上; Excess Pore-water Pressure and Preconsolidation Effect Developed in Normally Consolidated Clays of Some Age, S&F vol.19
- (3) Mesri & Rokhsar; Theory of Consolidation for Clays, Jour. ASCE vol.100 No. GT8.

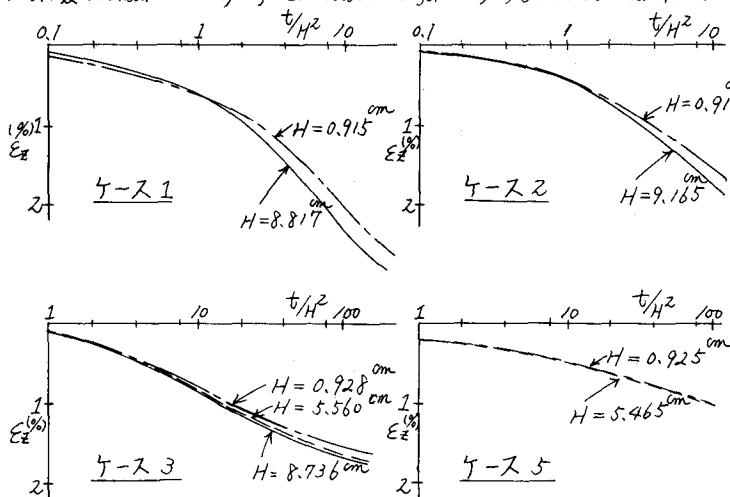


図-1 圧密量-時間曲線 (t : 時間, H : 最大排水長, ε_v : ひずみ)

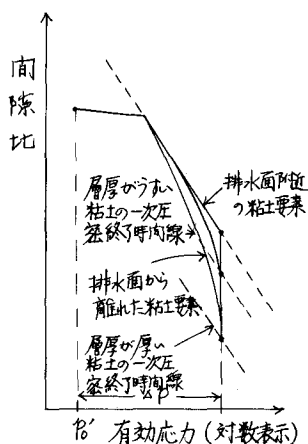


図-2 状態経路