

飽和粘土の圧縮特性に及ぼす載荷速度の影響

広島大学 工学部
広島大学 工学部
広島大学 大学院

正 員 吉国 洋
正 員 池上 慎司
学生員○平尾 隆行

1. まえがき

厚さの異なる粘土層の圧密曲線が一本に重なるか否かというIsotacheの問題は、圧密の分野では古くから議論されており、実験データを現場に適用する相似則としての圧密理論を構築するうえで重要な問題となる。一次圧密に要する時間は粘土層の厚さのほぼ二乗に比例して大きくなるため、一次圧密中に生じるクリープの量は粘土層の厚さによって異なり、これがIsotache論議の発端になっている。圧密に要する時間の相違は、言い換えれば有効応力の増加速度の相違である。そこで本研究では、標準圧密試験装置を用いて荷重増加率や載荷期間を変えた試験を行い、有効応力増加速度の異なる粘土の圧密曲線がIsotacheするか否かを検討した。なお、この圧密試験は厚さの異なる粘土層の要素実験に近いと考えている。

2. 試験方法

試験には、広島粘土を高含水比(240±5%)で練り返し十分に脱気を行ったスラリーに対し、0.5kgf/cm²の荷重で再圧密した試料を使用した。

試験は、標準圧密試験装置によって行った。試験の応力経路は表-1、表-2のとおりで、予圧密における載荷期間は24時間とした。

表-1 応力経路(試験1)

case	予圧密	本 試 験
1-1		→3.2
1-2		→0.8 →3.2
1-3	0.2	→0.6 →1.8 →3.2
1-4	(24h)	→0.4 →0.8 →1.6 →3.2
1-5		→0.3 →0.4 →0.6 →0.8 →1.2 →1.6 →2.4 →3.2

(単位 kgf/cm²)

表-2 応力経路(試験2)

case	予圧密	本 試 験
1-1		(15min cycle)
1-2		(1hour cycle)
1-3	0.2	→0.4 →0.8 →1.6 →3.2 (6hour cycle)
1-4	(24h)	(1 day cycle)
1-5		(1week cycle)

(単位 kgf/cm²)

3. 試験結果および考察

今回行った2つの試験では所定の荷重に達するまでの各ケースの荷重増加率や載荷期間を変えており、これにより有効応力増加速度に変化を与えた。

試験1では、表-2に示すよう荷重増加率の大きいケースほど有効応力の増加速度は大きくなっており、層厚の小さい粘土層や排水面に近い要素に対応している。逆に荷重増加率の小さいケースは、層厚の大きい粘土層や排水面に遠い要素に対応している。

図-1に試験1より得られた各ケースの $e \sim \log t$ 関係を示す。この図からも分かるように、各ケースの荷重段階数が異なるため最終段階(3.2 kgf/cm²)に達するまでの時間及び荷重増加率が異なるものの、最終段階で十分に時間の経過し二次圧密過程に入った後は各ケースの圧密曲線は、一本の線に乗っている。つまり、同一の荷重を載荷する場合には、荷重増加率や有効応力の増加速度に関わらず圧密曲線はisotacheとなる。

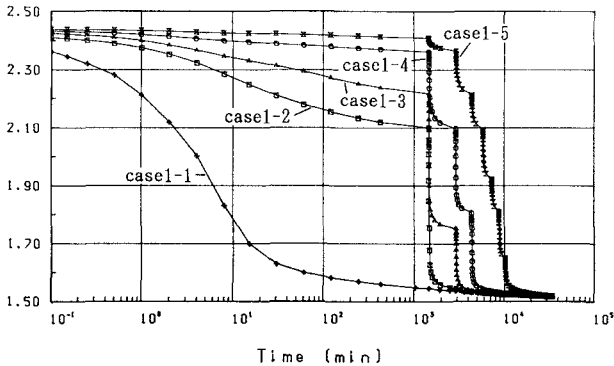


図-1 $e \sim \log t$ 関係(試験1)

次に図-2に試験2の $e \sim \log t$ 関係を示す。試験2では各段階での載荷期間を各ケース間で変えているため所定の荷重(3.2kgf/cm²)に達するまでの時間が異なっている。ここでは、載荷期間の長いケースは有効応力の増加速度は小さく、層厚の大きい粘土層や非排水面側の要素に対応していることになる。各ケースの $e \sim \log t$ 曲線は、載荷期間が異なるのにも関わらず最終段階において、試験1と同様にほぼ同一線上に乗ってきている。また、各荷重段階についても図中の点線で示すように、その荷重で十分に時間が経過すれば一本の線に乗ってくることが推測される。

このようなIsotacheに関する議論をする場合には初期条件が良く問題となるが、今回の試験では、予圧密の載荷時間を24時間とし、本試験の初期条件を統一している。そこで、初期条件の異なる場合にはどうかを検討してみる。今、試験開始の荷重を0.8kgf/cm²(図-2の矢印の点を初期状態)として整理すると、予圧密の最終荷重0.4kgf/cm²における載荷期間が各ケースで異なるため、初期間隙比は載荷期間の長いケースほど小さくなる。このため、ひずみ ϵ または間隙比の変化量 Δe で整理した場合には図-3に示すように初期間隙比の差だけ圧密曲線後半部でもずれが生じIsotacheにはならない。しかし、図-2からも分かるように絶対量である間隙比 e で整理した場合には、初期条件(矢印の点を初期状態)が異なっても、最終的には有効応力の増加速度に関係なく一本の線に乗ってくるものと考えられる。

次に、図-4に試験2より得られた各ケースの $e \sim \log p$ 関係を示す。各ケースの $e \sim \log p$ 曲線は正規圧密領域においてTaylorやBjerrumが指摘したように、載荷期間の長いケースほど下側に平行移動したような形となっている。また、圧密降伏応力 P_c に注目すると載荷期間の短いケースほど P_c は大きくなっているのが分かる。

4. まとめ

- 1) 飽和粘土に同一の荷重を載荷したとき、間隙比で表した圧密曲線は、有効応力の増加速度に関係なく一本の線に乗ってくる。つまり、Isotacheする。
- 2) 初期条件の異なる場合にも、絶対量である間隙比 e で整理すればIsotacheとなる。しかし、間隙比の減少分やひずみで整理するとIsotacheにならない。
- 3) $e \sim \log p$ 曲線や圧密降伏応力 P_c に対する有効応力の増加速度の影響は従来の指摘の通りである。

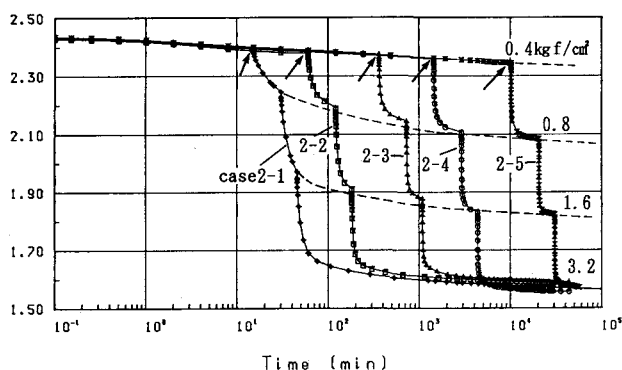


図-2 $e \sim \log t$ 関係(試験2)

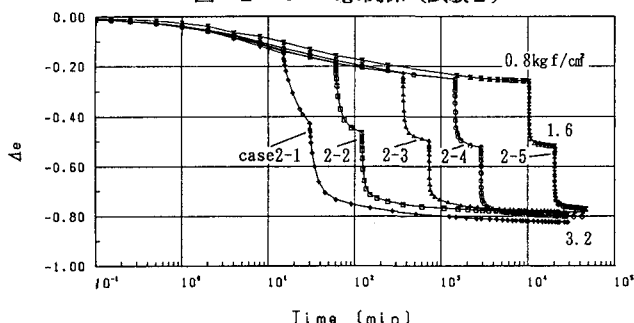


図-3 $\Delta e \sim \log t$ 関係(試験2)

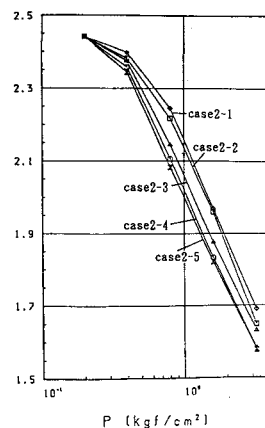


図-4 $e \sim \log p$ 関係(試験2)