

III-155

飽和粘土の二次圧密特性と応力履歴（その2）

中電技術コンサルタント(株) 正 員 福原 和顕
 広島大学 正 員 中ノ堂裕文
 広島大学大学院 学生員 池上 慎司

1. まえがき 過圧密粘土は圧縮性が小さいために、クリープ沈下を考慮することはあまりないようである。しかし、長大な構造物を建設する場合、また長期残留沈下が厳しく設定されている場合には、これを無視することはできない。そこで本研究では、過圧密粘土の二次圧密特性を明らかにするために実験的に検討を行なってきた。前回、応力履歴を受けて過圧密状態となった粘土について、その二次圧密沈下は応力履歴の影響範囲を脱した終部においては Bjerrum概念¹⁾によって説明できることを報告した²⁾。今回は、おもに応力履歴の影響を受けていると考えられる範囲について検討を行っている。

2. 試験方法 前回同様、使用した試料は広島粘土で、高含水比(140±5%)において練り返した後、0.5kgf/cm²で再圧密したものである。試験は、表-1に示すように除荷の条件を、また表-2に示すように再載荷時の荷重増加率を変えた二つのシリーズについて行なった。なお試験には、標準圧密試験機(d=6cm, h=2cm, 両面排水)を用いた。試験時間は、予圧密段階では1440分、本試験においては10000分以上とした。

case	予圧密		本試験 再載荷
	段階載荷	除荷	
0230	0.2 → 0.4 → 0.8 → 1.6 → 3.2	→ 0.2	→ 3.0
0430		→ 0.4	
0830		→ 0.8	
1630		→ 1.6	
30crp			

表-1 試験方法<試験1> (単位; kgf/cm²)

3. 試験結果および考察 二次圧密の初期部分は、応力履歴の違いによって異なったものとなることが予想される。そこで、除荷の割合を変えた<試験1>を行なった。<試験1>の $e \sim \log t$ 関係は図-1に示すとおりである。

case	予圧密		本試験 再載荷
	段階載荷	除荷	
0230t	<試験1>同様	→ 0.2	→ 3.0
0230		→ 0.4 → 0.8 → 1.6	

表-2 試験方法<試験2> (単位; kgf/cm²)

再載荷後数分間、過剰間隙水圧消散に対応する圧密の部分が存在し、以降は、完全な二次圧密過程である。この部分は二つの部分に分けられる。前半部はほとんど直線的であり、勾配の比較的緩やかな部分である。後半部は上に凸な曲線となっており、この部分は前回の報告で示したよう

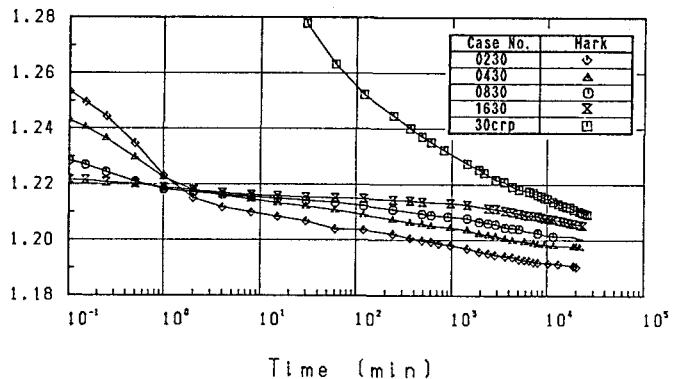


図-1 $e \sim \log t$ 関係<試験1>

に Bjerrumの概念に沿う間隙比の変化を示す部分(あるいは、それへの移行部分)である。各曲線の位置については、除荷時の応力の小さいものほど当然膨潤量も大きくなり、初期間隙比が大きくなっている。しかし、再載荷後数分でその差はなくなり、ここで注目すべきはそれ以降である。Bjerrumの概念により、初期間隙比の異なる過圧密粘土の圧密沈下を考えると図-2のように、初期間隙比が大きいものは上側か

ら、初期間隙比の小さいもの下側からある直線に近づくことになる。しかし、試験結果を見ると、初期間隙比の大きいものが小さいものを追い抜き、さらに間隙比の減少の割合の大きいまま沈下が生じており、従来の考え方では説明できない。そこで、原因について考えてみた、今回の試験では最終荷重を一致させているために荷重増加率が異なっている。したがって、この現象が

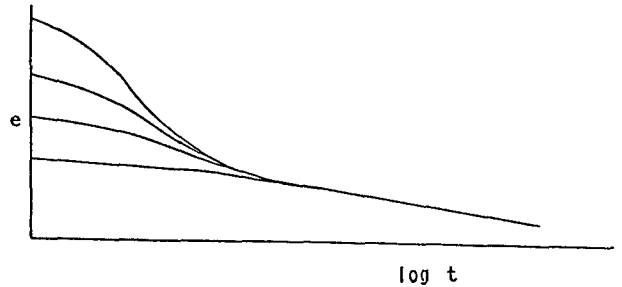


図-2 予想した $e \sim \log t$ 関係

荷重増加率の違いにより生じたのではないかと考え、荷重増加率を変えた〈試験2〉を行なった。〈試験2〉の $e \sim \log t$ 関係を図-3に示す。最終荷重を与える直前の有効応力が違っているために初期間隙比が異なっているが、載荷後数十分経過すると両者の差はなくなりそれ以降は同様の変化を示す。つまり、図-1で見られた初期間隙比の大きいものが小さいものを追い抜く現象は見られ

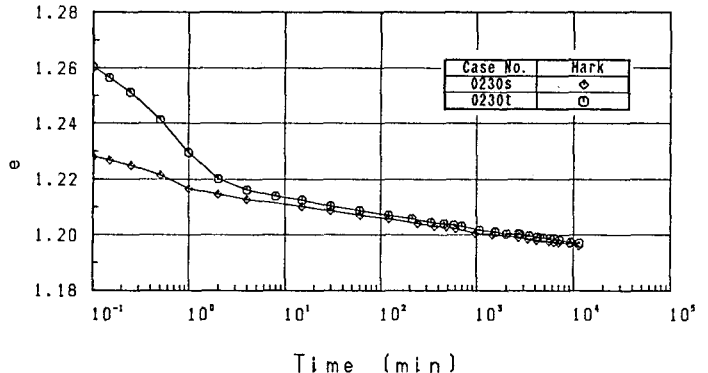


図-3 $e \sim \log t$ 関係〈試験2〉

ない。ここで再び図-1を見ると、この初期における直線的な部分は除荷時の応力の大きさに順にほぼ等間隔に広がっていることが分かる。そこで、 $\log(de/dt) \sim e$ 関係により求まるこの部分の勾配（初期勾配）と除荷時の応力の対数との関係をプロットしてみたところ、両者には直線関係が認められた（図-4）。すなわち、初期部分での二次圧密特性は再載荷の方法で決まるのではなく、その前の除荷の段階で決まり、再載荷の段階における最大過圧密比の対数との間には直線関係があることが明らかになった。

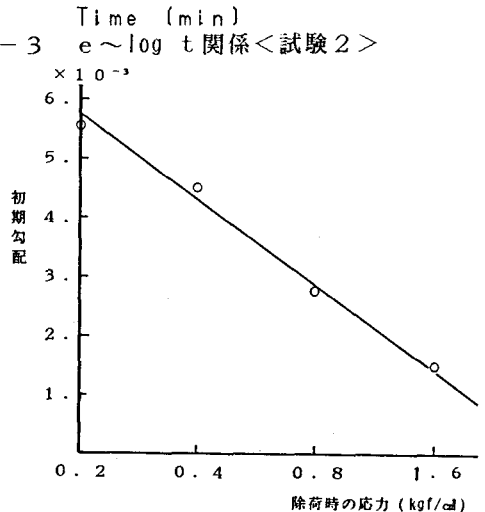


図-4 初期勾配 $\sim \log p$ 関係

4. まとめ 1) 応力履歴を受けて過圧密状態となった粘土の二次圧密沈下は、前半部の比較的小さい二次圧密速度を示す部分と、後半部の Bjerrum の概念に沿う沈下とに分けられる。

2) 粘土のクリープ特性は、載荷条件によって影響されず、載荷直前の粘土の状態によって決定される。

3) 前半部の二次圧密特性は応力履歴の影響を著しく受け、その部分でのクリープ勾配は最大過圧密比の対数との間に直線関係が認められる。

参考文献 1) L. Bjerrum (1967): "Engineering Geology of Norwegian Normally-consolidated Marine Clay as Related to Settlement of Buildings" Geotechnique 17 PP17-83

2) 中ノ堂、福原、持田: "飽和粘土の二次圧密特性と応力履歴" 土木学会第42回年次学術講演会概要集