

圧密降伏応力 p_0 に関する実験的考察

京都大学工学部 赤井 浩一
 京都大学工学部 佐野 郁
 京都大学大学院 ○石 黒 雄健

1. まえがき

粘性土の沈下挙動に関する従来の理論的、実験的研究により、現場における沈下量の推定が、経験上ある程度可能となっている。特に沖積粘土層に対しては、実情とかなりよく一致する場合が多くあることが知られている。しかし近年、地史的に見て応力履歴を受けたことがなく、長期間にわたって静的な持続荷重を受けた正規圧密粘土層、すなわち擬似過圧密粘土層における沈下性状が問題となる場合が生じてきている。擬似過圧密粘土の特性である P_e -effect に注目して実験を行なった結果を報告し、Aging の反ばり影響について検討する。

2. 実験結果および考察

カオリン粘土 ($G_s=2.624$, $LL=89.28\%$, $PI=57.6\%$) を試料とし、標準圧密試験装置を用いて実験を行なった。図-1は、荷重増分比1の場合で、圧法を用いて一次圧密終了と同時に載荷し、 $\sigma_v=1.6 \text{ kgf/cm}^2$ の状態で7日間放置した後、さらに、荷重をそれぞれ $\Delta\sigma_v=0.1 \sim 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ だけ載せ、13日間放置した結果である。こ

こで t_p とは、一次圧密終了までの時間を表す。Bjerrum¹⁾ によると、間隙水圧が消散した後の、二次圧密での有効応力経路は、図中の t_p , $10t_p$, $100t_p$ で示される点を通して互いにほぼ平行な直線群により表わされる。従って新しく荷重が加わった後の e は、加わった荷重がどの時間パラメーターの直線上に位置するかによって決定されると予想できる。例えば T1 ($\sigma_v=1.6 \rightarrow 1.7 \text{ kgf/cm}^2$) では、載荷後の t_p の点は $20t_p$ 付近の直線上にあり、 e もそれに対応する。Aging における沈下曲線 (普通軸でプロットする) と載荷後の沈下曲線とを curve fitting させて、載荷後の t_p での e 及び時間パラメーターの回復を求めた。表-1より、例えば T1 では、載荷後の t_p での時間パラメーターは $77t_p$ であり、ひずみ速度は Bjerrum の線で予想されるほど回復していないことがわかる。これを、 t_p

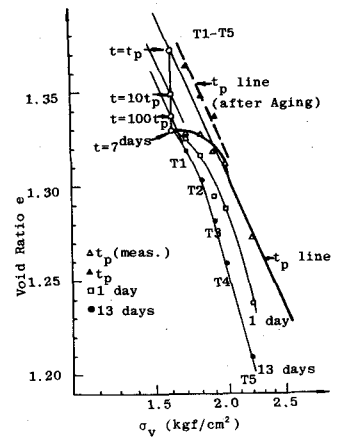


図-1 有効応力経路の遷移

表-1 e および 時間パラメーター

Test No.	e ($t=t_p$ in Aging)	e ($t=t_p$ in reloading)	Time Parameter
T 1	1.17×10^{-3}	3.55×10^{-3}	$77.0 t_p$
T 2	1.36×10^{-3}	9.26×10^{-3}	$5.83 t_p$
T 3	1.96×10^{-3}	2.27×10^{-3}	$2.88 t_p$

t_p から $77t_p$ までの二次圧密量が $\sigma_v=1.6 \text{ kgf/cm}^2$ と $\sigma_v=1.7 \text{ kgf/cm}^2$ とで等しいと仮定し、 $\sigma_v=1.7 \text{ kgf/cm}^2$ での t_p の位置が、逆に、図中の ▲点のように本来の t_p ラインよりも上方に存在すると考えることにする。T2, T3

についても同様な考えで整理すると、本来の正規圧密状態での σ_p ラインに平行な、湾き上がった σ_p ラインが破線のように示される。すなわち、Agingは有効応力径路の遷移効果をもち、これがひずみ速度の回復を妨げている。T4,T5については、 $t_p=14$ minとして σ_p の点を求めたが、このように荷重増分が増加するにつれ、遷移効果が次第に消失し、 $\sigma_p=2.2$ kgf/cm²では、本来の有効応力径路へ復帰している。図-2は、この現象を調べため、 $\sigma_p=1.6$ kgf/cm²で7日間圧密した後、 $t=14$ 分ごとにまたは1日ごとに0.1 kgf/cm²ずつの微小幅で載荷した結果であるが、載荷後の応力状態が、遷移した応力径路上へ到達した後、本来の応力径路へ復帰していく様子が表われている。すなわち、Agingは、有効応力径路の遷移効果をもつものの、応力状態が遷移後の応力径路上に到達した時点でその効果は消失する。さ

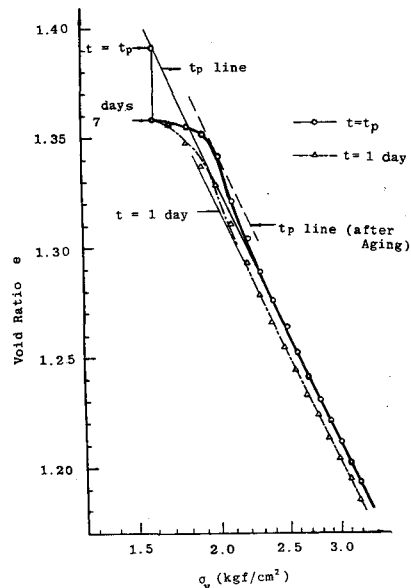


図-2 微小幅載荷での P_e -effect

ようにする際に、急激な沈下が生じることがわかる。すなわち、Agingによる擬似過圧密状態の領域から、本来の正規圧密領域へ移行する際、粘土内部に、すばりに似た現象が生じ、異常な沈下となってあらわれるのである。現場においては、構造物や盛土等による荷重は、図-2のような微小幅で加えられる場合が多く、擬似過圧密粘土層の沈下予測に際しては、特に、有効応力径路の遷移効果の消失に誘発される降伏現象を重視する必要がある。換言すれば、遷移した有効応力径路に到達するような応力状態を知ることが、沈下予測の鍵になるのである。逆に、載荷初期の擬似過圧密領域での沈下量は、全体に対しては無視できるほど小さく、通常の方法による予測は、これを過大評価するものである。

3. 結 論

- (1) Agingは、擬似過圧密効果と二次圧密における有効応力径路群(e - $\log \sigma_p$ 曲線群)の遷移効果の二つからなる P_e -effect(先行効果)をもつ。
- (2) 遷移効果は、遷移後の有効応力径路によって規定される、ある応力状態によって消失し、この際に生ずる降伏現象が異常沈下を引き起こす。従って、擬似過圧密粘土層の沈下を予測する際には、降伏を生ずる応力状態を明らかにする事が重要である。

なお、本研究を行なうにあたって、文部省科学研究費(試験研究)の補助を受けたことを付記し、中国研修学生馬時冬文氏の協力に深甚なる感謝の意を表します。

参考文献:

- 1) Bjerrum, L. ; Embankments on Soft Ground, Proc. Purdue Conf., A.S.C.E. Vol.2, 1972, pp.1-54
- 2) Leonards, G.A. & A.G. Altschaeffe ; Compressibility of Clay, Proc. A.S.C.E. Vol.90, SM, 1964, pp.133-155