

III-A 180 軟弱粘土の圧密曲線と圧縮曲線に対する一つの解釈（XIV）

広島工業大学 正会員 吉 國 洋

1. まえがき

過圧密粘土の二次圧密係数 $C\alpha$ は過圧密比 $(\sigma'2/\sigma'1)$ の関数であるとして取り扱われるのが普通である。ここに $\sigma'2$ は除荷前の有効応力で、 $\sigma'1$ は部分除荷後のそれである。このような取り扱いも一つの考え方であるが、本研究では、この問題を弾粘性圧密理論の立場で考えると、どんな解釈になるのかを検討した。

2. 理論的検討

粘土のクリープによる間隙比の変化速度（以下クリープ速度と呼ぶ）は有効応力 σ' と間隙比 e によって決まると考える弾粘性圧密理論の立場にたてば、図-1 に示すように、除荷前の有効応力 $\sigma'2$ におけるクリープ速度 $\dot{e}2$ から部分除荷後の有効応力 $\sigma'1$ におけるクリープ速度 $\dot{e}1$ に減少する。この間除荷によって Δe ($=C\gamma \log \sigma'2/\sigma'1$) だけ膨潤する。ここに $C\gamma$ は半対数における再圧縮曲線の傾きである。

この間の挙動を $e - \log \dot{e}$ 平面で示せば、図-2 となる。同図には除荷前の $\sigma'2$ に対するクリープ曲線と部分除荷後の $\sigma'1$ に対するクリープ曲線が示されている。今、クリープ速度 $\dot{e}2$ のとき部分除荷が行われたとすると、上述の膨潤が発生し、部分除荷後のクリープ曲線に乗り、速度 $\dot{e}1$ でクリープが再発する。このこの過程には、次の関係がある。

$$C\alpha \log \frac{\dot{e}2}{\dot{e}1} = (C\beta - C\gamma) \log \frac{\sigma'2}{\sigma'1} \quad \dots \dots \textcircled{1}$$

すなわち、部分除荷前後のクリープ速度比は過圧密比と $(C\beta - C\gamma) / C\alpha$ によって決まることになり、 $(C\beta - C\gamma) / C\alpha$ の値が大きいため、わずかの部分除荷も大きなクリープ速度の減少につながっている。

また、この間の挙動を $e - \log t$ 平面で示せば、図-3 であり、図-2 と同様に、除荷前のクリープ曲線から部分除荷に伴う膨潤が生じた後、除荷後のクリープ曲線に移行する。時間的に言えば、時刻 $t1$ に $\sigma'2$ より $\sigma'1$ に除荷されると、除荷後のクリープ曲線の $t2$ に跳躍する。この跳躍した時間 $t2 - t1$ は過圧密化によって得た時間であり、同じ状態になるために要したいわゆる疑似過圧密クリープ時間である。この過圧密化によって得た時間は図-3 より次のように求められる。

$$C\alpha \log \frac{t2}{t1} = (C\beta - C\gamma) \log \frac{\sigma'2}{\sigma'1} \quad \dots \dots \textcircled{2}$$

そして、やはり、過圧密化によって得られる時間 $(t2 - t1)$ は過圧密比と $(C\beta - C\gamma) / C\alpha$ によって決まることになる。

そこで、本研究のまえがきで述べた過圧密粘土の二次圧密係数についていくらかの検討を加えたい。慣用的に行われる部分除荷後のクリープ曲線は、部分除荷時を時間の原点にし、半対数で画かれ、その傾きを二次圧密係数と呼んでいる。この操作を図-3 に戻って考えたい。図-3 において $t2$ より大きい $t3$ とさらに大きい t を考える。

ここで、 $t3$ を設けた意味は次のようである。即ち、図-3 において $t1$ を原点にすることは同時に $t2$ を原点にすることと同義であり、 $t2$ を原点にした半対数表示のクリープ曲線の傾きを表すために定義した $t3$ で

ある。一般には t_3 として膨潤後再クリープの発生時間が選ばれることが多い。

慣用法における二次圧密係数を C_{α} とすれば、

$$C_{\alpha} \log \frac{t}{t_3} = C_{\alpha 0} \log \frac{t-t_2}{t_3-t_2} \quad \dots \dots \textcircled{3}$$

部分除荷の割合すなわち過圧密比が大きくなるほど、 C_{α} の値は小さくなる。この点、慣用法の結論と一致するが、上式が示すように、クリープ曲線は半対数で直線ではなく、時間 t の経過と共に正規圧密のクリープ勾配即ち C_{α} に漸近する。この様子を 図-4 に示す。

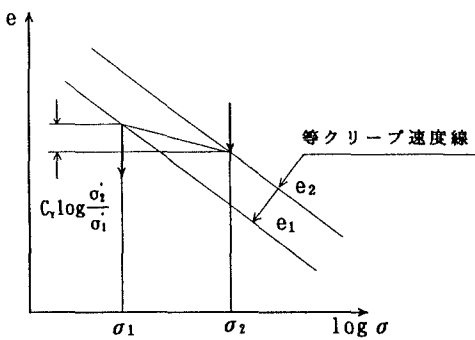


図-1 e-log \dot{e} 平面における部分除荷

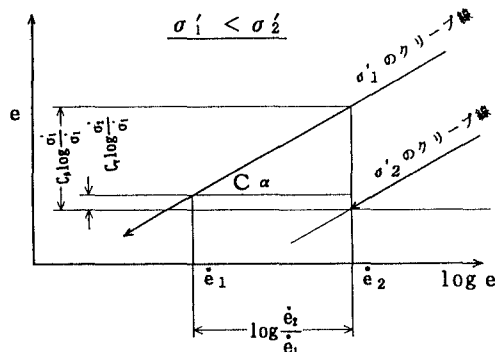


図-2 e-log \dot{e} 平面における部分除荷

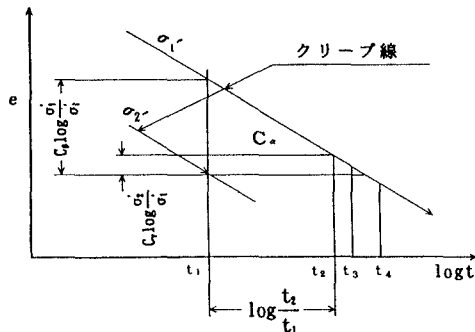


図-3 e-log t 平面における部分除荷

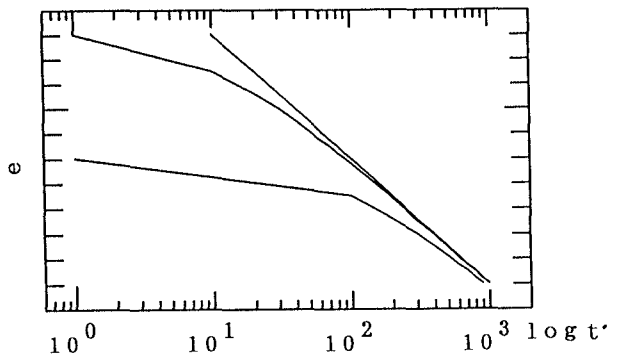


図-4 慣用法における過圧密粘土のクリープ曲線

3. あとがき

弾粘性圧密理論の立場で過圧密粘土のクリープ曲線を検討した。結論的に言えば、半対数におけるクリープ曲線を直線で近似できるかどうかの問題もさることながら、参考文献1)でものべたように、過圧密粘土のひずみ速度を支配しているのは粘土の粘性であって、透水係数に代表される水の粘性ではないので、このクリープ曲線のH自乗則の利用は適当ではないように思える。やはりひずみ速度そのもので適用すべきであるとする。

【参考文献】

1) 吉國洋 (1996): 軟弱粘土の圧密曲線と圧縮曲線に対する一つの解釈 (X III), 第31回地盤工学研究発表会