

過圧密粘土の応力緩和について

京都大学工学部 正員 赤井浩一
京都大学工学部 正員 足立紀尚
京都大学大学院 学生員 藤本和義

1). 目的 正規圧密粘土については、我々も弾-粘塑性体と考へて構成方程式の誘導を行つたので多くの研究がある。しかし過圧密粘土については Cambridge 学派のものなど一部をのぞいて数少く、時間依存性を考慮したもの皆無い等しい。その軟弱に属する半固結状態にある堆積岩も過圧密土に等しいシミュレートして、より正確な構成方程式を確立する目的で一連の研究を行つてゐる。ここでは過圧密状態にある粘土の応力緩和試験を行つた過圧密粘土の構成方程式、誘導に際する問題点を明らかにする。

2). 弾-粘塑性体としての構成方程式 弾-粘塑性体にもつづく構成方程式、誘導に際しては静的、動的降伏曲面を決定する必要がある。Roscoe and Burland²⁾によつて正規圧密土に対する降伏曲面を表す Elastic Wall 内での非排水条件で求めた過圧密土等、等しい線は図-1に示すように σ_m' -軸に平行である。このことから足立と岡野¹⁾に従つて静的、動的降伏曲面が過圧密土に対しては σ_m' -軸に平行な曲面で与えられると仮定し、図-2に示すように求むるとする。超過応力関数 F は

$$F = \Delta k(\epsilon_{ij}^{pp}, \epsilon_{ij}^{pp}), \quad \Delta k(\epsilon_{ij}^{pp}, \epsilon_{ij}^{pp}) = (\sqrt{J_2})_d - (\sqrt{J_2})_s \quad (1)$$

となり、構成方程式は次で与えられる。

$$\dot{\epsilon}_{ij} = \frac{\dot{\sigma}_{ij}}{2G(C)} + \frac{1}{3} \frac{\dot{\sigma}_{kk}}{K(C)} \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_{kk}} + \lambda \langle E(F) \rangle \frac{\sigma_{ij}}{\sqrt{J_2}} \quad (2)$$

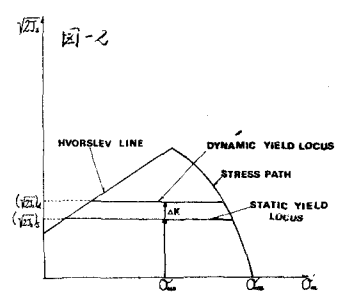
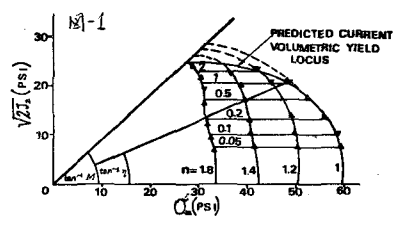
通常、 λ 軸非排水状態で (2) 式は

$$\dot{\epsilon}_v = (\dot{\sigma}_v - \dot{\sigma}_h) / 2G(C) + \sqrt{3} \lambda \langle E(F) \rangle, \quad \sigma_m' = \text{const.} \quad (3)$$

しかつて明かには有効応力経路は σ_m' -軸に常に垂直となる。

3). 実験結果から考察 再び過圧密土を準備粘土を用いて応力緩和実験を行つた。その物理諸量は $L.L. = 52.5 \sim 57.5\%$, $PL. = 20.0 \sim 31.9\%$, 自然含水比 $59.1 \sim 62.5\%$ 湿潤密度 $1.79 \sim 1.83 \text{ g/cm}^3$ である。実験は $2 \times 2 \times 4 \text{ cm}^3$ の先行圧密したものを所定の OCR で膨脹エレシから、 0.6 g/min のせん断速度で所定のせん断角でせん断し、応力緩和を行つた。図-3(a), (b) は応力緩和-時間曲線を 4 g/cm^2 の圧密した試料について求めたものであり、この図からわかるように正規圧密粘土に対する応力緩和式が (2) 式でも成立することがわかる。この結果、正規圧密粘土に対してと同様に (2) 式の $E(F)$ は exp 関数であることが明らかである。⁴⁾ (3) 式をこの応力緩和実験式に適用すると

$$(\sigma_v - \sigma_h) = -\beta(\epsilon_{ij}) \exp t + B \quad B: \text{定数} \quad (4)$$



とれる。有効応力速度 $\beta(\dot{\sigma})$ は先行圧縮圧力が等しい場合はせん断開始時の有効拘束圧 σ_m^0 が低いほど $\beta(\dot{\sigma})$ は小さいことが知られており β/σ_m^0 として求めたのが図-4である。この図からあるみずけ以上では β/σ_m^0 はほぼ一定値をとると考えられるので $\beta(F)$ は $C \exp(\frac{\sigma_m^0}{\beta} F)$ で与えられることになる。図-5にはこの試験過程の有効応力経路を示すが、過圧状態では有効応力速度はほぼ σ_m -軸に垂直になることがわかる。図-6には定みずけ速度試験によって求めた図-1と同様の等みずけ線と求めたものである。しかしこの図では先づ図-1で得られたような等みずけ線 σ_m -軸に平行である仮定が成立しないことは明らかである。なお一般に過圧土とせん断時、有効応力経路は式(1)で与えられるような σ_m -一定とは異なる。したがって厳密には静的、動的降伏曲面は σ_m -軸に平行な曲面では与えられずより詳細な検討が必要となる。しかし動的降伏曲面は静的降伏曲面と σ_m -軸に垂直に相似交換して求わらう。

4. 参考文献 ① Roscoe & Burland: (1968), *Engineering Plasticity*, Cambridge Press, ② 足立, 周野: (1974), *Soils and Foundations*, 投稿中 ③ 村山, 関根, 上田: (1972), 昭和47年度土木学会関西支部年次学術講演会講演集 ④ 足立, 田中: (1973), 昭和48年度土木学会年次学術講演会講演集

