

京都大学工学部 正会員 赤井 浩一
同 同 佐野 郁雄

1. 序 前報¹⁾において、大阪湾海底粘土の過圧密特性に関する各種の調査から、大阪層群上部洪積層粘土 (Ma 12) は遅延圧密土に該当し、(擬似)過圧密比 p_o/p_o は深さにかかわらずほぼ一定となることを示した。また、このような擬似過圧密特性をもつ遅延圧密土に载荷がなされると、それまでの地史履歴を消失して二次圧密速度が増加し、その結果長期圧密による沈下が改めて進行することを推論した。ここでは、遅延圧密による先行効果 (時間効果) を受けた土が、荷重履歴のある過圧密土と同じ間隙比にあるとき、果たして両者が全く同一の応力状態にあり、したがつて次に訪れる再载荷に際して同一の径路をたどるか否かについて、状態限界面を用いて検討を行うことにする。ただし、変形の姿はあらゆる時点において完全側方拘束状態 (K_o 状態) であり、この制約のもとで遅延圧密も過圧密 (K_o 载荷と K_o 除荷) も生ずるという状況を逸脱するものではない。

2. 遅延圧密における状態経路

Wroth²⁾ が描いた遅延圧密による状態の変化は図-1 である。これによると、地表面下ある深さにある土要素の有効応力状態は (a) の G 点で示される。これに対応する圧密曲線 (b) では、G 点は土かぶり圧による一次圧密完了直後の間隙比を与える。その時点と現在までの間にこの土要素は二次圧密を続け、現在の状態は H 点になっているが、その間有効応力は不変と考えている。

その後、この土要素が一次元的载荷を受けると、再圧縮曲線 HI に沿って正規圧密曲線上の I 点に至ると考える。この I 点における鉛直方向応力が圧密降伏応力であつて、これを逆にみれば、H 点では土要素は過圧密土のように挙動すると考えられる。しかし、二次圧密の期間の G から H までの間に有効応力が変化していないとすれば、H 点における K_o 値は G 点のもと同じであり、これは元の正規圧密時のものと一致する。

しかし、この Wroth の記述には、二次圧密期間中有効応力が不変とするところに誤りがある。不変なのは鉛直方向の有効応力 σ'_v であつて、図-1 の横軸にとつた平均有効応力 p ではない。正規圧密土の静止土圧係数 $K_o^{NC} = \sigma'_h / \sigma'_v$ が一次圧密中一定に保たれることは周知であるが、二次圧密では、排水クリープによる土要素の形状変化が時間的に進行し、側方変位が拘束されているので鉛直ひずみ ϵ_v がそのまま体積ひずみ ϵ_{vol} となる。この ϵ_{vol} の時間的な増大は当然平均有効応力 σ'_m ($=p$) の増大をもたらすが、鉛直方向応力 σ'_v ($=\sigma_v$) は一定であるから水平方向応力 σ'_h ($=\sigma_h$) が増加し、主応力差 $\sigma_v - \sigma_h$ ($=q$) は減少する。結局、二次圧密期間中は p が増加、 q が減少し、これにより K_o 値および (擬似) OCR の増大が起こると考えられる。

いま、図-2 のように $e - \log \sigma'_v$ 面 (通称 $e - \log p$ 面) 上で同一の点 D にある遅延圧密土と過圧密土を考える。前者 (QOC) は現在の有効上載圧において、正規圧密状態を示す処女圧縮線 (K_o^{NC} 線) 上の B 点で有していた間隙比 e_b が、 e_c 時間とともに次第に減少して D 点でもつ e_d に至つたものである。これに対して、後者 (OC) は K_o^{NC} 線上を A $\rightarrow$ B $\rightarrow$ C まできた後除荷され、膨潤線 OD を経て間隙比を増しながら同じく D 点に到達したものであり、この土の過圧密比は $OCR = \sigma'_{v,c} / \sigma'_{v,d}$ として定義される。

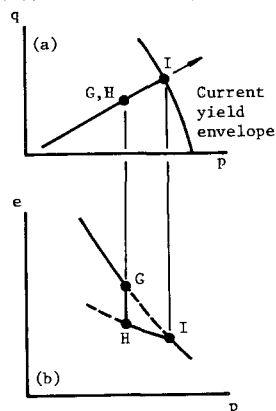


図 - 1

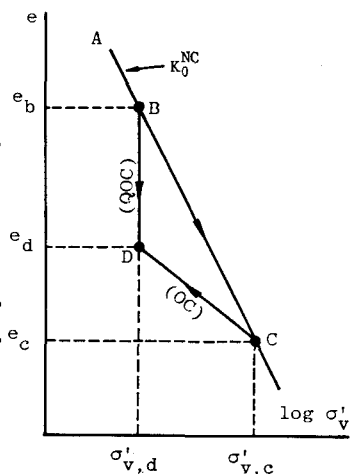


図 - 2

図-3(a)は $e-p-q$ 空間内で上記の両者がたどる経路を示したものである。(00)は最大応力点 q から現在点 D まで膨潤壁 (SW) 内を通る。他方、(Q00)が二次圧密開始点 B からたどる空間的な経路を描くには、 $e-p-q$ 軸のほか σ'_v 軸を導入し、 $e-\sigma'_v$ 面上で経路 B_3D_3 が e 軸に平行になるという図-2の過程を利用する。つまり、図-3(a)の aging 面 [AP] 上を、 B 点から出発して p が増し、 q が減ずる向きに移動することになるが、その終着点 D^* は、一般に (00) の現在点 D とは一致しない。図では BD^* なる二次圧密経路は aging 壁 [AW] の上縁として描かれている。この BD^* は OD と同様に状態限界面の内部にあるから、遅延圧密土は過圧密土と同様に変形に関して弾性的成分をもつことがわかるが、(b)、(c)に注目すれば、両者が同一の σ'_v と e をもちながら互に異なった有効応力状態にあることがわかる。これより、遅延圧密土が受けた時間効果と過圧密土が受けた載荷効果とは、一般に同一でないことが結論される。

3. 再載荷における状態経路

上記の結論は、現在点からの再載荷に際して両者の土要素がたどる状態経路が異なるものであることを暗示している点で重要である。図-4(a)は図-3(a)の $p-q$ 面を再現したものであり、(00)の再載荷における有効応力経路は D_1O_1 となるが、一方、(Q00)の載荷においては、 D_1K_1 点より D_1O_1 線に平行に進み、 C_1^* 点で K_0^{NO} 線に到達するものと予想される。この C_1^* 点を $e-\log \sigma'_v$ 面に記入すれば(b)の O_3^* となるから、これより (Q00) の (擬似) 過圧密比は $OCR^* = \sigma'_{v,c} / \sigma'_{v,d}$ となつて、(00)の $OCR = \sigma'_{v,c} / \sigma'_{v,d}$ より小さいことがわかる ($K_0^{00} > K_0^{Q00}$ と同義)。この O_3^* が (00) の O_3 と異なることは、上部洪積層粘土などへの載荷による沈下の算定において留意すべき点である。

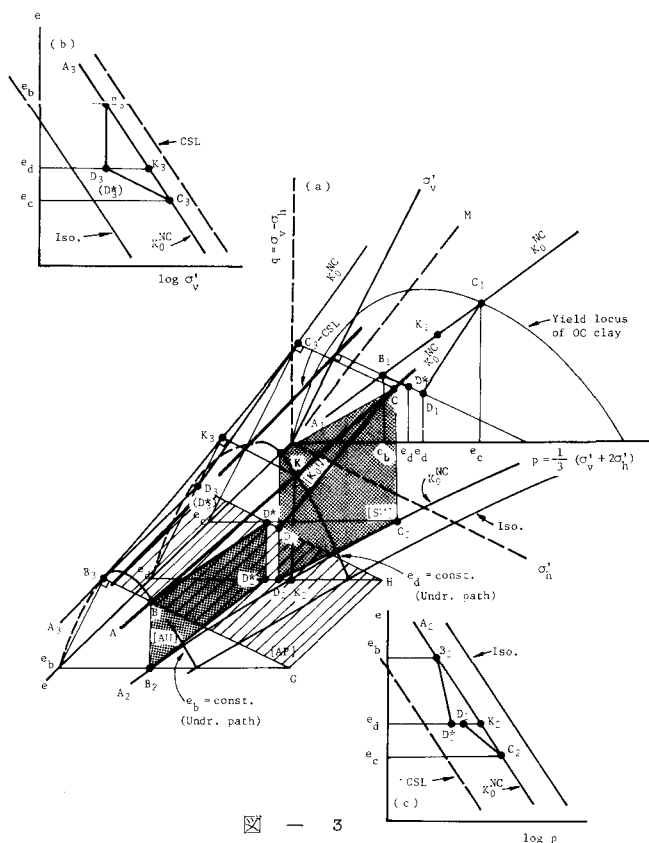


図 - 3

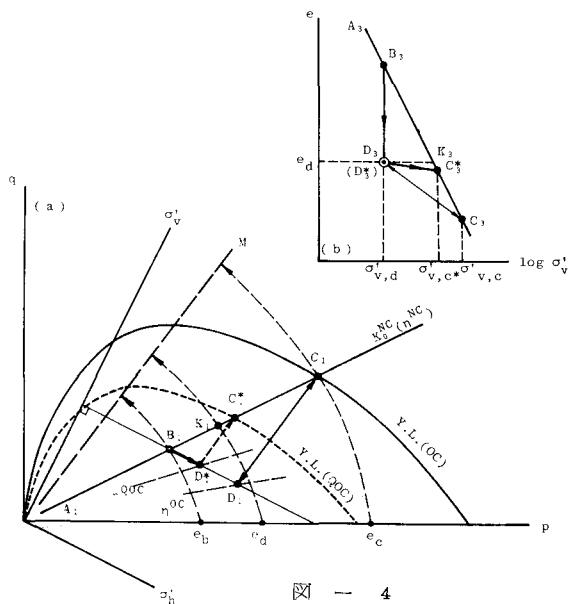


図 - 4

- 参考文献 1) 赤井・佐野：土木学会第35回年次学術講演会論演概要集，■-38，1980，p.75
2) Wroth：SOA Report，Proc. ASCE Specialty Conf. on In Situ Measurement of Soil Properties，2，1975，p.181