一次圧密量で定義された圧縮指数に対する圧密時間の影響

東海大学大学院	学生会員	五十嵐 大地		
建設企画コンサルタント	正会員	白子 博明		
東海大学	正会員	杉山 太宏 ・	赤石	勝

1.まえがき

飽和粘土の圧密量に時間依存性の二次圧密量が含まれていても, e~log(p)曲線の勾配である圧縮指数 C_cへの影響は考慮されていない¹⁾. 圧密時間の異なる≪log(p)曲線は,二次圧密に起因する長期沈下予測において利用されることの多いBjerrumの遅延圧縮に関する概念図でも平行で,各載荷段階の圧密時間の違いは C_cに影響しないとされている²⁾.これは,各載荷段階の二次圧密が常に等しく,時間の対数に無限に比例するという仮定に基づくものと考えられる.しかし,不撹乱粘土の一次元圧密試験では,圧密圧力が圧密降伏応力を越えた直後に二次圧密係数 C_aが最大となり,圧密圧力の増加と共に著しく減少する挙動を示す場合が少なくない.このように各載荷段階の C_aが異なる場合,C_cは圧密載荷時間の影響を受けている可能性がある.圧縮指数は多くの弾塑性構成式おいて利用される重要な材料定数であるため,試験条件による影響の有無を明確にする必要がある.

2.一次圧密中の二次圧密

式(1)を用いて載荷前および一次圧密中に発生する二次圧密を考慮した一次元圧密解析を実施し,載荷前後の二次 圧密の影響について考察する³⁾.

 $e = e_0 - C_c^* * \log(\sigma' / \sigma_0') + C_a^* \log(\dot{e}_s / \dot{e}_i)$ (1)

ここに, e_0 は初期間隙比, C_c^* は一次圧密量で定義した圧縮指数, e_s は二次圧密による間隙比速度, e_i は圧密開始時の e_s である. 一次元圧密試験を想定し, 圧密係数 c_v =0.1cm/min², C_a =0.04, C_c^* =0.5, e_0 =2, 最大排水距離H=1cm, 圧密荷重増分dp=157kPaとして計算した圧密量 - 時間曲線がFig.1 である. 点線が一次圧密量, 実線が全圧密量の経時変化で,用いた C_c^* や C_a の値に対応する結果が正確に計算されている。図中に矢印で示した圧密時間 t_b = t_c /10, t_c =1440 あるいは t_d = t_c *10分で次の載荷を行う場合には,式(1)の e_i が一桁ずつ異なることになる.

圧密荷重段階p₂=628kPaとp₃=1256kPaにおける圧密量 - 時間曲線の計算結果をFig.2 に示した.圧密荷重段階 p₂=628kPaの計算では,前の載荷段階(p₁=314kPa)の圧密量に応じてeとHを変化させたが他の定数は一定とした. 圧密時間の異なる圧密量 - 時間曲線は,縦軸方向に平行移動すれば全ての線が重なり合う.前載荷段階の二次圧密 に依存する e_i が異なっても圧密量 - 時間曲線の形状には影響しない.圧密時間が1桁異なる毎にC_αに対応する二 次圧密量の差de_sが生じるだけである.これらの計算結果からe⁻log(p)関係を求めFig.3 に示した.圧密時間によって 圧密量の大きさが異なるため,e⁻log(p)曲線とその勾配である圧縮指数C₀が変化する.載荷時間間隔の異なる圧



キーワート:一次元圧密、一次圧密、遅延圧縮、圧縮指数、圧密試験、間隙に 連絡先:〒259-1207 平塚市北金目 1117 東海大学 TEL0463-58-1211(代表), FAX0463-50-2045



密試験の e~log(p)曲線は,互いに平行になるとする従来の研究成果と異なる結果である.

一方,提案する二次圧密モデル式(1)では, p_0 =157kPaの初期間隙比(e_0 =2)を圧密時間に応じて 0.04 増減させる ことで,互いに平行となるe~log(p)曲線の計算も可能である.圧密時間によらず C_a は 0.04 で一定とし,各圧密量が t_c=1440 分の値と等しくなるように C^{*}_cの値を変化させて得られた計算結果がFig.4 とFig.5 である.Fig.4 のe~log(p) 曲線から得られる C_c は圧密時間によらず 0.8 と等しくなり,したがNe~log(p)曲線は平行となる.また,Fig.5 の圧 密量 - 時間曲線から,前載荷段階の二次圧密に依存する e_i が異なっても,計算される二次圧密速度は用いた C_a に 等しい.以上の結果から,圧密圧力によらず二次圧密係数 C_a が等しい場合のe~log(p)曲線が平行となるためには, 圧密時間の違いによって一次圧密量が変化しているものと推察される.

3. 一次元圧密試験の結果と考察

常磐自動車道落見地区G.L.-21.5mから採取した不攪シルト試料(ω_n=70~130%, ρ_t=1.23~1.53g/cm³, ω_L=80~120%, ω_p=42~52%, ρ_s=2.62~2.69g/cm³)により荷重増分比dp/p=1,載荷時間間隔1日と7日の一次元圧密試験を実施し、圧密量の経時変化について検討した.

載荷時間間隔または荷重増分比を変化させた場合の e~log(p)曲線を Fig.6 に示した.各載荷段階で計算した C_c の 平均値は1日間隔載荷で 0.84,7日間隔で 0.72 と 0.1 程度異なるが,図を見る限り載荷時間間隔の影響は小さいようである.Fig.7 は Fig.6 の各載荷段階の C_a を示したもので,正規圧密領域となる圧密圧力 157kPa 以上の C_a は, 圧密圧力の増加とともに著しく減少している.

圧密量 - 時間曲線の計算値と実測値の比較をFig.8 とFig.9 に示した.計算に用いた圧密係数cvと圧縮指数 C^{*}_cは, 計算結果が実測値に適合するよう試行錯誤で求め,図中には全圧密量に占める一次圧密量の割合として圧縮指数比 C^{*}_c/C_cを記入した.載荷時間間隔の大きな方が圧縮指数比 C^{*}_c/C_cは小さくなり,全圧密量に占める一次圧密量が 減少する.圧縮指数比と圧密圧力の関係をFig.10 に示した.圧縮指数比は,圧密時間の影響を受けて約 0.1~0.2 異な るが,正規圧密と過圧密領域による影響は小さくほぼ一定である.一般的に弾性挙動を示すと考えられる過圧密粘 土の圧密量には,粘塑性ひずみ成分がかなり含まれている可能性がある.

5.むすび

3-122

載荷時間間隔の異なる一次元圧密試験の全圧密量に含まれる一次圧密量について検討した.得られた結果は,次のように要約される.1)載荷時間間隔の異なる一次元圧密試験から得られる e~log(p)曲線は,圧密時間の影響を受けない.2)著者らの提案する二次圧密モデルによれば,各載荷段階の二次圧密係数の大きさと圧密時間が変化しても一次圧密量の大きさが変化するため,全圧密量による e~log(p)曲線や圧縮指数 C。が影響を受けない.

参考文献

1) Roscoe,K.H. and Burland,J.B.: On the generalized stress-strain behavior of wet clay, in Engineering Plasticity, Cambridge University Press, pp.535-609, 1968. 2) Bjerrum,L.(1967): Engineering Geology of Norwegian Normally Consolidated Marine Clays as Related to Settlements of Buildings, Geotechnique, Vol.17, No.2, pp.83-118, 1967. 3) 白子,杉山,赤石,外崎: 一次圧 密中の二次圧密挙動,土木学会第 59 回年次学術講演会概要集, pp.535-536, 2004.