

(Ⅲ - 1) 圧密圧力の大きさが圧密特性に及ぼす影響

東海大学工学部土木工学科 正員 赤石 勝
 (株)建設企画コンサルタント 正員 白子 博明
 (株)オオバ 正員 杉山 太宏
 東海大学工学部土木工学科大学院 学員 ○吉村 光正

1. まえがき

標準圧密試験における加重増分比は $\Delta p / p = 1$ である。この加重増分比が1より小さくなる程、圧密量～時間関係はクリープ的になりTerzaghiの圧密理論による圧密量～時間関係の形状とかなり異なるものとなる。Terzaghiの一次元圧密理論は周知のように、有効応力の原理とDarcy 則に基づいた間隙水の移動、粘土の有効応力～圧縮ひずみの関係に線形弾性を仮定して導いたものであり、このクリープ的な沈下を説明することは困難である。

本報告では、圧密圧力の大きさが圧密特性に及ぼす影響を調べるため、荷重増分比の異なる一次元圧密試験を実施し、圧密量～時間関係の変化を明らかにした。さらにクリープ的な圧密量～時間関係の原因の一つとして、低動水勾配における非Darcy 流れに着目し、一次元圧密における圧密量～時間関係の形状及び等方圧密における間隙水圧挙動を非Darcy 則を考慮した一次元圧密解析によって検討した。

2. 試料及び実験方法

実験に用いた試料は、千葉県柏市 ($G_s = 2.64, W_L = 99.6\%, W_p = 40.8\%$, 粘土分14.6%, シルト分38.4%)の試料を用いた。液性限界以上の含水比で練り返した試料を0.1あるいは1.6 kgf/cm^2 で予圧密した後、圧密圧力増分の大きさを変えて一次元圧密試験と等方圧密試験を実施した。

3. 実験結果と考察

図-3・1、図-3・2は、実験A及び等方圧密試験結果にそれぞれ $\sqrt{t}$ 法曲線定規法を適用して求めた圧密係数 C_v 及び体積圧縮係数 m_v と圧密圧 P の関係を示したものである。図より標準圧密試験、等方圧密試験ともに圧密圧 P の増加と共に m_v は減少するが、 C_v はほぼ一定値を示している。 $C_v (= k / m_v \cdot \rho_w)$ は m_v と透水係数 k に支配される定数であり、圧密圧力の増加と共に m_v が減少してもそれと同じ割合で k が減少するため C_v は圧密圧力の大きさによらずほぼ一定値になったものと考えられる。2つあるいは3つの圧密荷重増分 Δp による圧密量を合計し、1つの圧密量～時間関係を求め図-3・3に示した。図より、ある1つの圧密荷重範囲を1～3個に分割し大きさの異なる Δp で圧密しても、圧密荷重増分の合計が等しければ圧密量はほぼ等しくなるようである。しかしながら Δp や荷重増分比 $\Delta p / p$ は、圧密曲線の形状に著しく影響している。

図中にそれぞれの圧密曲線に $\sqrt{t}$ 法を適用して求めた圧密係数 C_v 値を示す。Terzaghi理論に基づく $\sqrt{t}$ 法を適用するのは間

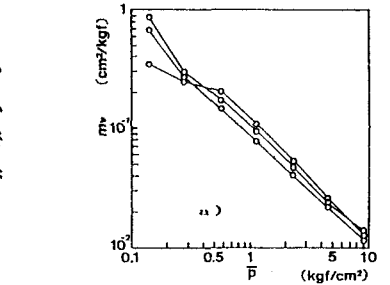


図-3・1 標準圧密試験による C_v 、 m_v ～ p 関係

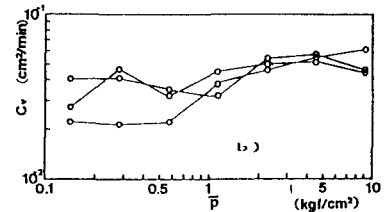


図-3・2 m_v 、 C_v と等方圧密圧力の関係

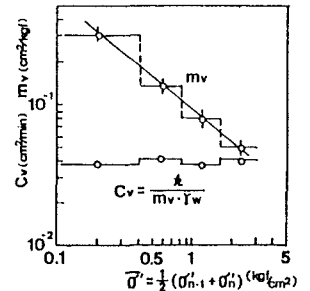


図-3・3 m_v 、 C_v と等方圧密圧力の関係

題であるが、若干強引に求めた C_v は Δp の小さいものほど小さな値が得られた。

等方圧密試験の各载荷段階の供試体底部で測定し圧密過程における過剰間隙水压 Δu から求めた C_v と有効圧密圧力 σ' の関係を示したのが図-3・4である。体積ひずみの経時変化から求めた C_v は、 Δu から求めた C_v の圧密末期の値に相当するようである。これらの実験結果は、Terzaghiの圧密理論に含まれるDarcy 則の妥当性に関する問題点を示すものと考えられる。

4. 非Darcy 流れの適用性

吉国らは、次の非Darcy 則を提案している。本報告ではパラメータが少なく簡便なため、この非Darcy 則を用いた一次元圧密解析を行なった。

$$\begin{aligned} 0 \leq i < 2i_o. \quad v &= k (i / 2i_o)^2 \\ i \geq 2i_o. \quad v &= k (i - i_o) \end{aligned}$$

ここに、 v は流速、 i は動水勾配、 $2i_o$ は限界動水勾配である。

図-4・1は、3つの荷重増分比における圧密量～時間関係と非Darcy 則を考慮した計算結果を比較したものである。図より両者はよく対応していることがわかる。計算に用いた定数は図中に示すが、 m_v は図中各実測沈下量より求め C_v は標準圧密試験結果の平均値とした。

図-4・2は、等方圧密試験結果の圧密沈下曲線及び間隙水压の経時変化と非Darcy 流れの計算結果及びDarcy 流れの計算結果を比較したものである。いずれの計算結果も実測値との対応は良いようである。しかしながら、両計算結果より得られる供試体底部の過剰間隙水压から求めた C_v は、図-4・3に示すとおり非Darcy 流れを考慮した場合の方が、実測間隙水压から求めた C_v の経時変化に近い。これは、等方圧密時の過剰間隙水压挙動が非Darcy 流れの存在の可能性を示唆するものと考えられる。

5. まとめ

圧密圧力の大きさが圧密特性に及ぼす影響について検討した。今後、圧密中の非Darcy 流れの有無を課題としたい。

参考文献

吉国, 桑重; 第14回土質工学研究発表会 P213 ~ 216(1979)
赤石, 白子; 土質工学論文報告集, Vol21, No.3, (1981)

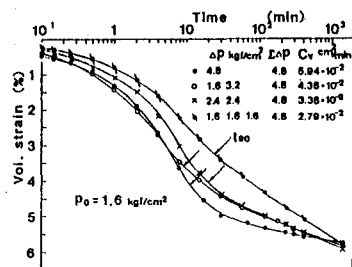


図-3・3 体積ひずみ-時間関係

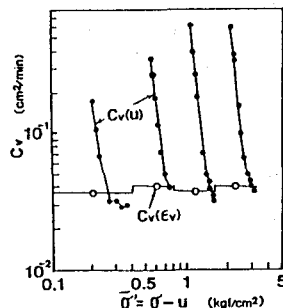


図-3・4 各载荷段階毎の C_v の変化

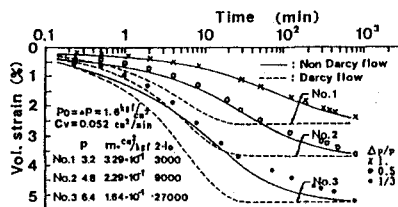


図-4・1 ダルシー流れと非ダルシー流れによる体積ひずみ-時間関係の比較

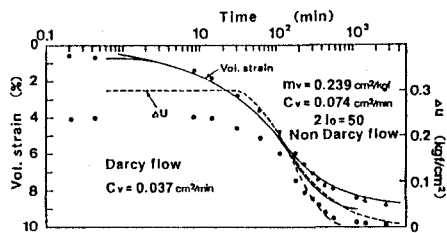


図-4・2 ダルシー流れと非ダルシー流れによる間隙水压、体積ひずみ-時間関係の比較

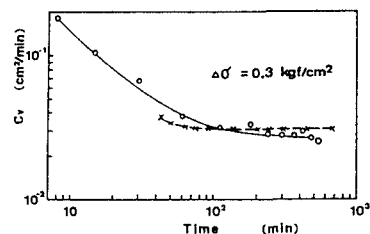


図-4・3 等方圧密試験による C_v の経時変化