非ダルシー流れが一次元圧密沈下速度に及ぼす影響

1	1+	ドム	1-
Ι.	14	Lα	-

標準圧密試験から得られた圧密定数を用いて実 地盤の最終圧密沈下量や厚圧密沈下速度を予測す る際,理論による予測と実地盤における沈下挙動と がかなり相違する原因の一つとして,圧密中の間隙 水の排水における非ダルシー流れの影響がかねて から指摘されている^{1,2)}.難透水性の粘土において は,下限動水勾配といわれる値*i*を超えるまでは間 隙水の流動速度は極めて小さいため,圧密後期に現 れる低動水勾配下での間隙水の排水が圧密沈下速 度に少なからず影響を及ぼすことが考えられる.本 研究は,圧密試験で圧密された粘土について変水位 型透水試験および定水位(定加圧)型透水試験を実施 し,低動水勾配域における透水特性の変化を確認す るとともに,それが現位置粘土地盤の圧密沈下速度 に及ぼす影響について検討したものである.

2. 実験概要

実験装置は、標準圧密試験の圧密試験容器の下部 排水コックに、透水試験用のスタンドパイプ(内径 2mm)と二重管ビュレット(内径 2mm)を連結したも ので、その構成を図-1に示す.スタンドパイプは低 動水勾配の透水係数測定に用い、圧密容器水浸箱に も同径のガラス管を立てて毛管上昇によるスタン ドパイプ水位の補正を行った.二重管ビュレットは 高動水勾配の測定用で、ビュレット上端から圧力調 整器によって設定された空気圧をビュレット内の 水面に加圧することにより、高い動水勾配下での透 水試験を行えるようにしたものである.



図-1 実験装置

試料には美術工芸 用に市販されてい る彫塑粘土を用い た.物理試験の結果, 土粒子の密度 $\rho_s =$ 2.56 g/cm³,自然含 水比 $w_n =$ 36.2%,液 性限界 $w_L =$ 58.2%, 塑性限界 $w_p =$ 18.7%, 粒度は 75μ m 通過 率 100%, 5 μ m 以下 (粘土分)含有率 77.5%であった.

東海大学大学院 学生会員 〇村上 文都 東海大学大学院 正会員 本間 重雄

3. 圧密粘土の透水特性

図-2 は実験から得られた粘土内の動水勾配 i と平 均流速vの関係を示したものである.(a)は動水勾配が 25 以下の低動水勾配域を, (b)は測定範囲全体を示し ている. 図-2 (b)によると、粘土内の動水勾配と平均 流速の関係は、いずれの圧密圧力に対しても直線関 係を示しダルシーの法則が成立している. それぞれ の直線の勾配, すなわち透水係数 k は, 圧密圧力の増 加につれて規則的に減少している. 図-2 (b)の各直線 は原点をわずかに外れた点に収束しているように見 えるが、それを拡大してみたのが(a)である. 図-2 (a) を見ると, v-i 関係は圧密圧力ごとに異なった動水勾 配のところで流速が変化している. この v-i の線形 関係から外れる点より小さな動水勾配では,明らか に粘土の透水性が低下していることになる. この点 の動水勾配を限界動水勾配 i_c とすると, i_c の大きさ は6.5~13であり、 圧密圧力の増加につれて増大する 傾向がみられる.



図-2 流速と限界動水勾配の関係

キーワード:透水性,限界動水勾配,非ダルシー流れ

連絡先:〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117 東海大学工学部 Tel 0463-58-1211 FAX 0463-50-2045

図-3 は浸透現象と関 連する土の状態量である 間隙比 e と透水係数 k お よび限界動水勾配 i_cの関 係を示したものである. ここでの透水係数 k は, v-iの線形性が成立する範 囲の値である.図-3 より, 圧密によって粘土の間隙 比が減少すると透水係数 は対数的に減少し,限界 動水勾配は逆に拡大して いくことが見てとれる.







図-3 透水係数と限界動水勾配の変化

4. 非 Darcy 流れが圧密沈下速度に及ぼす影響

室内の標準圧密試験では、各圧密圧力により粘土 内の間隙水は非常に大きな動水勾配のもとで排水 されるため非ダルシー流れの影響は結果に現れな いが, 原位置の層厚が大きい粘土層では相当小さ な動水勾配のもとで圧密が進行するため、圧密後期 の圧密沈下速度にかなりの影響が出ることが予測 される³⁾.このため、実験で得られた限界動水勾配 を一次元圧密方程式に取り込んだ差分計算を行い、 (*i*_c 以下の *v*-*i* 関係を *v*=*ai*² の 2 次曲線で近似 $[a = k/2i_c]$),粘土層厚の増大に伴って圧密中に発 現する低動水勾配がどの程度時間-圧密量曲線に 影響を及ぼすのかを調べた. 図-4 は層厚を標準圧密 試験の2倍,10倍,100倍,500倍に変えて計算した 圧密沈下速度の結果である.図によると,層厚20 cm (10 倍)までは非 Darcy 流れの影響はごくわずか であるが、層厚 2m 以上では圧密速度にかなりの差 がみられる. 図中の矢印は低動水勾配が発現する時 間を示しており、それらは層厚が増すにつれて次第

に早期に現れ,層厚10m(500倍)では全期間が低動 水勾配下で圧密が進行する結果となる.以上の結果 から,非Darcy流れが一次元圧密沈下速度に及ぼす 影響は,標準圧密試験のような薄い供試体では見極 めることができず,原位置の数メートルの厚さの粘 土層に対しては顕著に現れることが明らかになっ た.

5.まとめ

本研究の結果から,低動水勾配における非ダルシ 一流れは粘土層厚が増大するにつれ圧密沈下速度 に大きく影響を及ぼすことが確認できた.今後は, 粘土骨格変形における粘土圧縮の影響も取り込ん だ研究を進める予定である.

【参考文献】

1) 吉国洋・桑重和昭: 飽和粘土の低動水勾配域にお ける透水特性, 第 14 回土質工学研究発表会講演集, pp.213-217 (1979), pp.159-162 (1982). 2) 土と基 礎: 沈下予測の実際 (小特集), Vol.41, No.2, pp.1-28 (1993). 3) 今井五郎: 飽和土の一次元圧密, わかり やすい土質力学原論 (第 1 回 改訂版), 地盤工学会, pp.187-239 (1992).