

自然地盤の成層状態とその影響

鳥取大学大学院 (学) ○大坪 亮太
鳥取大学工学部 (正) 榎 明潔
鳥取大学大学院 (学) 井上 卓司

1. はじめに

自然地盤の構造は長い年月を経るに於いて様々な条件下、つまり堆積時の環境や土粒子の物理化学的性質、土中の応力状態や応力履歴などの多くの要因が複雑に作用して形成される。このように形成された地盤は外力が作用した場合に異方的な性質を示すと考えられている。従来の研究で異方性の対象としてきたのは地盤の構造や応力状態についてである。前者の構造異方性については土粒子に対するミクロな観点についてのものであった。地盤の構造異方性を実際の土木構造物について考える場合、地盤の成層状態のようなマクロな観点についての方が寸法効果を考えても現実的であると考えられる。今回の研究では自然地盤の成層状態を調べ、地盤に現れる強度異方性は成層状態に起因するものであるのかを検討する。

2. 自然地盤の成層状態について実験による検討

実験で用いた試料は、岡山市新産業ゾーン整備事業地下水調査に於いてボーリングし採取されたものから地表下GL-8.997m~9.100mまでを用いた。成層状態を検討する為に強度試験(一面せん断試験)と物理試験(比重試験、液性・塑性限界試験、粒度試験、含水比試験)を行う。ここで成層状態調べるのであるから、堆積層土の本来の性質が現れるように試料をシンウォールチューブより押し出してスライスし、またその試料分量で強度試験後に各物理試験が可能であり、標準的な20mm供試体の場合の各試験結果と比べ誤差やばらつきを少なくしにその最小量を決定する。この最小量を定めるために藤の森粘土を練り返し、予圧密したものを供試体として各実験を行い決定した。供試体高さを変更するためにスパーサーを作製し用いた。この結果上記の自然地盤材料について5.0mmの高さにスライスすることとした。自然地盤材料に対する実験結果を図-1に示す。

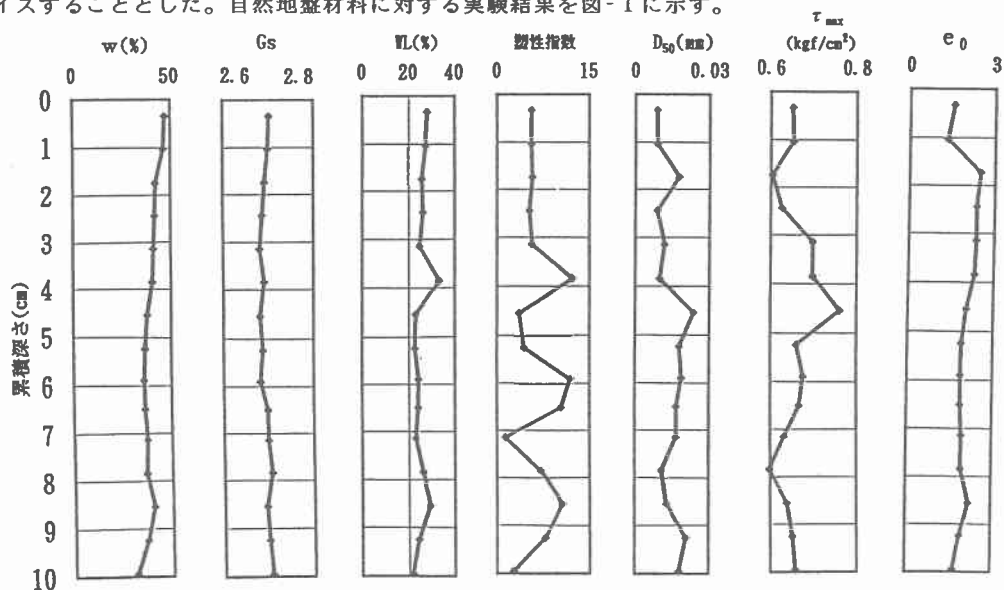


図-1 累積深さと各物性値

3. 成層状態と地盤の強度異方性

成層地盤と強度異方性の関係について破壊理論を考案し、それに適合するような模擬成層地盤モデルを考え、そのモデル地盤試料について強度試験を行い成層状態が強度に異方性をもたらすのかを検討する。成層モデル地盤は、砂(φ材)・粘土(c材)が互層になっていると考え、その構成は各土がほぼ平面に堆積し圧密してきたものとする。また各土の層厚さは同一の土では全て均等とする。

実験試料はφ材には豊浦標準砂を、c材には藤の森粘土を使用した。これらのφ・c材を互層にする方法は、実験に必要な供試体高さを予め決定し、理論式より具体的なφ・c値を与えて理想的な各層の厚さを求める。今回はφ、c材の厚さを均一5.0mmとし、その厚さ分の試料が得られるようにc材は単体で0.5 kgf/cm²まで予圧密して、その後スライスしてφ材と交互に敷き詰め更に0.7kgf/cm²まで予圧密した。

実験方法として上記の試料について粘土は非排水条件(UU条件)、砂は排水条件(D条件)になるようにせん断速度を1.0mm/minとし一面せん断試験を行った。実験と理論は共に堆積方向角α(せん断面から堆積平面までの開き)を0, 30, 60, 90°と変化させて得ている。また載荷荷重σは0.7, 1.0, 2.0 kgf/cm²である。σ=2.0 kgf/cm²時の各土とモデル地盤のせん断τ-σを図-2に示す。

破壊理論は一面せん断試験を行うのでCoulombの破壊基準より $\tau = c + \sigma \tan \phi$ を用いて表す。φ、c材のパラメーターをs、cのサフィックスをつけて表す。φ、c材についてせん断応力は τ_s, τ_c 、せん断面積は A_s, A_c 、強度定数は粘着力項 c_s, c_c 、せん断抵抗角 ϕ_s, ϕ_c と表す。ここで全せん断力Fは、 $F = \tau A = \tau_s \cdot A_s + \tau_c \cdot A_c$ 、つまり置換率 $a_s = A_s / A$ を導入してφ、c材のパラメーターを用いると基本となる全せん断応力の理論式は $\tau = (c_s + \sigma_s \cdot \tan \phi_s) \cdot a_s + (c_c + \sigma_c \cdot \tan \phi_c) \cdot (1 - a_s)$ と表される。各パラメーターはせん断時の排水条件(UU, CU, D条件)によって決まり、また全垂直応力σは応力分担比n(n=無限大の時、垂直荷重σは全て砂で受け持つように考える)を導入する方法も考える。

◎実験結果と理論値を比較する上での問題点

モデル地盤のc材の層厚さが薄いので排水条件をコントロールするのは困難である。よってφ材は常に排水条件と考えられるがc材は排水条件となるか非排水条件となるかは圧密時間、σ_c載荷後の放置時間、またせん断速度等によっても変わるので、全ての理論式について計算し適合するかを検討する必要がある。よって次の条件について検討する。φ材、c材が共に排水条件(D条件)でn=4の時の理論値と実験値との関係(図-3)、φ材は排水条件(D条件)、c材は非排水条件(CU条件)でσ=σ_s=σ_cとなる時の理論値と実験値との関係(図-4)。

4. おわりに

自然地盤の成層状態について物性値の変化が顕著に現れ、特に塑性指数と平均粒径の変化は実験の誤差を考慮しても堆積物が異なり、成層していると考えられる。

成層モデル実験について図-3より両材料がD条件のときα=0°で、また図-4よりφ材は排水条件(D条件)、c材は非排水条件(CU条件)でα=30, 60, 90°のときに適合性が良くなる傾向にある。このような一貫性のない結果を得たのは、モデル地盤試料の層の厚さが薄いため排水状態をコントロールしにくく、実験毎に条件が変化した可能性が高いからである。

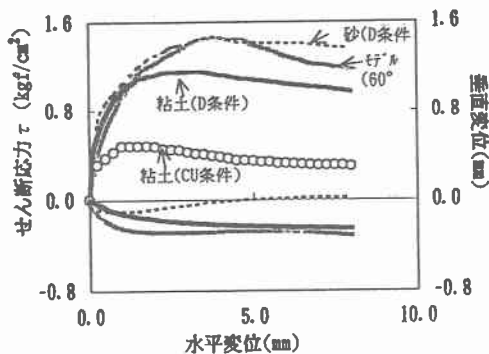


図-2 各土とφ・c地盤の主要なせん断τ-σ

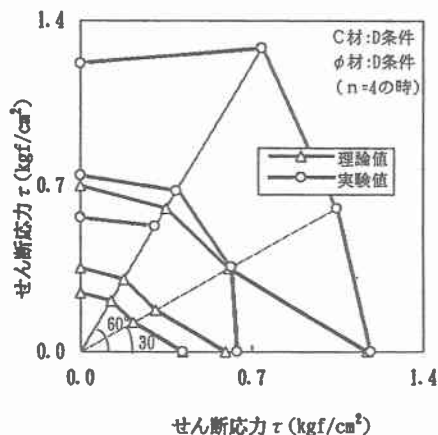


図-3 φ・c実験値と理論値(D条件, n=4)

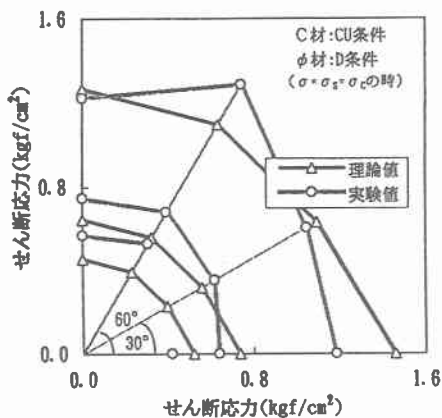


図-4 φ・c実験値と理論値(CU, D条件)