

III-285 粘性土の圧縮性の異方性とその要因

埼玉大学大学院 学員 ○井澤孝治

埼玉大学工学部 正員 風間秀彦

1. まえがき 土は通常異方応力状態にあり、しかも程度の違いがあるにせよ構造的にも異方状態にあり、そのために力学的に異方性を示すことは周知の事実である。しかし、力学的異方性の程度は、特に粘性土の場合応力状態や構造のみに左右されるのではなく、物理化学的作用が顕著なため各種の要因と複雑に係わっている。そこで、本報告は各種粘性土の圧密特性のなかの圧縮性に着目し、異方性に及ぼす諸要因について明らかにすることを目的とした。そして、既に報告した一軸圧縮強度の異方性の結果¹⁾も含めて構造的な観点から考察を加えた。

2. 試料、及び実験方法 実験に用いた試料は20数個の乱さない沖積粘性土と性質の異なる4種類の粘土(志木、日本橋、川崎、カオリン)を各種の荷重で一次的に再圧密したものである。これらの試料から鉛直方向、あるいは圧密荷重の作用方向と試験の圧縮方向とのなす角を θ として $\theta=0^\circ, 90^\circ$ になるように供試体を切り出し通常の圧密試験を行った。また、一軸圧縮試験もこれと同様な方法で実施した。

3. 実験結果、及び考察 まず、圧縮性の異方性から述べる。図-1は再圧密した志木粘土の $p=12.8\text{kgf/cm}^2$ における時間とひずみの関係である。過圧密領域における初期の沈下は 0° の方が大きい但最终沈下量は 90° の方が大きい。しかし、正規圧密領域では全く逆の傾向を示し一次圧密域では 90° の沈下速度が大きく50%圧密に要する時間は 0° より 90° の方が1~2割小さい。さらに、二次圧密域でのクリープ的な沈下は 0° の方が顕著である。これは両者の構造による透水係数の相違と応力状態による圧密降伏応力の相違に起因している。乱さない試料の塑性指数と圧縮指数の関係を示したのが図-2である。既に多くの報告²⁾にあるように塑性指数が大きくなると圧縮指数は増大するが、 0° と 90° の差は塑性指数が大きくなるにつれて増大する傾向がある。つまり、圧縮性の異方性の程度は塑性指数が大きいくほど増加する。この現象は 90° の方が圧密降伏応力が小さいために、 0° より先に正規領域に入り沈下が進むためである。同様に膨張指数との関係を表したものが図-3である。圧縮指数と同様に塑性指数が大きくなると膨張指数も大きくなるが、異方性に関しては明瞭でない。これは高塑性の粘土ほど配向性が大きく、配向したベッドの弾性変形が大きいために考えられる。一方、 0° と 90° の二次圧密速度の比と塑性指数との関係が図-4である。二次圧密速度の異方性は低塑性の粘土ではほとんど認められないが、塑性指数が大きくなると異方性は増加する傾向がある。また、圧縮指数と二次圧密速度の比は $C_{de}/C_c=0.016\sim0.022$ で塑性指数によらずほぼ一定になり安川ら³⁾の報告と概ね一致した。圧縮性の異方

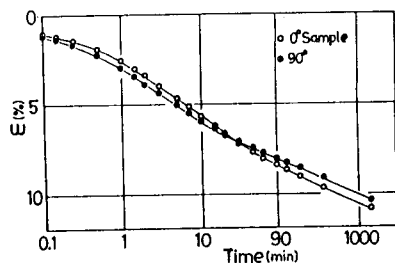


図-1 時間～ひずみ曲線

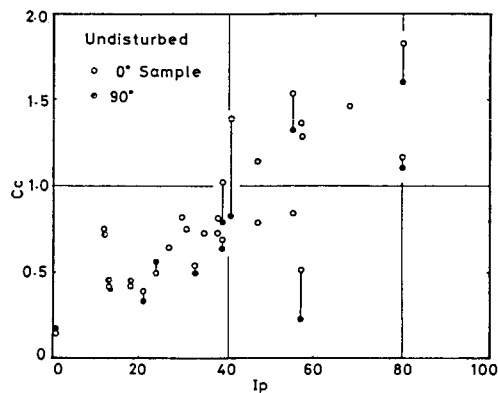


図-2 塑性指数と圧縮指数の関係

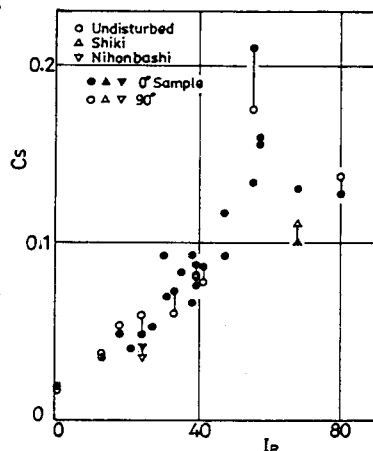


図-3 塑性指数と膨張指数

性の要因について他の土質定数との関係を検討した結果、活性度や粘土分は塑性指数と同様な傾向があるが、圧縮指数の比と圧密降伏応力の比の関係などは必ずしも明瞭でない。

つぎに 0° と 90° の供試体の一軸圧縮試験から求めた変形係数の比、また一軸圧縮強さの比を塑性指数に対して表したのが図-5、6である。一軸圧縮強さ、及び変形係数の異方性は塑性指数が小さいほど顕著であり、前述の圧縮指数や二次圧密速度の傾向とは対照的である。さらに、一軸圧縮強さの比と配向度との関係を示したものが図-7である。ただし、図中の○印は乾燥収縮量と圧密降伏応力から配向度⁴⁾を推定した値であり、他は顕微鏡写真解析から求めた配向度である。配向度が高いほど異方性が大きく、主応力の回転の影響もあるが、構造が一軸圧縮強さの異方性に、大いに影響していることは明瞭である。一方、圧縮指数の比と配向度との関係については明瞭な傾向は認められなかった。

以上の圧縮性や強度とその異方性について構造的な面から考察してみる。通常粘土はある程度の配向性をもっており、これを圧密すると 0° サンプルは荷重の増加とともに配向度は徐々に増加するのに対し、 90° サンプルは圧密荷重の作用に伴いより安定な構造に移行するために初期の構造から一旦ランダム化し、その後次第に配向性が增加するが、 12.8kgf/cm^2 の荷重で圧密しても両者の構造や配向度は同じにならない⁵⁾。高塑性の粘土は砂やシルト粒子が少なく圧縮性が高いので、 90° サンプルでは粘土粒子からなるベットの移動や回転が容易に行われ、構造的な変化が著しく、そのために 0° との差が大きく、圧縮性の異方性が大きくなる。しかし、低塑性の粘性土では砂やシルト粒子によってベットの移動が妨げられて両者に差がなくなると考えられる。一方、低塑性の粘性土はせん断力が主に砂やシルト粒子によって伝達されるため、砂やシルト粒子の構造の差によって強度異方性が顕著になるのに対し、高塑性の粘土ではせん断力がベットで支持され容易に変形しやすいので異方性が小さいと思われる。ただし、これらの異方性の程度には主応力の回転や圧密降伏応力などが影響していることはいうまでもない。

4. まとめ 乱さない粘性土や再圧密粘土の圧縮性の異方性は塑性指数が大きいほど著しいが、一軸圧縮強さは塑性指数が小さいほど異方性が顕著な傾向が得られた。これに関して構造の観点からある程度説明できた。

参考文献 1) 風間他：一軸圧縮強度の異方性とその要因、第21回土質工学研究発表会、1986、 2) たとえば、小川他：港湾地域における土の工学的諸係数の相関性、港湾技術研究所報告、第17巻、第3号、pp.3-89、1978 3) 安川：粘土の圧密特性とコンシステンシー特性の相関性について、第40回土木学会年次講演集、III、p.565、1985 4) 山内他編：本邦各種粘性土の土構造と工学的性質、多賀出版、pp.191-198、1985 5) 風間他：圧密過程における粘土の構造変化、土と基礎、29巻3号、pp.11-18、1981

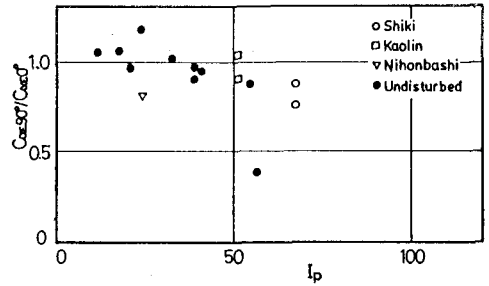


図-4 塑性指数と二次圧密速度の比

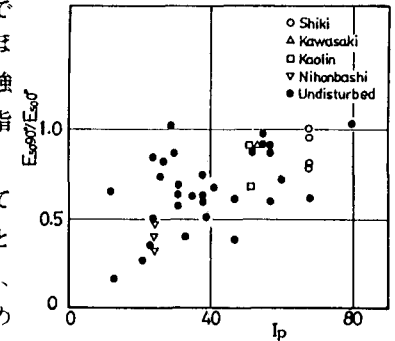


図-5 塑性指数と変形係数の比

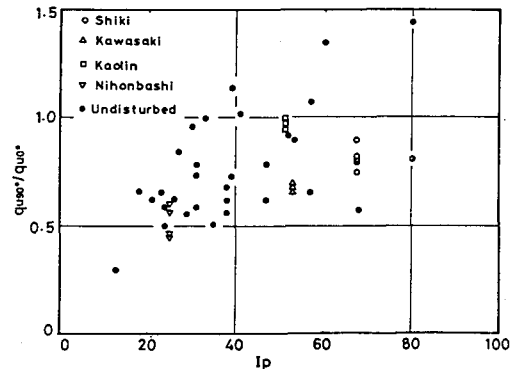


図-6 塑性指数と一軸圧縮強さの比

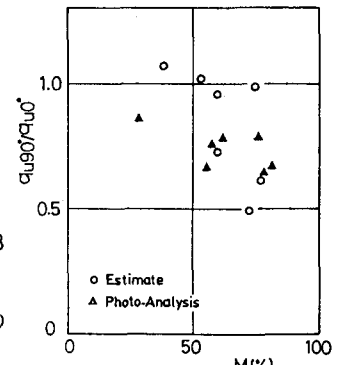


図-7 配向度と圧縮強さの比