

埼玉大学工学部 正会員 風間 秀彦
 埼玉大学大学院 学生員 中村 正明

1. まえがき 粘性土の微視的構造が力学的性質に影響を及ぼすことは周知の事実である。既に、乱さない粘性土の微視的構造形態、定性的な骨格構造を定量化した配向度、および乾燥収縮率と配向度等の関係については報告した。そこで、本報告は新たに10個余りの試料を追加し、自然状態における初期配向性に影響する諸要因や圧密に伴う配向性の増加傾向等について各種の検討を行い、考察を加えたものである。

2. 試料、および実験方法 実験に用いた試料は主に関東地方の乱さない沖積粘性土30数個であり、日本統一土質分類ではCH, CH, MH, MLに分類される。これらの試料について物理試験と圧密試験(最大荷重12.8 または 102.4 kgf/cm²)を行い、また圧密前と圧密後の供試体について電子顕微鏡写真を用いた構造観察、配向度の測定を行った。なお、実験と測定方法の詳細については参考文献²⁾を参照されたい。

3. 結果と考察 一般に粘性土の配向性は、土かぶり荷重や圧密荷重に支配される。そこで、圧密圧力と配向度との関係を図-1に示した。圧密圧力12.8 または 102.4 kgf/cm²の値は圧密試験後の配向度(測定点が重複するので一部削除)であり、それ以外は自然状態のもので圧密降伏応力に対してプロットした。配向度Mは、M=0%がランダム配向、M=100%が完全配向を示す。この図から、まず圧密圧力の増加に伴い配向度は上昇するが10 kgf/cm²を越えると増加する割合が急に小さくなり、特に12.8から102.4 kgf/cm²では配向度の増加がきわめて小さいことがわかる。また、土の種類によって分布範囲が限

定される。つまり、自然状態および圧密後においても、CH, CHは実線の範囲に、MH, MLは破線の範囲に分布し、MH, MLよりもCH, CHの方が全体的に配向度が高い。堆積した粘性土の構造は、堆積条件や土粒子、水系の物理化学的な相互作用、さらにその後の応力条件、時間効果など二次的な要因に支配される。ここでは、そのうちの粒度組成、間隙比、応力などの土質工学的な面から配向性を方向づける要因について考えてみる。まず自然状態のときの初期間隙比と配向度との関係を図-2に示した。全般的に同じ間隙比に対して、CH, CHよりMH, さらにMLの方が低くなるが、間隙比のみに配向度は支配されているとはいえない。そこで、粒度組成が配向度に影響すると予想されるので、粒度試験から求めた砂とシルトの含有率と自然状態の配向度との関係を図-3に示した。図からわかるように、砂とシルトの含有率が減少すると、つまり粘土の含有量が増加するにつれて配向度は大きくなる傾向がある。図-4は顕微鏡写真から構造形態を模式化したものである。(a)のように砂やシルト粒子が少ない場合(主にCH, CH)粘土粒子からなる P_{cl} は粗粒子によって配向を妨げられることが少ないため、堆積方向に配向が進みやすいが、(b)のように、

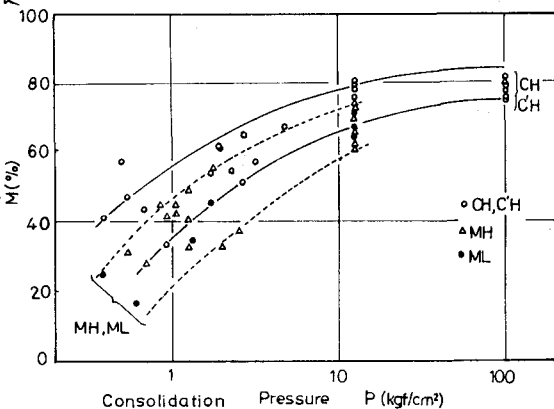


図-1 圧密圧力と配向度の関係

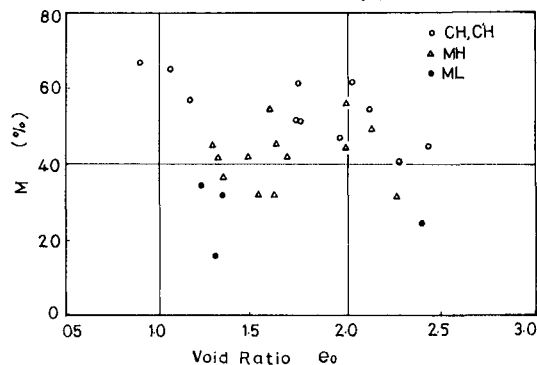


図-2 間隙比と自然状態の配向度の関係

砂やシルト粒子が多く、かつ大きい場合（主に MH, ML）, P_{ed} は移動が拘束されるために堆積方向に配向が進みにくく、むしろ砂やシルト粒子に対して配向しているものもある。したがって圧密後においても CH, CH のグループの方より MH, ML のグループの方が一般的に配向度は低くなる。しかし、砂、シルト含有率と圧密後の配向度との関係は良好な結果が得られなかった。これは、圧密によって MH, ML でも配向度が増加し、CH, CH との差が小さくなるためと思われる。図-5 は圧密試験後の配向度と P_{ed} の偏平度 T/L （ T : 短軸の長さ, L : 長軸の長さ）の関係である。全体的に偏平度が小さいものほど配向度は大きくなり、また CH, CH の方が偏平度は小さい。これは粘土粒子は偏平なものが多いので偏平な P_{ed} になり、比較的丸い P_{ed} より偏平な P_{ed} の方が外力に対して不安定なためにより安定な位置に移行する。この傾向は CH, CH の方が顕著であり、MH, ML に比べて含水量、圧縮性が高いことから理解できる。一方、自然状態の偏平度については規則性は明瞭でない。これは砂、シルト含有率が少い場合 a 砂、シルト含有率が多い場合

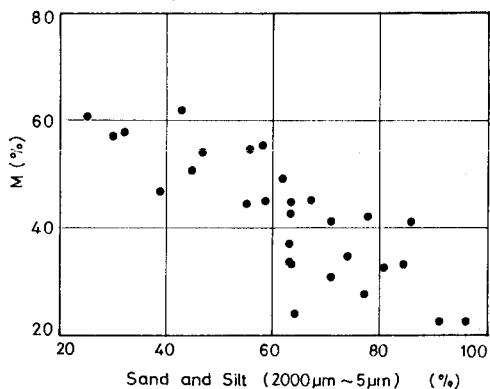


図-3 砂、シルト含有率と自然状態の配向度

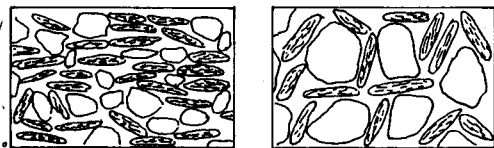


図-4 砂、シルト含有量の違いによる模式図

図-6 は Mesri³⁾ の二次圧密速度 $E_s = \Delta e / \Delta \log t$ と $P = 12.8 \text{ kgf/cm}^2$ の時の配向度との関係である。これより E_s が大きくなるほど配向度は高くなることがわかる。つまり、二次圧密域での沈下速度が速いほど配向が進むということであり、二次圧密と骨格構造の変化を結びつける上で非常に興味深い。なお、 E_s を求めるにあたり用いた値は圧密荷重 6.4 または 12.8 kgf/cm^2 のときで 8 時間後のデータをを用いた。また、ここでは示していないが二次圧密域のみずみ速度と $P = 12.8 \text{ kgf/cm}^2$ 時の配向度との関係においても同様な結果が得られたことを付記する。

4. まとめ 以上の結果をまとめると次のようになる。①自然状態では似たような土質なりは先行圧密荷重が高いほど配向度は高い。また、砂、シルト含有率が配向性に影響を及ぼし、CH, MH, ML と砂、シルト分が多くなるほど配向度は低くなる。②圧密後では P_{ed} が偏平なものほど配向度が高くなる。また、Mesri の二次圧密速度が大きいほど配向度は高くなる。しかし、今回の結果は沖積粘性土に対するもので、洪積粘土については別途検討する必要があると思われる。

参考文献 ①風間, 中村; 乱さない粘性土の構造と乾燥収縮について, 第19回土質工学研究発表会, 1984. ②風間他; 圧密過程における粘土の構造変化, 土と基礎, 29-3, PP 11-18, 1981. ③Mesri, G.; Coefficient of Secondary Compression, Vol. 99, SM 1, PP 123-137, 1973. ④風間他; 圧密過程におけるみずみ速度について, 第15回土質工学研究発表会, PP 213-216, 1980

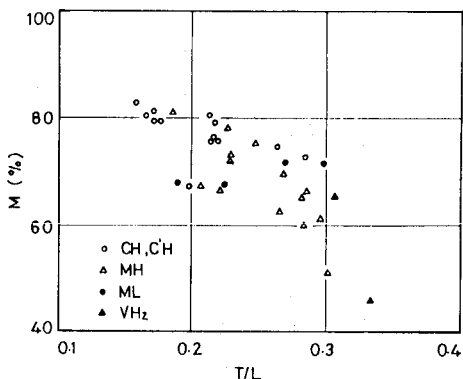


図-5 偏平度と圧密後の配向度

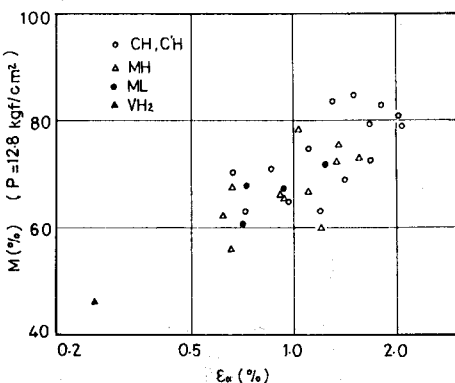


図-6 二次圧密速度と $P = 12.8 \text{ kgf/cm}^2$ のときの配向度