

粘土の圧縮特性に及ぼすセメンテーションの影響について

佐賀大学 学 ○白木 潤 院 山寺 彰
佐賀大学 正 三浦 哲彦

1. はじめに 攪乱粘土と不攪乱粘土の圧密挙動を比較した時、同じ圧密圧力に対応する間隙比は、常に不攪乱粘土の方が大きい。これは、両者の構造に違いによるものと思われる。本報では、高圧縮性、高鋭敏性を有する有明粘土の粘性土構造について検討するとともに、セメンテーションが圧縮に及ぼす影響について考察する。

2. 実験方法 実験は、標準圧密試験及び、圧密容器を用いた変水位透水試験¹⁾を行った。透水試験は各圧密段階終了ごとに実施した。試料は、佐賀空港造成地内で採取した有明粘土($G_s=2.632$, $w_n=130\%$, $w_L=100$, $w_p=45$)を使用した。固化粘土の作製方法として、液性限界に含水比調整した粘土に、乾燥重量の5%のセメントを加え、攪拌機で10分間混合した後、圧密リングに隙間無く詰め、恒温恒湿室(室温 $20\pm 3^\circ\text{C}$ 、湿度70%)で35日間養生させた。

3. 攪乱粘土の圧縮特性 図-1は種類の異なる攪乱粘土の圧密曲線を示す。ここでNagaraj²⁾は液性限界状態の間隙比(e_L)に注目し、繰返し曲線の正規化を行い、次式を導いた。

$$\{e/e_L\} = 1.122 - 0.234 \log \sigma'_v \quad (1)$$

これは攪乱粘土の圧密挙動が e_L に依存することを意味している。同図に攪乱した有明粘土の圧密試験結果をのせると比較的良好な一致がみられ、有明粘土への式(1)の適用性が確認された。

4. 不攪乱粘土及び固化粘土の圧縮特性 粘性土構造のモデルとして、土粒子の集合体(クラスター)がリンク状に並び、セメンテーションを有する場合には、この結物質がクラスター間を連結していると考えた。(図-2)。さらに土の $e \sim \log \sigma'_v$ 曲線は図-3に示すように3つのゾーンに分けられ、土の圧密圧力を式(2)のように表した。

$$\sigma'_v = \sigma'_R + \sigma'_b \quad (2)$$

ここで σ'_R は圧密圧力とともに増大する粒子間の干渉力による応力成分で、圧密圧力の増加に伴い大きくなる。また σ'_b はセメンテーションの応力成分であり、どの圧密圧力下でも一定値を保持する。そしてこれら両者の比率は初期の粘土の状態に依存するとしている。図-4は、室内試験結果から得られた不攪乱粘土の結果を整理したものである。ここで、繰返し曲線は式(1)における e_L を自然含水比状態の含水比 e_n に換算して導いた。更に σ'_b が圧密圧力にかかわらず一定であることから、完全不攪乱粘土の予測曲線を描くことができる。同図から不攪乱粘土の σ'_b は広い圧密圧力下でほぼ一定値となることが確認できた。また不攪乱粘土の圧密曲線に及ぼす乱れの影響等を考慮すると、実地盤での降伏応力は室内試験結果から得られる値より大きいことが推測できる。この不攪乱粘土の試験結果から、実地盤での降伏応力は47.0 kPa、 σ'_b は40.2 kPaと求まる。図-5は初期間隙比がほぼ等しい攪乱粘土と不攪乱粘土の圧密試験結果を示す。同図(b)に示

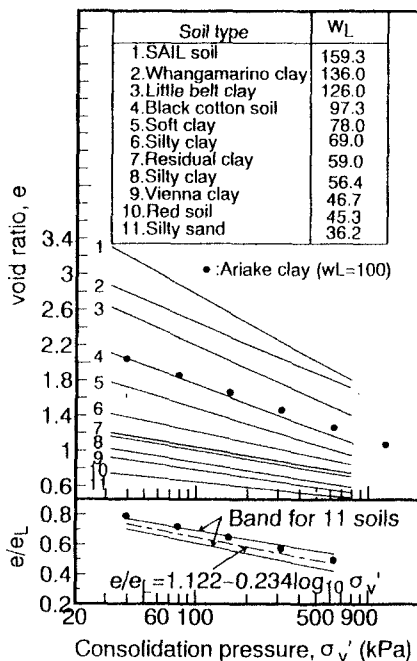


図-1. 攪乱粘土の圧密曲線

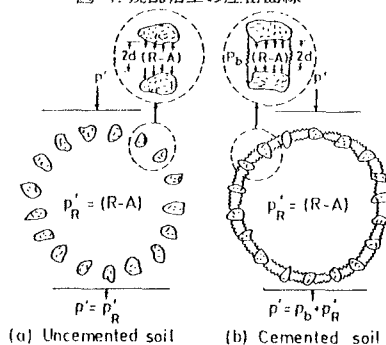


図-2. 粘土構造のモデル(Nagaraj²⁾)

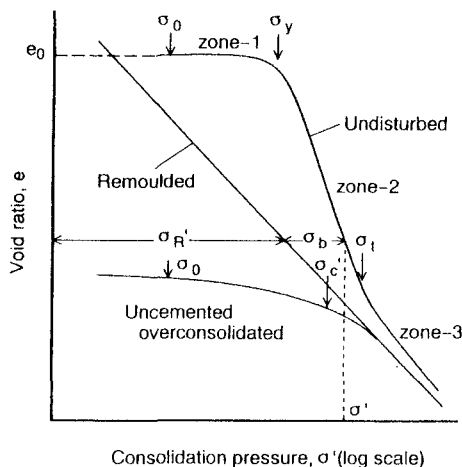


図-3. セメンテーションを有する粘土の圧密曲線

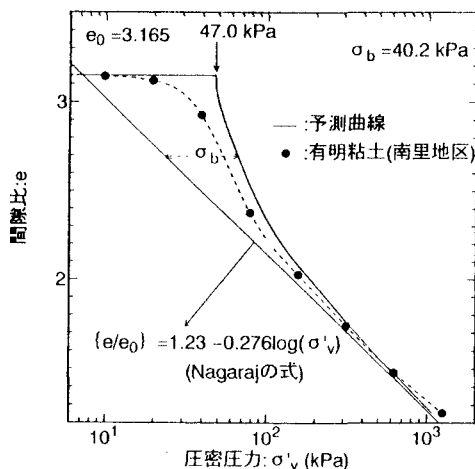


図-4. 不攪乱粘土の圧密曲線

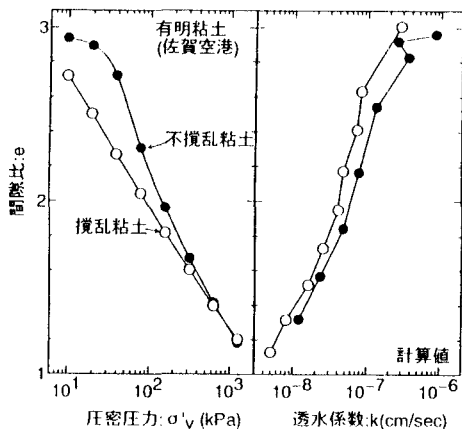


図-5. 不攪乱粘土と攪乱粘土の $e \sim \log \sigma'_v$ 及び $e \sim \log k$ 関係

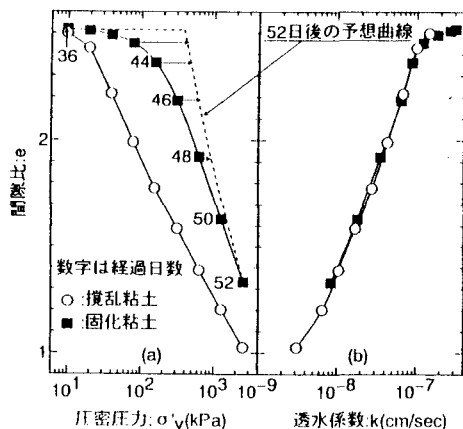


図-6. 固化粘土と攪乱粘土の $e \sim \log \sigma'_v$ 及び $e \sim \log k$ 関係

すように、同じ間隙比状態における透水係数は、圧密圧力の違いにかかわらずほぼ一致している。次に図-6の(a)に示した固化粘土の圧密曲線においては、固化粘土強度の時間依存性から³⁾、式(2)の σ_c に相当する量が時間に依存すると推察される。また、同図(b)に示す間隙比と透水係数には、圧密圧力に依存しない一定の関係があり、人為的セメンテーションを与えた固化粘土においても同じ粘性土構造を持つと推察される。

5. 結論 これらの実験結果より、以下の知見を得た。

- 1) 攪乱した有明粘土の圧密曲線を e_u で除して正規化すると、Nagarajの導いた繰返し曲線近傍に収束する。
- 2) 不攪乱粘土の室内試験結果より、実地盤における完全不攪乱状態の降伏応力と、圧密曲線が推定できる。
- 3) 固化粘土の σ_c は時間に依存すると推察され、今後の検討課題である。

謝辞 本報をまとめるにあたり、Indian Institute of Science の Nagaraj 教授には、多大なるご助言を頂きました。この場を借りてお礼の言葉を述べさせていただきます。

【参考文献】1) 土質工学会編(1974)：土質試験法(第2回改訂版)，pp. 334～371. 2) T. S. Nagaraj, B. R. Srinivasa Murthy and A. Vatsala: Analysis and Prediction of Soil Behaviour; Wiley Eastern Limited, pp. 106～207. 3) 山寺 彰・佐藤 篤・三浦 哲彦(1994)：石灰安定処理した有明粘土の拘束圧下の挙動について；佐賀大学理工学部集報，第2巻，第1号，pp. 105～111.