

固結力に着目した人工処理粘土の圧縮特性

九州大学工学部○学 森嶋武宏 学 笠間清伸
九州大学工学部 正 落合英俊 正 安福規之

1. はじめに

セメント安定処理は軟弱地盤を改良する一つ的手段として用いられてきたが、このセメント安定処理は建設発生土や廃棄物の有効利用の観点からもこれからますます重要になってくるものと考えられる。このセメント安定処理を、コスト縮減などを考え合理的に行うには、これら人工的に処理した地盤を土とセメントの複合材料としてとらえ、それぞれの特性を生かした利用を考えていかなければならない。そのためには、セメントによって土粒子間に働く固結力が力学特性に与える影響を定量的にとらえる必要がある。

そこで本研究では、土粒子間に働く固結力を変化させるために、セメント混入量の異なる5種類の人工処理粘土を供試体として用いて標準圧密試験を行い、固結力に着目した圧縮特性の評価を行った。

2. 供試体及び試験方法

本研究において用いた試料は、 $425\mu\text{m}$ ふるいを通させた有明粘土 ($\rho_s = 2.609\text{g/cm}^3$, $w_L = 86.5\%$, $I_p = 51.3$) であり、供試体は予圧密をして作製した。予圧密の方法は試料に乾燥重量の0%、1%、3%、5%、10%となるようにポルトランドセメントをスラリー状にして加え、液性限界の2倍の含水比となるように調整した後、一次元予圧密装置により 0.5kgf/cm^2 の圧密応力をかけて行った。この予圧密の打ち切り時間はセメント0%試料を基準とした3t法により決定し、全て11日間とした。その後、35日間含水比を一定に保った状態で養生を行いセメント混入粘土の圧縮特性を詳細に調べるために標準圧密試験を行った。

ここで、予圧密時における時間と間隙比の関係を図1に示す。また、図中の矢印は圧密が90%終了するのに要する時間 t_{90} を示したものである。これから、セメント混入量が増加するにしたがって間隙比が大きい状態で圧密が終了し、沈下量が安定するまでの時間はセメント混入量が多いほど短くなっていることがわかる。間隙比の変化も小さくなることから、土粒子の固結力は、構造をより高位なものにしているといえる。

3. 固結力を有する粘土の圧縮特性

図2に標準圧密試験より得られた $e-\log \sigma_v$ 曲線を示している。図中の矢印は圧密降伏応力 P_c を示したものである。なお、 P_c はCasagrande法に基づき $e-\log \sigma_v$ 曲線の最急勾配を利用して求めた。これから、セメント混入量の増加にともない圧密降伏応力は増加していることがわかる。また、正規圧密領域での圧縮性が大きくなっていることがわかる。次に、圧密曲線の変化を詳細に知るために各応力段階における曲線の2点間の圧縮指数 $Cc' (= \Delta e / \Delta \log \sigma_v)$ を求めて $Cc'-\log \sigma_v$ 曲線

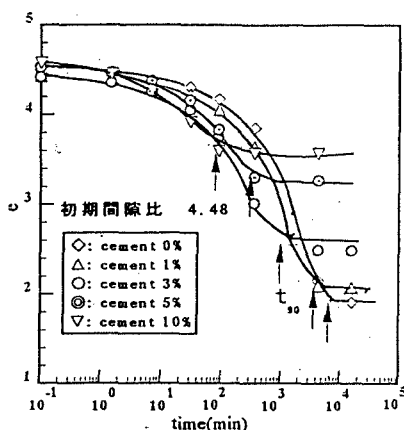
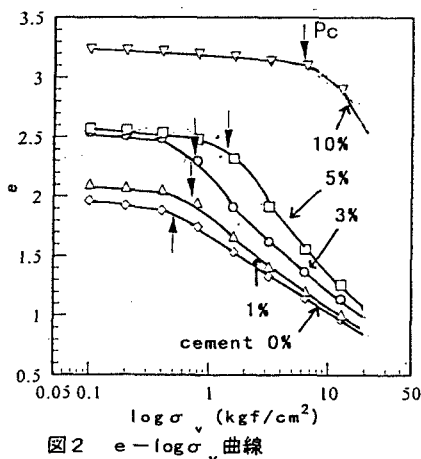


図1 予圧密時の時間と間隙比の関係

図2 $e-\log \sigma_v$ 曲線

を示したものが図3である。一般に、正規圧密土は P_c を越えると C_c' が一定となることが知られている。しかし、セメントを混入すると圧密応力が P_c を越えた後、勾配が増加しピークを示して次第に減少していくことがわかる。次に、圧縮特性における固結力の効果を知るために、図3で固結力を有する粘土の圧縮係数 C_c' をセメント混入量0%の圧縮指数 $C_c'(0\%)$ で除して正規化して、さらに過圧密領域と正規圧密領域における圧縮性をあわせて評価するために、横軸を σ_v/P_c として正規化を行ったものが図4である。この図からまず圧密応力が P_c を越えない時は $C_c'/C_c'(0\%)$ が1より小さいことがわかり、またセメント混入量が多くなるほどその程度が大きくなることがわかる。このことは、過圧密領域において、固結力が増加するほど圧縮性が小さくなることを示している。また正規圧密領域では、 $C_c'/C_c'(0\%)$ が1より大きくなり、圧密応力の増加とともに最大値を示した後に減少することがわかる。この最大値はセメント量が多くなるほど大きくなっている¹⁾。

図5は、固結力の影響を評価するために各セメント混入量ごとに図4に示した $C_c'/C_c'(0\%)$ のピークの値をとったものである。この図から、 $C_c'/C_c'(0\%)_{max}$ とセメント混入量の関係は、セメント混入量が増加していくにつれて $C_c'/C_c'(0\%)_{max}$ の値が大きくなっていることがわかる。このことは、圧密降伏応力を越える応力が加えられた場合には大きな固結力を持つほど、急激な圧縮を示すことを示唆する。この理由の一つとして高位な構造が固結力の消散とともに破壊すると考えられる。

4. まとめ

本研究では、固結力を有する粘土に対して標準圧密試験を行い、人工処理粘土の圧縮特性の評価を行った。それより得られた結果を以下に示す。

- 1) 同じ間隙比から圧密が起こった場合、粘土の土粒子間の固結力は構造をより高位なものにする。
- 2) 10%程度のセメント添加量の範囲においては、粘土の固結力が大きくなるにつれて圧密降伏応力は指数関数的に増加する。
- 3) 固結力を有する粘土が載荷されるとき、圧密降伏応力までは固結力が土粒子を強く拘束し圧縮性が小さくなる。しかし、ある応力以上になると固結力が消散し、結果として急激な圧縮が起こる。そして最終的には固結力を持たない粘土の構造に近づく。

【参考文献】

- 1) 高橋直樹 今泉繁良 横山幸満：安定化された底泥の圧密およびせん断特性、第29回土質工学研究発表会、pp. 2243-2246、1994

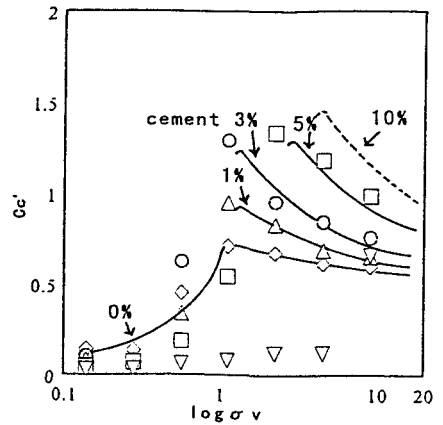


図3 各応力段階での $\log \sigma_v$ と C_c' の関係

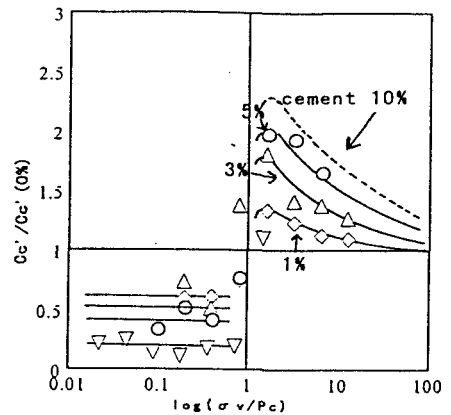


図4 各応力段階での $\log (\sigma_v / P_c)$ と $C_c' / C_c' (0\%)$ の関係

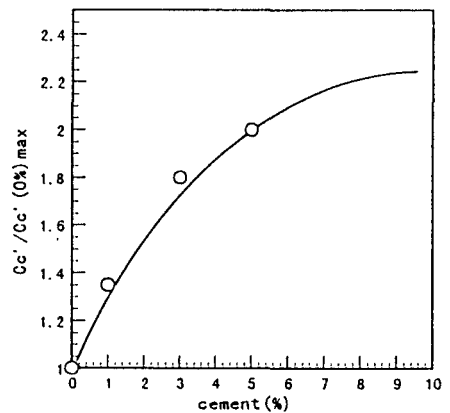


図5 セメント混入量と $C_c' / C_c' (0\%)_{max}$ の関係