

石灰安定処理した粘土の拘束圧下の挙動について

佐賀大学 理工学部 学○ 山寺 彰
佐賀大学 理工学部 学 佐藤 篤
佐賀大学 理工学部 正 三浦 哲彦

1. 実験目的

安定処理土の設計強度は一軸試験に基づいて求めることが多い。実際の現場では拘束圧が作用しており、合理的な設計強度を得るためにはその影響を考慮する必要がある。本研究では有明粘土に対して二種類の石灰配合量のもとで改良したものの三軸試験を行い、圧密降伏特性、応力-ひずみ特性、破壊特性を調べた。ここで圧密圧力 p' を低圧領域(1.0, 2.0, 3.0 kgf/cm²)、高圧領域(10.0, 20.0, 40.0 kgf/cm²)とする。

2. 実験方法

実験に使用した粘土試料は佐賀市川副町から採取した($\omega_n=125\% \sim 135\%$, $\omega_L=88.9\%$, $I_p=52.4$, $\rho_s=2.640$ gf/cm³)。供試体は生石灰(CaO:97%)を粘土の乾燥重量に対して5%と10%混合し、円柱状に作製して恒温恒湿で約40日間養生した。実験は圧密排水三軸試験(CD:ひずみ速度 $\dot{\epsilon}=0.002\%/min$)、及び圧密非排水三軸試験(CU:ひずみ速度 $\dot{\epsilon}=0.05\%/min$)の条件で行った。

3. 実験結果及び考察

a)圧密降伏特性

石灰安定処理した有明粘土の等方圧密試験の結果は図-1に $e - \log p'$ 特性として示している。初期間隙比と圧密圧力の関係曲線の上で、最大曲率点より高い圧力域では正規圧密状態(塑性)、それより低い領域では過圧密状態(弾性)とみなすことができる¹⁾。ここで、各配合量の圧密降伏応力 p_v は、5%で6.3 kgf/cm²、10%で16.2 kgf/cm²となった。この正規圧密曲線による圧縮指数 C_c は0.538($\lambda=0.234$)、膨潤指数 C_s は0.176($\kappa=0.076$)である。

b)応力-ひずみ特性

圧密排水試験の結果は図-2,3に示す。ここで、正規化のために用いた $p'e$ は等価圧密応力である($p'e = p' \times \exp \{ (e_a - e) / \lambda \}$)²⁾。表-1によると、弾性係数は有効応力に依存するが、石灰配合量5%供試体の低圧領域では約130 kgf/cm²であり、塑性領域では約300 kgf/cm²である。また、同10%配合供試体の塑性領域

表-1

CD試験		石灰配合量: 5%				
有効応力: p' (kgf/cm ²)		1	2	3	10	20
弾性係数: E_{50} (kgf/cm ²)		152	126	128	166	300
ピーク強度: q_{max} (kgf/cm ²)		6.32	6.26	6.23	9.97	14.43

CD試験		石灰配合量: 10%				
有効応力: p' (kgf/cm ²)		1	2	3	10	20
弾性係数: E_{50} (kgf/cm ²)		803	720	614	575	599
ピーク強度: q_{max} (kgf/cm ²)		14.15	15.33	18.12	20.68	27.12

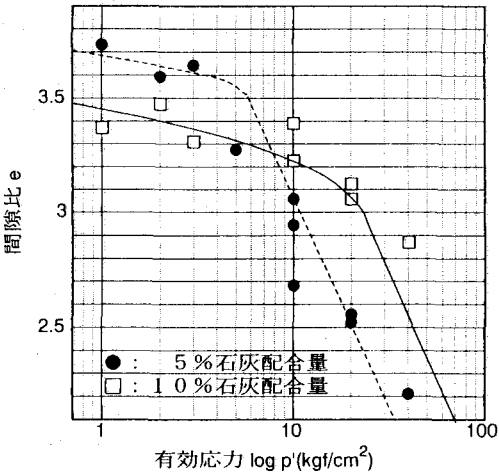


図-1:圧密降伏曲線

表-2

CU試験		石灰配合量: 5%		
有効応力: p' (kgf/cm ²)		10	20	40
弾性係数: E_{50} (kgf/cm ²)		1396	1741	2339
ピーク強度: q_{max} (kgf/cm ²)		10.95	14.24	18.61
残留強度: q (kgf/cm ²)		9.52	11.49	15.61
$q/q_{max}(\%)$		86.88	80.70	83.87

CU試験		石灰配合量: 10%		
有効応力: p' (kgf/cm ²)		10	20	40
弾性係数: E_{50} (kgf/cm ²)		2273	2789	2924
ピーク強度: q_{max} (kgf/cm ²)		13.19	18.27	22.55
残留強度: q (kgf/cm ²)		11.86	15.44	17.67
$q/q_{max}(\%)$		87.92	84.52	78.36

では約600 kgf/cm²である。一方、体積ひずみとの関係から、低圧領域では体積膨張の傾向が認められ、弾性的挙動を示すことがわかる。圧密非排水試験の結果は図-4.5と表-2に示す。

c)破壊特性

ピーク強度は配合量の多い方が大きく、ピーク時の軸ひずみは5 %配合供試体では3 %、10 %配合供試体では2 %であった。間隙水圧とひずみの関係については石灰配合量が多いほど、また、拘束圧が低いほど体積膨張傾向は強く現われる。残留強度は石灰配合量の多少によらず、ピーク強度の80~90 %の値を保つことが注目される。

4. まとめ

本実験において、石灰安定処理した粘土の圧密降伏特性を示した。応力-ひずみ特性は、低圧域では弾性的挙動、高圧域では弾塑性的挙動を示す。また、拘束圧の下では、せん断破壊時の大ひずみの下でもピーク強度の80 %以上の残留強度を示す。このことは、実地盤での石灰改良土が大きなせん断ひずみを受けても、ピーク強度の80 %をくだらないことを示唆するものであり、安定計算を行う上で大きな意味を持つ。

参考文献

- 1) 三浦哲彦：高压下の砂の応力～ひずみ関係に關する一考察、・土木学会論文報告集、第282号、pp. 127~130、1979。
- 2) HEYMAN, J. AND LECKIE, F. A. ENGINEERING PLASTICITY, CAMBRIDGE UNIV. PRESS, pp. 535~540、1968。

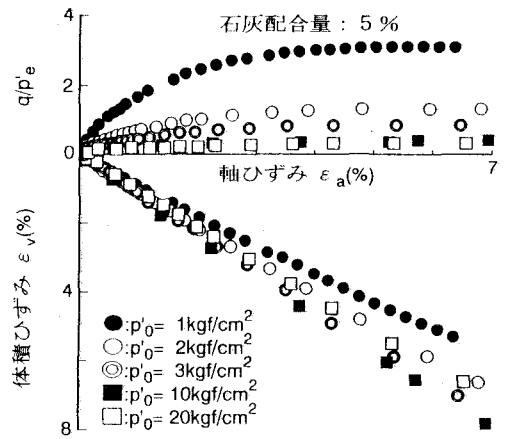


図-2：応力～ひずみ関係（CD）

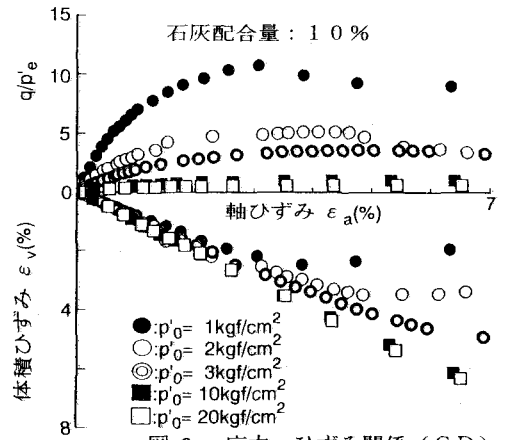


図-3：応力～ひずみ関係（CD）

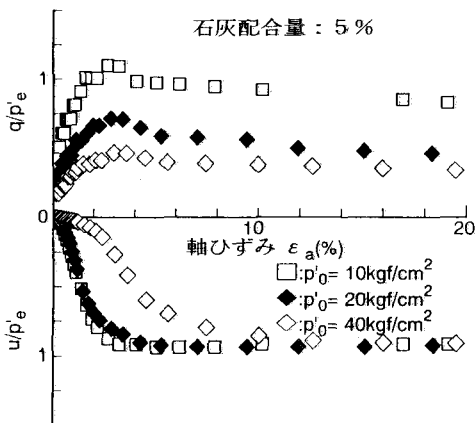


図-4：応力～ひずみ関係（CU）

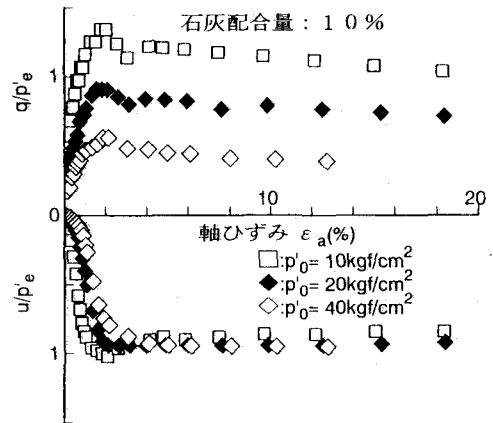


図-5：応力～ひずみ関係（CU）