

等方圧密による有機質土の強度特性に関する2・3の考察

秋田大学 正員 宮川 勇
秋田工専 〆 三浦 雅己

1. まえがき

有機質土は、無機質土に比べてその構成内容が複雑でありその骨格構造を構成している材料の相違、応力状態及びその履歴によつてその挙動が著しく変化するものと考えられる。ここでは、有機質土の工学的性質の一端を窺知する手段として、有機質土、粘性土及びその混合物の等方圧密による再成形供試体について行ない、ている非排水三軸圧縮試験による研究結果の一部に基づいて、その強度特性の2・3について報告を試みたい。

2. 試料及び実験の概要

実験に用いた試料は、粘性土、有機質土共に秋田県横手市郊外の雄物川筋農業水利事業所の工事現場から採取したものである。これらの試料をそれぞれの液性限界以上の含水量で十分練り返し、乾燥重量で全重量に対する有機質土重量比が0%, 25%, 50%, 75%, 100% になるように混合し、これらをそれぞれC, CP25, CP50, CP75, Pと名付ける。粘性土、有機質土の物理性、強熱減量値及び各試料の塑性図上の位置は文献³⁾を参照されたい。また今回用いた有機質土は分解がかなり進んでおり、日本統一土質分類による(Mk)に近いものとみなされる。図-1は強熱減量値 I_L と有機質土含有量の関係を示す。図から混合した試料の I_L は、計算値とはほぼ一致しており、各試料はおおむね所定の割合で一様に混合されているものとみなされる。供試体は全て成形時の寸法が直径35 cm, 高さ8.75 cmの円柱形であり、圧密を促進するためにペーパードレーンを用いた。供試体をセットし、圧密圧力に相当する等方液圧を与えてSkemptonの間隙水圧係数 B を測定し、その結果満足すべき飽和状態にない場合には $B \geq 0.95$ になるまでback pressureを与えた。

圧密終了の判定は、残留間隙水圧2%以下という条件及び排水量の測定によつた。その後、直ちに一定のヒズミ速度0.1%/minで三軸非排水セン断試験を行ない、間隙水圧の測定は供試体の底端部において水銀マンメーターにより零位法で行なった。圧密圧力は0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5 kg/cm^2 の5段階である。なおここでは、破壊規準としては有効主応力比 $(\sigma'_1/\sigma'_3)_{\max}$ によつた。

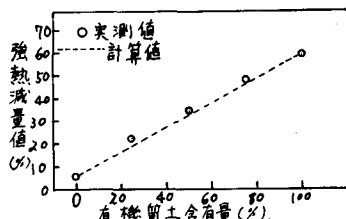


図-1 強熱減量値 I_L と有機質土含有量

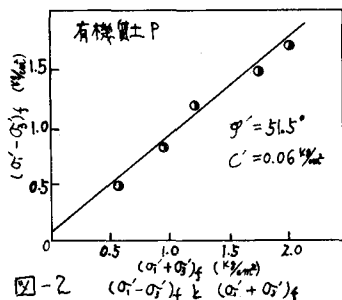


図-2

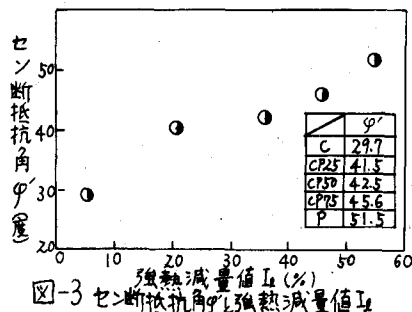


図-3 セン断底抗角 ϕ' と強熱減量値 I_L

3. 結果と考察

図-2は有機質土Pについて有効応力によるセン断強度定数の解析例を示している。これによつて得られたセン断底抗角 ϕ' 、粘着 c' をそれぞれ強熱減量値 I_L に対して図示すれば図-3、図-4のようにになる。ここで便宜的であるが強熱減量値 I_L をもつて有機物含有量の尺度とすれば、 ϕ' は有機物含有量による影響を受けて I_L が大きくなるに伴って増加する傾向を示し、 $I_L = 6 \sim 20\%$ を境にして急激に変化していることは興味深いことである。

泥炭のせん断抵抗角について J.I. ADAMS¹⁾の研究例でも $\phi' \approx 50^\circ$ の値を示しており、今回の著者らの得た結果と近似している。粘着力 c' は I_L による影響を若干受け、総体的には I_L の増大に伴なっているように思われるが明確ではない。

なお、今回の研究は正規圧密供試体について行なったものであるが破壊時において過圧密状態にありしかも有機物含有量の増加に伴なっている過圧密化が大きくなっていることは注目すべきであり、このことが上述の結果と深くかかわりあっていると考えられるが、これらの点については別の機会に論じたい。

図-5 は強度増加率 $\Delta C_u / C_u$ を I_L に対応して示したものである。ここで強度増加率としては、非排水強度 C_u と圧密圧力 P_c との関係とプロットし、その勾配をもって $\Delta C_u / P_c$ とした。 I_L の増加に伴な、 $\Delta C_u / P_c$ は増大する傾向を表わしている。このことは前述の ϕ' 及び c' との関連からも推定できることである。即ち等方圧密土の非排水強度 C_u は、破壊時の間ゲキ水圧係数 A_f , ϕ' , c' に依存するが(本実験では A_f の I_L による影響は無視される) ϕ' , c' が大きくなれば、 C_u は増加し、特に ϕ' の I_L による依存性の大きいことから I_L の影響を受けて対応した増加を示すことになる。別の実験研究²⁾によれば、破壊時以前の状態についてであるがクリープにおける上限降伏値 σ_{up} が、有機物含有量に比例して増加するという実験事実と併せ考えて興味あることである。

図-6 は破壊時の間ゲキ水圧 u_f と圧密圧力 P_c との関係を示す。図より C~P まですべて直線関係で表わされ、間ゲキ水圧は C~CP25 を境にして急激に増加し、その後の増加の割合は有機物含有量が増えいほど小さい。粘性土にある程度の有機物が付加されることにより、間ゲキ水圧の発生挙動が鋭敏になることを示すものと思われる。

変形係数 E_{so} と I_L 及び P_c の関係を図-7、図-8 に示す。図-7 によれば E_{so} は I_L による影響が不明瞭でありバラツキが多い。また図-8 から圧密圧力 P_c が大きくなるに伴な、 E_{so} は C~P まですべても増大する傾向を表わしている。

次に破壊時のレジミ ξ_f を I_L に対応させると図-9 となり、 I_L の増大に伴な、 ξ_f もある程度大きくなるように思われる。 ξ_f の増加の割合は $I_L = \sim 20\%$ 程度までは急激に入さくなり、その後は有機物含有量が増えいほど小さくなり、 I_L 値で 20% 付近から有機質土としての特性がはつきりしてくるようになると思われる。粘性土に有機物が含まれることによって、有機物粒子と粘土粒子の相対的すべり運動のほかに間ゲキ比の増大に伴なう圧縮性の増加が ξ_f を大きくするものと思われる。また ξ_f は今回の実験では粘性土で $13 \sim 17\%$ 、有機質土で $20 \sim 25\%$ であった。

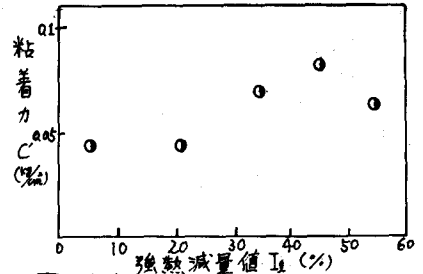


図-4 粘着力 c' と強熱減量値 I_L

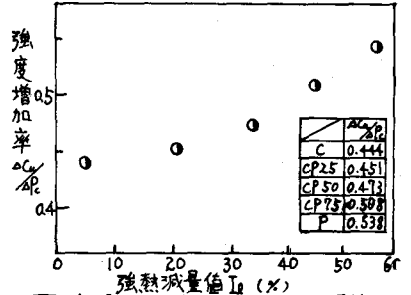


図-5 強度増加率 $\Delta C_u / P_c$ と強熱減量値 I_L

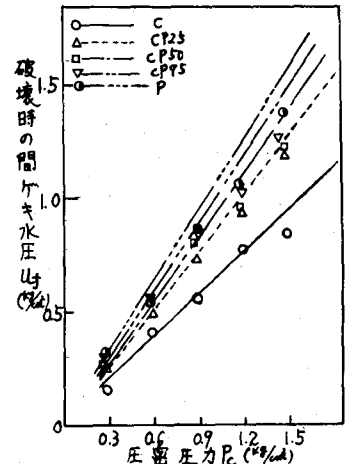


図-6 破壊時の間ゲキ水圧 u_f と圧密圧力 P_c

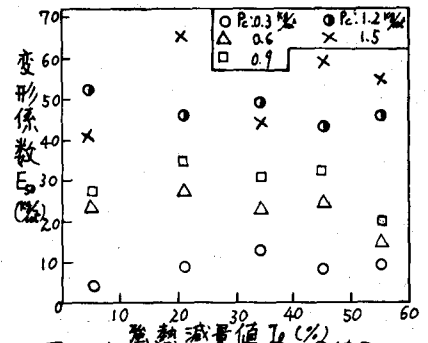


図-7 変形係数 E_{so} と強熱減量値 I_L

4. 結 論

本実験で得られた有機質土の特性の主なる点を宮川ら³⁾のK₀圧密土についての圧縮試験結果と比較しながら列挙する。

1) セン断抵抗角 ϕ' の有機物含有量による依存性は大きく、強熱減量値 I_L の増加に伴って ϕ' は増大した。さらにK₀圧密土では、等方圧密土による ϕ' に比べて13%程度大きかった。等方圧密土について得られる ϕ' とK₀圧密土の ϕ' の相関性は今回発表の実験研究の結果だけからでも一応は得られるが、なお継続中である一連の研究結果と併せて別の機会に述べたい。

2) 強度増加率 $\Delta C_u/\sigma'_m$ は、有機物含有量の影響を受けて、強熱減量値 I_L の増大に伴って、 $\Delta C_u/\sigma'_m$ は大きくなる傾向が示された。K₀圧密土と比べれば、等方圧密土では $K_0=1$ の状態に相当するから当然その値は大きくなり、粘性土で約4%、有機質土で約7%それぞれ大きく等方圧密による室内実験に基づく $\Delta C_u/\sigma'_m$ は、原位置強度を過大に評価することがわかる。なお今回の実験は再成形等方圧密の供試体について行なわれたものであるが、原位置状態からサンプリング、成形、再圧密に至る応力履歴を考慮した実験研究によって上述の諸点を更に検討する必要がある。またこの関係を $\Delta C_u/\sigma'_m$ （ここで σ'_m は平均主応力）について両者を対比すれば、この場合には対応する間ゲキ水圧は等方圧密土の方が大きくなるので $\Delta C_u/\sigma'_m$ はK₀圧密土の方がその値が大きくなるが、これらの諸点については改めて別の機会に述べたい。また強度増加率と塑性指数その他の一般物理性との関連性についても今回は割愛する。

3) 変形係数 E_{50} の強熱減量値 I_L による影響は不明確であるが P_c による影響は明確に表われた。

4) 破壊時のヒズミ ϵ_f は強熱減量値 I_L による影響を受けて、 I_L が大きいほど ϵ_f も増加する傾向があった。しかしその増加割合は、 I_L が大きいほど小さくなるようであった。

最後に本実験の実施にあたって、秋田工専学生鎌田、高橋両君の協力に深く感謝の意を表する。

参考文献

- 1) J. I. ADAMS: "Laboratory compression tests on peat,"
Proc. Seventh Muskeg Research conference, PP 35~41 (1961).
- 2) 及川・岩崎・宮川: "粘性土・高有機質土及びその混合物のクリープ挙動について,"
第8回土質工学研究発表会講演集, PP 247~250, (1973).
- 3) 宮川・高野・柴田: "K₀圧密による有機質土の強度特性に関する2・3の考察,"
土木学会東北支部技術研究発表会, (1974).

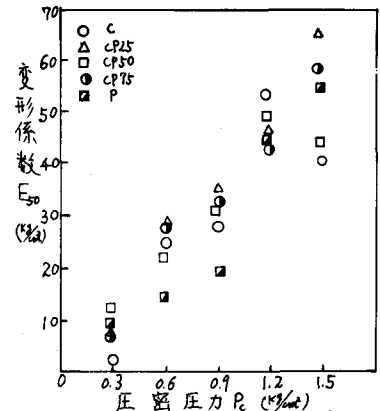


図-8 変形係数 E_{50} と圧密圧力 P_c

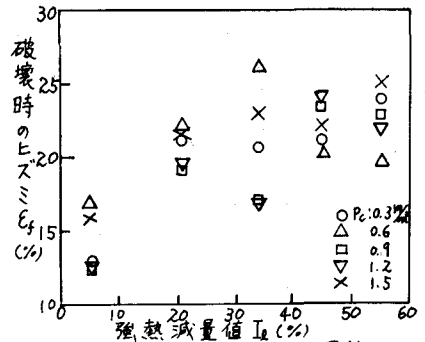


図-9 破壊時のヒズミ ϵ_f と強熱減量値 I_L