

K₀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
 学生員 ○柴田恒夫
 学生員 高野 隆

□ まえがき

土の物理的、あるいは力学的性質に及ぼす有機物の影響は、その含有有機物の量のみならず、その種別・組成・分解状態などが関わりあうものと思われる。

著者らは、自然堆積状態における土、とくに有機質土の強度特性を知る一助として、高有機質土(かなり分解の進んだMuckに近い状態の泥炭性土)と無機質粘性土、および両者を適宜の割合で配合した試料を用い、K₀状態で圧密した再成形供試体について一連の非排水三軸圧縮試験を行ない、その強度特性ならびにその一般物理性との相関性などについて、とくに有機物含有量による依存性に主点を置いて若干の考察を行なっている。今回の報告は、上述の目的で行なわれている著者らの研究室における主題に関するこれまでの研究の一部である。

□ 試料

本実験に用いた原試料は、粘性土・高有機質土共に、雄物川流域(雄物川筋農業水利專業工事現場)から採取したものであり、それらの物性は表-(1)の通りである。

これらの原試料を、高有機質土の混合物全重量に対する乾燥重量比でそれぞれ0, 25, 50, 75, 100%になるように混合して、5種類の試料を作成した。本報告においては、これらの試料をそれぞれC, CP25, CP50, CP75, Pと呼ぶ。図-(1)、図-(2)はその試料の塑性図上の位置ならびに強熱減量値I_dと有機質土含有量の関係を示したものである。一連の実験に用いた供試体は、かく乱した試料をK₀圧密時の拘束圧よりやや低い圧力であらかじめ予圧密したものを用いた。試験時の供試体はす

表-(1) 試料の物理試験結果		
	高有機質土	粘性土
比重	1.79~1.86	2.64~2.68
液性限界(%)	410~460	68~70
塑性限界(%)	183~204	33~36
強熱減量値(%)	57~61	5~6
粘土分(5μm%)		65~70

図-(1) 塑性図

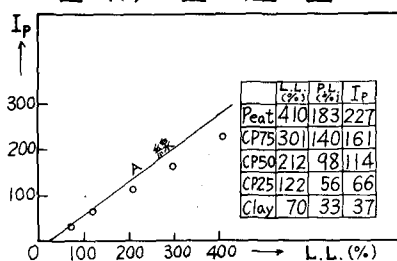
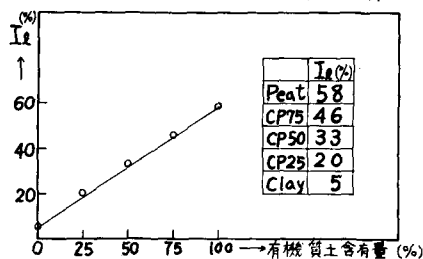


図-(2) 強熱減量値と有機質土含有量の関係



べて、直径3.5cm、高さ8.75cmの円柱形とし、圧密を促進するためペーパードレーンを使用した。

□ K₀圧密試験装置の構造とK₀圧密試験方法

(1) K₀圧密試験装置(図-(3))とその原理を簡単に説明する。供試体の体積変化をインク面で読みとり、水平方向にズミを許さないように軸力をかけ圧密を行なった。

(2) K₀圧密供試体の作成

図-(3)の様に供試体がセットされた時点で圧密を開始する。この時、排水弁を開くと同時に、あらかじめ側圧としてかかっている拘束圧力P₀のために、供試体は図の点線の様に鉛直方向・水平方向共に圧縮されようとする。この場合に、水平方向にズミを許さないように軸力をかけ、この状態(K₀状態)を保持しながら圧密を行ない所

求の供試体を作成した。

(3) 精度

水面変化を読みとるためにつけた目盛りは、1目盛り3mmであるが水面変化の肉眼での読みとり可能な高さをその1/3程度とすればこの装置ならびに供試体の寸法から計算した測定精度は、初期体積に対して0.75%程度となり、供試体は飽和状態にあるので今回の実験目的からは十分な精度と考える。

図 K₀圧密をうけた試料のセン断試験結果および考察

本実験においては、有効主応力比 $(\sigma'_3)_{max}$ と軸差応力 $(\sigma_1 - \sigma'_3)_{max}$ が得られたが、解析は $(\sigma'_3)_{max}$ を破壊点として行なった。なお、今回の報告におけるセン断時のヒズミ速度は0.1%/minである。

セン断時の有効応力の軌跡をみる

るために、応力経路の例を図-4)に示す。K₀圧密試料では、圧密時にすでに $\sigma_3(K_0 - 1)$ なる軸差応力を受けているので、K₀線から出発することになる。有効応力解析によるセン断抵抗角中、粘着力C、K₀値と強熱減量値I_aの関係は図-5)~(7)の通りである。これによると中とK₀がI_aとの間に示す関係はほぼ逆の傾向にある。

K₀と $\sin \phi'$ の関係を図-8)に示す。Jackyの式 $K_0 = 1 - \sin \phi'$ とはかなり相異なるようである。Bishopは、K₀試験においてもこの関係が成立することを報告している⁽¹⁾。今回の着者らの実験から得られた関係を表式化すれば、 $K_0 = 0.77 - 0.46 \sin \phi'$ となる。なお中の値として別に行なわれた等方圧密供試体についての実験結果⁽³⁾を用いれば、表式の係数値は若干増加するが、いずれにしてもこれらについては現在継続中である一連の研究結果を待つて改めて別の機会に述べたい。

次に、強度増加率(σ'_3/p)とI_aの関係(図-9))をみる。一般に、K₀圧密土の非排水セン断強度C_uは次式で表わされる。

$$C_u = \frac{C' \cos \phi' + p \sin \phi' [K_0 + A_f(1 - K_0)]}{1 + (2A_f - 1) \sin \phi'} \quad \text{①}$$

(σ'_3/p)値の有機物含有量による依存性をみると、概括的にはI_aの増加に対応して増大しているとみなされる。この場合C_uは、主に中とK₀の値に影響される。①式において、C'の項は極めて小さいし、又破壊時の間ゲキ水圧係数A_fも有機物含有量による変動は小さく、それは明確な規則性はみられない。従って①式は、有機物含有量による値の変化が比較的大きくかつはきりした規則性をもつK₀と中に影響されることが明らかである。この場合、有機物含有量の増加

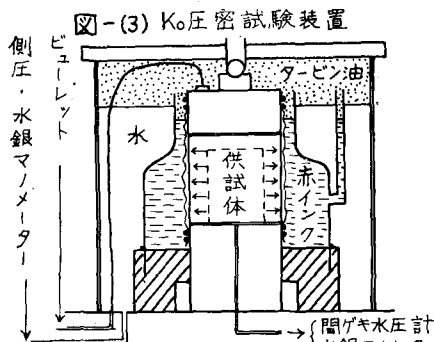


図-5) セン断抵抗角と強熱減量値との関係

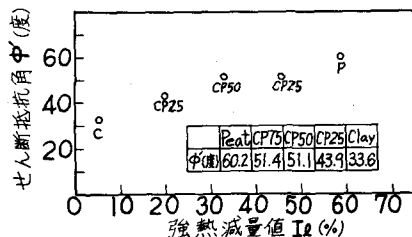


図-6) 粘着力と強熱減量値との関係

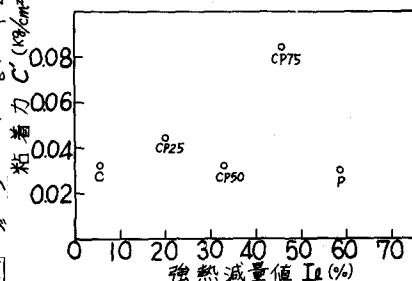


図-7) K₀値と強熱減量値との関係

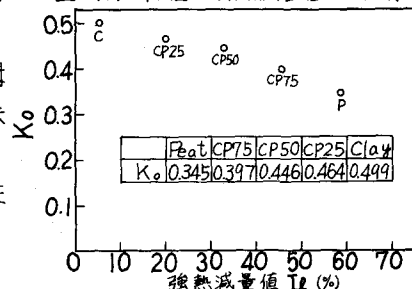
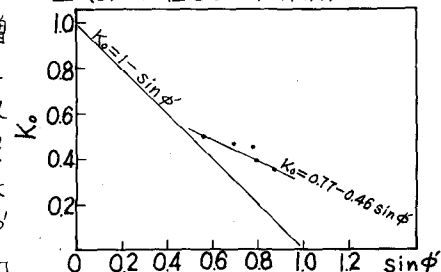


図-8) K₀値と $\sin \phi'$ の関係



に伴って K_0 値は減少するが、他方中は増大傾向があるので結果として C_u 、あるいは $(d\sigma_p)$ は有機物含有量の増加に伴なり増大傾向を示している。なおこの場合、有機質土の中が非常に大きい値を示すことについては、セン断試験の過程における供試体の応力状態が密接な関わりをもつと考えられるが、これについては更に検討を進めて別の機会に論じたい。

次に、 K_0 圧密終了時の平均有効主応力 (σ'_{mkf}) が、破壊時の間ゲキ水圧 (u_f) に及ぼす影響 (図-10) をみると、有機物を含むものと含まないものとでは、はっきりとした差がみられる。 σ'_{mkf} が大きくなるにつれ、いずれも直線比例的に増加しているが、その勾配に大きな違い (約2倍) がみられる。すなわちしは、有機物を含むことによって大きく影響されることが明らかである。

I_L または圧密圧力 (P_c) と変形係数 (E_s) との関係を図-11、12に示す。全般的に有機物量または圧密圧力の増加に伴って増大する傾向がある。

I_L と破壊時のヒズミ量 (ϵ_f) との関係を図-13に示す。これによれば、全般を通じて破壊は $\epsilon_f \approx 10 \sim 20\%$ で起こっていることがわかる。

図-9 強度増加率と強熱減量値との関係

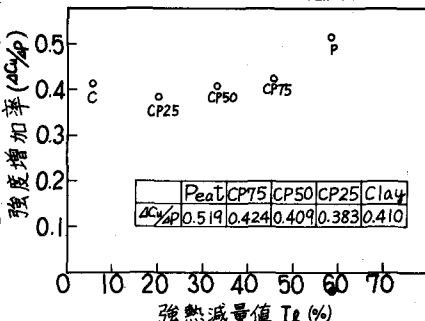


図-10 平均有効主応力 (K_0 圧密終了時) σ'_{mkf} と破壊時の間ゲキ水圧 u_f との関係

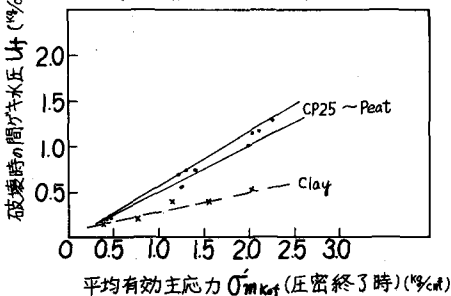


図-11 変形係数と I_L との関係

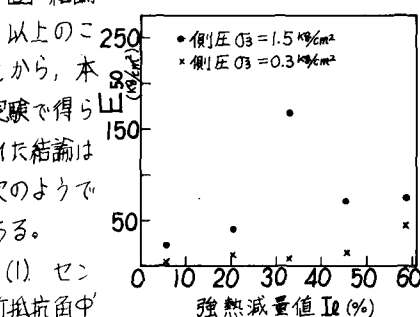


図-12 変形係数と圧密圧力 P_c との関係

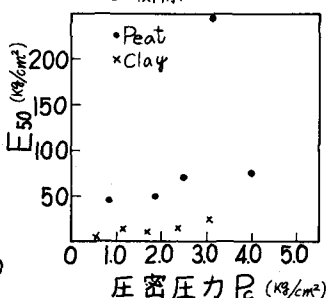
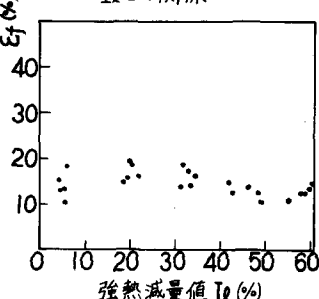


図-13 破壊時のヒズミ量 ϵ_f と I_L との関係



は、有機物含有量が増加するに伴って大きくなる傾向にあった。(2) K_0 値は、有機物含有量の増加に伴ない減少した。(3) その結果、本実験の範囲で K_0 と中の間の関係は、 $K_0 = 0.77 - 0.46 \ln \sigma'_p$ で表わされる。(4) 強度増加率 ($d\sigma_p$) は、 I_L が 20% 程度以上では、 I_L の増加に対応して増大する傾向が示された。(5) 破壊時の間ゲキ水圧 u_f は、 σ'_{mkf} が増加するにつれ直線比例的に増加し、また有機物を含むことによって顕著に影響されることが示された。(6) 変形係数 E_s は、有機物量の増加に伴ない、また圧密圧力の増加に伴ない増大する傾向が示された。

6 参考文献

- 1) 赤井浩一・足立紀尚：有効応力よりみた飽和粘土の一次元圧密と強度特性に関する研究，土木学会論文集第110号，pp11~27，昭和40年1月
- 2) 赤井浩一・小谷章・足立紀尚：飽和粘土の三軸圧密における間ゲキ水圧の挙動について，土木学会論文集第90号，pp1~8，昭和38年2月
- 3) 宮川勇・三浦雅己：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，土木学会東北支部技術研究発表会，昭和49年2月