

III-392

粘性土の最大間隙比について

（東海大学）（学）小林孝成、（正）福江正治、
（新潟大学）（正）大草重康

1、はじめに 砂において、最大間隙比は相対密度を得るために必要なことから、その求め方や考え方がよく確立されている。しかしながら、粘性土においては、最大間隙比という概念そのものが無く、存在している土の最も緩い状態を規定する量については曖昧であった。従来は、液性限界が土の最大の含水比に近いというのが定説であったが、最近海底土表層付近では液性限界より高い含水比を有することが多いことが分かってきた。

粘性土の状態を表わすために液性指数（ I_L ）が定義されている。この定義は、基本的には砂の相対密度と類似のものと考えることができる。いま、液性限界（ w_L ）をその土が取りうる最大の含水比、塑性限界（ w_p ）をその土の最小体積における飽和含水比と考えれば、

$$I_L = \frac{w - w_p}{w_L - w_p} = \frac{(w - w_p) G_s / 100}{(w_L - w_p) G_s / 100} = \frac{e - e_p}{e_L - e_p} = \frac{e - e_{min}}{e_{max} - e_{min}} = 1 - \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} = 1 - D_r \quad (1)$$

ここに、 w, e はそれぞれ自然状態の含水比およびそれに対応する間隙比、 e_L, e_p はそれぞれ液性限界および塑性限界に対応する間隙比、 e_{max}, e_{min} はそれぞれその土の最大間隙比および最小間隙比で、(1) 式では $e_L = e_{max}$ 、 $e_p = e_{min}$ と仮定した。また、 G_s は土粒子の比重である。したがって、 D_r は砂の相対密度の定義と同じ意味を持つ粘性土を含めた相対密度となる。しかし、液性限界は上に述べたように、必ずしもその土の最大含水比とはならない。

これとは別に、地盤が取り得る最大間隙比がどのくらいかということは極めて興味のあることである。元来、土の状態において液性領域と塑性領域の区別を液性限界で規定しているが、実際には難しい問題が在るように思える。例えば、液性限界より高い含水比を有する海底地盤は液性領域にあるのかといった疑問が生ずる。

そこで、本報告では筆者らが過去に示したように(1) 式が土の状態変化（圧縮過程）と深い関わりがあるという研究結果¹⁾を踏まえて、堆積実験結果と海底土の表面特性から粘性土の最大間隙比について調べてみた。

2、最大間隙比の求め方 堆積実験は次のように行なった。まず試料に海水をよく混ぜてスラリーを作り海水の入った1ℓメスシリンダーに入れて懸濁させる。このとき堆積層が出来るだけ均質になるように一回に数gの土粒子を入れた。試料がすべて沈降した後同様の作業を繰り返す。この作業を試料の厚さが約8cmになるまで行なった²⁾。そして、試料の最終沈降が終了した後、経過日数に対する体積変化を記録しこれをもとに5年後の体積を推定した。この体積と試料の総質量、比重を用いて堆積物全体の平均間隙比（図1）を求めた。

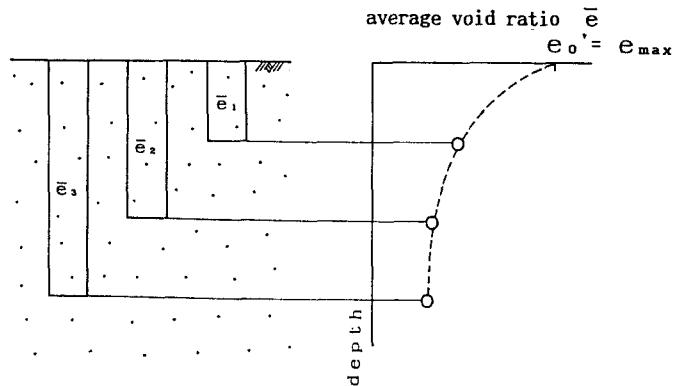


図1. 平均間隙比と深さの関係

また、スミス、マッキンタイヤー型サンプリャーを用いて海底表層土を採取し内径6mmのプラスチックチューブを用いて試料を抜き取った³⁾。このとき、抜き取る深さを1cmから6cmまで変化させ、それぞれの表層からある深さまでの平均間隙比を求めた。平均間隙比と深さには図1のような関係があり、堆積表面の e_0' をその土の絶対最大間隙比（ e_{max} ）と考えた。

3、結果および考察 図2は、海底堆積物および堆積実験の e_0' / e_L と液性限界の関係を示している。ここで、 e_L は液性限界を間隙比に換算したものである。また、点線は液性限界と表層含水比が等しいときのものであり、従来まで考えられていた関係である。図中、両者の関係は相関が弱いように見えるが堆積実験を除いて回帰式を用いると近似的に実線で表わすことができる。ただし、試料の液性限界値は $420 \mu m$ のフルイを通過したものに対する値であるため、特に粗粒土を多く含む試料の場合はある程度の誤差を生じるものと思われる。図中、 e_0' は e_L のほぼ1.5倍から3.5倍の間に含まれるが、この図における海底堆積物の液性限界がほとんど30%から70%の範囲であること

を踏まえると、堆積土の最大間隙比は e_L の約2倍であると考えられる。また、液性限界が高くなると e_o' / e_L が大きくなる傾向にある。すなわち、液性限界が大きくなると粘性土の最大間隙比も高くなることが図から分かる。

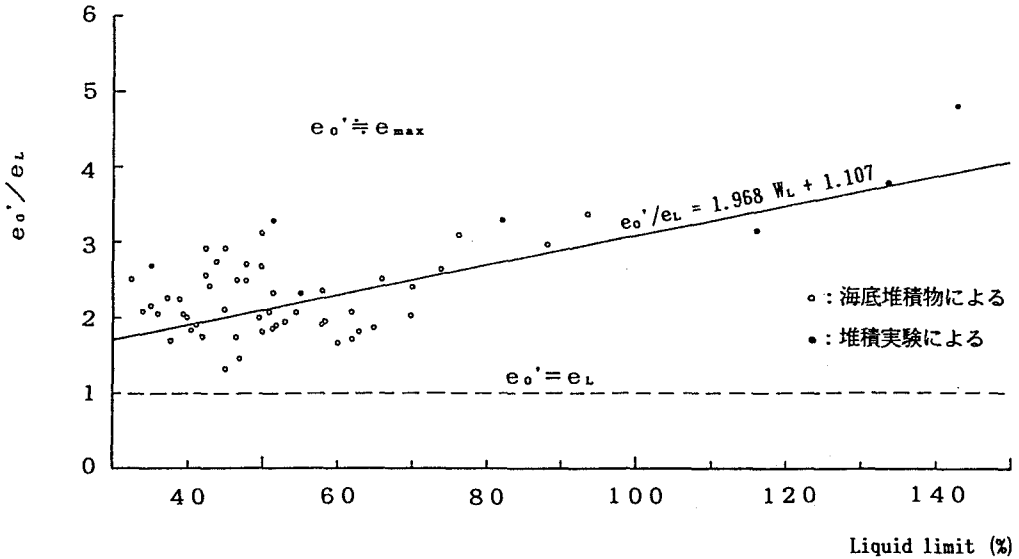


図2. e_o' と液性限界の関係

図3は、土のコンシステンシー限界を示している。従来までの考えによると液性限界を越えるものは液状状態と考えられてきた。しかし、先に述べたように堆積土の最大間隙比は液性限界のおよそ2倍である。そして、表面含水比と液性限界の間にある堆積土はきわめて緩い構造を有しているが必ずしも液状とは言えないと思われる。これは液性限界が繰り返した状態について得られるもので、自然堆積物のように骨格構造を有している場合にはその状態を表わす量としては不適当と考えられる。

以上述べてきたように液性限界は必ずしも粘性土の最大間隙比とはならない。また、最大間隙比は液性限界の約2倍と考えられる。

4. おわりに 土の状態を表わすのに(1)式を用いることを考えれば、最大間隙比および最小間隙比の値が非常に重要となる。また、(1)式は間隙比についてのものであるが、この $(1 - D_r)$ を単に初期状態と考えず、圧密中やせん断中において $(1 - D_r)$ が何の関数となっているのか非常に興味のあるところである。その一つの形としては文献1)に示した。

参考文献

- 1) 福江、大草(1988)仮想粒子の概念について、第23回土質工学研究発表会、2分冊の1、343-346、2) 小林ほか(1988)堆積土の自重圧密の初期条件、第23回土質工学研究発表会、2分冊の1、7-8、3) 福江ほか(1989)水中堆積物の断面性状推定のためのサンプリング方法、サンプリングシンポジウム論文集、土質工学会、99-102

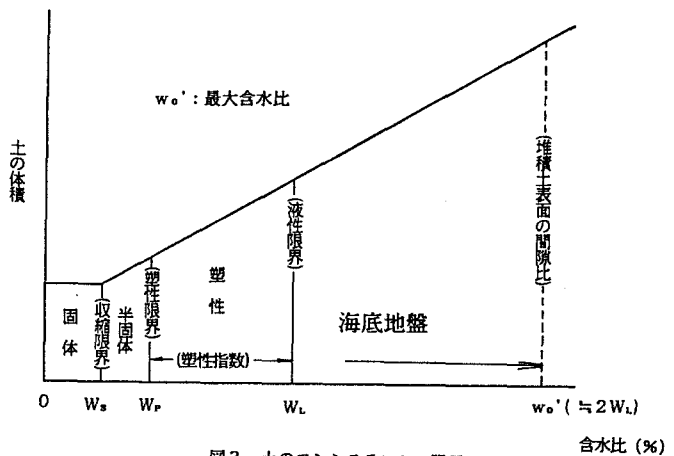


図3. 土のコンシステンシー限界