低拘束圧力下の圧密パラメータと液性限界の関係

片桐 雅明 斎藤 邦夫

1.はじめに

浚渫粘土による埋立沈下解析では、極低拘束圧力から通常の応力レベルまで広い範囲での圧密定数が必要となる。低 応力レベルの圧密定数を求める一つの方法として、多層沈降実験 ¹⁾があるが、1 ヶ月以上もの実験期間を要す。もし粘土

の物性と圧密定数との関係が一義的に定まれば、物理試験の結果から埋立 地においての概略の埋立沈下解析が行える。そこで、今回は異なる塑性の 粘土を用いて、その混合割合を変化させた計5試料に対して多層沈降実験 を行い、極低拘束圧力下の圧密特性を求め、それぞれの物理特性との対応 を試みたので報告する。

2.試料

本実験で用いた基本試料は、塑性指数 Inが 47, 24 の異なる 2 種類 の粘土である。ここでは、Lの大きさに応じて、2試料をH試料、L試料と 呼ぶものとする。表-1 に基本試料の物理特性と海水の単位体積重量 を示す。

塑性が異なる2試料をH:L=1:0,3:1,1:1,1:3,0:1の5配合で混 合して準備した。各配合で混合した試料の液性・塑性限界試験の結果 を図-1に示す。

高塑性粘土の含有割合が多くなるにつれて、液性限界w」は増加して いる。しかし、配合の割合と物理特性は単純に線形的な関係とはならず、 やや曲線的に増加しているのが分かる。また、塑性限界w,は、ほぼ一 定となっている。

3.多層沈降実験

多層沈降実験では各試料を初期含水比 2000%に調節し、これ を、アクリル円筒(φ20cm×h50cm)に1日2回の割合で合計12回 投入し、沈降・堆積させた。

一層あたりの投入量は、L 試料(w₁=51.9%)を除き、実質土量 高さh_s(h_s=m_s/ρ_s·A m_s:乾燥重量, A:断面積)を0.17cm に設定し た。L 試料では、h。で 0.22cmとした。以前行った同種の実質土量 高さの実験により最終投入後3週間で一次圧密がほぼ終了してい ると判断できたので、今回の実験も放置時間は、最終投入後3週 間から1ヶ月間とした。放置後、堆積した粘土層から試料を採取し、 各深度毎の含水比を測定した。

H:L 0:1 1:31:1 3:1 1:0配合 図-1 配合-含水比の関係 10 • wI = 79 0 ▲ wL=76.7 9 ■ wL=68.7 ♦ wL=62.9 **X** wI = 51.9 6 5 Ж Ж 4 2 4 6 10 120 8 経過時間 t(day) 図-2 経過時間-平均体積比の関係

測定した含水比分布から logf-logp 関係が直線であることを仮

定して圧縮性を示す圧密パラメータを決定した。ここで、fは体積比(1+e)であり、pは有効上載圧力である。pは堆積層内に 過剰水圧が存在していないことを仮定して含水比分布から算出した。圧密速度に関する圧密パラメータは含水比分布から 求めた logf-logp を用い、数種の logc, -logp 関係を仮定して計算し、実測した泥面高さの経時変化をフィッテングできる

キ-ワード:液性限界、圧密パラメータ、極低拘束圧力、粘土、多層沈降実験

〒212-0055 川崎市幸区南加瀬 4-11-1 TEL044-599-1151 FAX044-599-9444

表-1 基本試料の物性 Η I 土粒子密度 ρ (g/cm²) 2.640 2.660 液性限界w₁(%) 79.0 51.9 塑性限界w_n(%) 32.0 28.0 塑性指数I, 23.9 47.0海水単位体積重量ρ₊(g/cm³) 1.024



日建設計中瀬土質研究所

石田 直美 西村 正人

logc_v-logp 関係を試行錯誤的に求めた。解析には、クリープを含ま ない構成式を組み込んだ自重圧密プログラム²⁰を用いた。

3.実験結果

最終投入後からの平均体積比の経時変化を図-2 に示す。ここで、 平均体積比fはf=H/h。であり、Hは泥面高さである。また、同図には 上述した解析により求めた時間-平均体積比関係を実線で表した。 なお、解析値は圧密度 98%に対応したものである。最終投入後3週 間から1ヶ月間で、完全に一次圧密が終了し、過剰間隙水圧が堆積 層内に存在していないことを示している。98%圧密時の平均体積比 はw」に依存し、w」が大きいほど、平均体積比が大きくなっている。 また、同じh。で比較すると、(L 試料を除くと)、98%圧密時はw」が大 きくなるほど長期となっていることも分かる。

沈降堆積した試料の含水比分布から求めた logf - logp 関係を図- 3 に示す。 w_L に対応してその勾配および相対的位置関係が異なって いることが分かる。logf - logp 関係の傾きを a とし、その絶対値 |a| と w_L の関係を示したものが図-4 である。 w_L が増加するに従って |a| | はほぼ線形的に増加している。

図-5 に各応力レベルでの体積比と w_L の関係を示す。液性限界が 51.9%と 79.0%の体積比fを、圧密応力が 0.001 kPa の場合で比べる と、前者は8、後者では16となり、体積比で2倍ほど異なる。しかしな がら、圧密応力が0.2kPaの場合には、体積比の違いは1.3倍程度に留 まっている。このように圧密応力pが小さい場合では、 w_L が大きくなるの にしたがい、fは曲線的に大きくなる。それに対して、圧密応力レベルが 増加するのに伴って w_L に対するfの変化量は小さくなることが分かる。 また、高塑性粘土は低塑性粘土に比べ、圧密応力に伴う体積比の変 化が大きくなっている。例えば、L 試料では0.001kPaでf=8 であったも のが、0.2kPa ではf=4.5 となり、4 割減少した。H 試料は 0.001kPa でf =16 であったものが、0.2kPa では6となり、6 割以上減少した。

図-6は、圧密応力をパラメータにして、圧密係数 c_v と液性限界 w_L との関係を表したものである。 w_L が大きくなるにつれて c_v の値は大きくなるが、その量はわずかである。

4.まとめ

体積比に関しては、液性限界が大きくなるにつれて、同圧密応力下 における体積比が大きくなっている。圧密係数は圧密応力に依存して おり、同じ圧密応力での圧密係数はほとんど変わらなかった。

今回は、2種類の粘土をベースに混合率を変えた試料を対象とした。 今後、さらにデータを増やして、今回提示した関係を吟味し、概略検討 としての物性値と圧密パラメータとの関係となりうるか照査したい。

参考文献:1)山内ら:沈降堆積土の泥面変化解析と圧密定数、第 25回土質工学研究発表会、pp.359-362, 1990.2)katagiri et. al: Change of consolidation characteristics of clay from dredging to reclamation, IS-Yokohama '2000 (submitted).

