高い間隙比を有する粘土地盤の形成における沈降・堆積過程の影響について

港湾空港技術研究所	正会員	○渡部要一
中央大学大学院	学生員	石井嘉一
港湾空港技術研究所	正会員	姜 敏秀
中央大学	正会員	斎藤邦夫
五洋建設	正会員	椎名貴彦

1. はじめに

練返し再構成試料を作製する場合,スラリーの含水比が高いほど間隙比が高いe-log p曲線を示すことが知られている.しかし,不攪乱試料の間隙比は,高含水比のスラリーから圧密された再構成試料の間隙比よりもさらに高い.このことは,自然堆積粘土の形成を考える上で,これまでに得られている知見では説明できない.本研究では,両形成過程における相違点「沈降・堆積過程」に着目して考察した.

2. 試料と試験内容

試験に用いた粘土は、大阪湾泉州沖海底下15~19m から採取した沖積粘土である.予め75µmのふるいに よって粗粒分を除去した.液性限界wLは75.1%,塑性 指数Jpは43.1,土粒子密度psは2.68g/cm³である.**表**-1 に示す条件で沈降試験を行った.初期含水比(加水量 で調整)は3000%,塩分濃度(食塩の添加量で調整)は 海水に相当する3.3%,pH(硫酸の添加量で調整)は (中性)程度を基本とした.内径60mmのメスシリンダ ーと内径100mmのアクリル円筒(沈降容器)による沈 降試験を実施した.後者では、堆積物を19.6kPaで予 備圧密した後、圧密リングに供試体をセットし、9.8, 19.6,39.2kPaで段階載荷による圧密試験を実施した.

3. 試験結果と考察

メスシリンダーによる沈降試験の様子として,(a) Case3と(b) Case9における界面の変化を撮影した写 真を図-1に時系列に並べて示す.塩分濃度0%のCase9 では、1440分経過しても界面が明瞭に現れないのに 対して、塩分濃度3.3%のCase3では、界面が明瞭に現 れている.メスシリンダーによる沈降試験から得ら れた界面沈下量の経時変化を図-2に示す.沈降開始 時の含水比が低い(懸濁液の濃度が高い)ものの方が, 粘土粒子の凝集によりフロックを形成して界面が沈 下し始めるまでに時間を要している.塩分濃度を変 化させたCase3, Case7とCase8を見ると,著しい違い は見られなかった.しかし,図-1に示したように塩 分濃度0%のCase9では,1440分経過しても界面を観察 することすらできなかった.このことから,わずか な塩分濃度でもフロック形成に寄与するが,試験を した範囲の塩分濃度(自然界の汽水域から海水域で 起こりえそうな塩分濃度)に対しては,フロック形成 に関するその影響は同程度であることがわかる.図 -3のCase3~6を比べると,pHが3.42~7.93の範囲(自 然界であり得そうな範囲を想定)では,違いは見られ なかった.



フロックが大量にあると均質な沈降が起きず、対





キーワード 沈降, 堆積, 間隙比

連絡先

〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1 (独)港湾空港技術研究所 土質研究室 TEL 046-844-5053

流により沈降する粒子と上昇する粒子が入り乱れて しまい,沈降速度を評価することはできなかった. そこで、初期含水比をw=30000%として懸濁液の濃度 を下げてメスシリンダーによる沈降試験を実施し, フロックが沈降する様子をデジタル顕微鏡によって ビデオ撮影した.撮影位置はメスシリンダーの中間 高さとした.フロックが形成されるまでに12分程度 を要した.フロックが画面上の一定距離を通過する のに要する時間を計測するとともに、フロックの大 きさ(平均径)を測定した. 平均径は0.1~0.35mmの範 囲にあった.図-4に示すように、平均径と沈降速度 の関係は非常にばらついているが、わずかに正の相 関があるように見える.ストークスの式を用いて, 平均径と沈降速度から,フロックの密度を算出した (図-5). ここでは、蒸留水の諸定数を食塩水にも当 てはめているため、水よりも小さな密度が算出され たが、0.9980~0.9985の極限られた範囲にあり、水に 近い値である. 平均径0.3mm程度の大きなフロック では, 0.9981g/cm³前後に密度が集中している.

図-6は、堆積物を19.6kPaで予備圧密後、25mmごと に分割して圧密試験を実施した際のe-log p関係を示 している. Case1, Case2, Case3では, それぞれ5,4,3 個の供試体の結果がプロットされている. CRS圧密 試験の結果と自然堆積粘土の間隙比から、自然堆積 粘土のe-log pがどの程度であるかを知ることができ る. また, 2wLのスラリーから作った再構成試料の結 果も示してある.自然堆積粘土は再構成試料よりも 高間隙比の状態になっており、本論文冒頭の記述を 支持する. 沈降開始時の含水比が低い(懸濁液の濃度 が濃い)ものほど高間隙比になっている.なお,沈降 を経たものは分級しているため、堆積物を25mmごと に分割して測った個々の間隙比は全体を代表してい ない. そこで参考値として,予備圧密圧終了時の含 水比分布から求めた平均的な間隙比も示してある. 分級によって、上部は細粒分が多く高間隙比、下部 は粗粒分が多く低間隙比になっている。しかし、上 部の高間隙比を示す部分はもちろんのこと、平均値 で見ても、沈降を経ない再構成試料より高い間隙比 になっていることが読みとれる.

4. まとめ

自然堆積粘土に見られる構造を室内で再現するために、高温にして年代効果を促進する方法が提案されている¹⁾が、沈降を経ないスラリーから圧密しているため、見かけの力学挙動は再現できていたとしても、微視的な構造を再現できていない可能性が高いといえる²⁾.自然堆積粘土の間隙比が、スラリーから再構成した粘土の間隙比よりも高い状態になっていることの一つの要因として、フロックを形成して沈降した堆積物であることが挙げられるであろう.

参考文献

- Tsuchida, T., Kobayashi, M. & Mizukami, J.: Effect of aging of marine clay and its duplication by high temperature consolidation, *Soils and Foundations*, 31(4), 133-147, 1991.
- 2) 石井嘉一,姜 敏秀,渡部要一,斎藤邦夫,椎名貴彦:沈降・堆積 過程を経た粘性土の微視的構造について,第59回土木学会年次学 術講演会,2004.(投稿中)



図-6 e-log p関係