

異なる pH で堆積した粘性土の圧密特性

山口大学大学院 学 ○笹西孝行 松下英次
 山口大学工学部 正 山本哲朗 鈴木素之
 山口大学大学院 学 五藤久美子

1. はじめに

土粒子の堆積環境下における化学的条件や含有粘土鉱物の違いによって、土粒子間に作用する界面化学的作用が大きく異なる。この界面化学的作用の違いに応じて、土粒子間には異なる大きさの引力と斥力が作用し、堆積環境下で異なる骨格構造を呈している。土粒子間力には引力と斥力といった数種類の力が複雑に影響し合って存在する。これらの力は土粒子表面から水素イオンが解離あるいは結合することにより電荷が変化するのでこれらの力は pH の値の違いに影響を受ける^{1), 2)}。以上のように土粒子間力は堆積環境の影響を受けやすいことから、地盤の化学的性質の変化による諸土質工学的特性を明らかにすることは重要であると考えられる。本文では、化学的性質を示す指標として頻繁に用いられる pH に着目し、pH を人工的に変化させた環境下で堆積(予圧密)した 5 種類の粘性土を対象にして土の圧密特性に及ぼす pH の影響について実験的に検討した。

2. 実験概要

(1) 試料の物理的性質、化学的性質および主要粘土鉱物

表 - 1 試料の物理的性質、化学的性質および主要粘土鉱物

実験に用いた試料は 5 種類である。表 - 1 にこれら試料の物理的性質、化学的性質および主要粘土鉱物を示す。表中の(pH)_iは pH 調整前の初期の pH を示している。

	宇部岬粘土	山陽粘性土	大道粘土	カオリン粘土	本由良粘土
ρ_s (g/cm ³)	2.598	2.671	2.602	2.618	2.568
D ₅₀ (mm)	0.008	0.036	0.011	0.007	0.018
D _{max} (mm)	0.9	2.0	0.2	0.2	0.9
w _L (%)	59.5	49.7	57.2	62.0	35.0
w _p (%)	30.5	27.9	23.5	40.2	21.8
I _p	29.0	21.8	33.7	21.8	13.2
F _{clay} (%)	45.3	33.8	25.0	96.8	32.2
F _c (%)	96.6	56.3	94.0	97.7	74.6
(pH) _i	7.8	4.8	6.5	6.8	8.6
土質工学分類	CH	ML	CH	MH	CL
主要粘土鉱物	イライト	カオリナイト	カオリナイト	カオリナイト	スメクタイト

(2) 実験概要

最初に試料の含水比を (pH)_i 時の液性限界の約 1.5~2.0 倍となるように pH 調整薬品によって pH を調整しながらスラリー状にする。pH を調整する薬品として硫酸および水酸化ナトリウムを用いている。なお、(pH)_i の試料を作製する場合には pH 調整薬品を加えた水溶液の代わりに純水を用いる。pH を調整したスラリー状試料³⁾を大型圧密装置(内径: 31cm, 高さ: 45cm)に詰めて一次元的に圧密する。鉛直圧密応力 p は p=9.8→19.6→49.0→98.0 kN/m² のように段階載荷し、第 1~3 段階では 1 日間、第 4 段階(p=98.0 kN/m²)では 7 日間圧密した。圧密の打ち切りの目安は 3t 法に基づいて決定した。このようにして作製した予圧密試料から供試体(直径: 6 cm, 高さ: 2 cm)を成形し、段階載荷による圧密試験⁴⁾を行った。

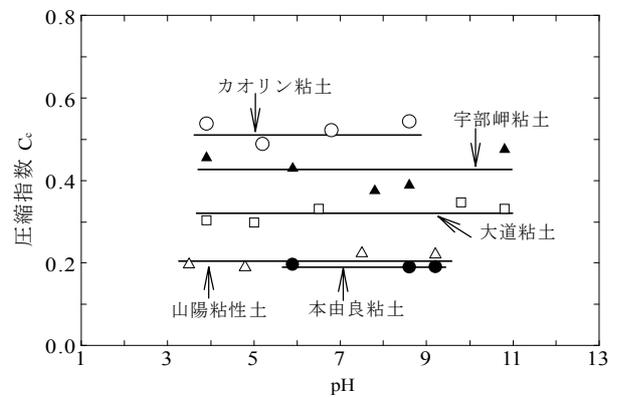


図 - 1 圧縮指数 C_c と pH の関係

圧密圧力 p は p=9.8→19.6→39.2→78.4→156.8→313.6→627.2→1254.4→9.8 kN/m² のように段階載荷し、圧密時間は 1 段

キーワード: pH, 粘性土, 一次元圧密, 圧縮指数, 圧密係数

連絡先: 〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 山本哲朗 (Tel: 0836-85-9302)

階で1日間とする。

3. pHが異なる粘性土の圧密特性

(1) 圧縮指数と pH の関係

図-1に宇部岬粘土, 山陽粘性土, 大道粘土, カオリン粘土および本由良粘土の $e \sim \log p$ 曲線から得られた圧縮指数 C_c と pH の関係を示す。各試料の圧縮指数と pH の関係には若干のばらつきはあるものの, 図中に示すように C_c は pH によらず一定であることが分かる。このことから, 圧縮指数は pH の影響をほとんど受けないものと判断できる。

(2) 圧密係数と平均圧密応力の関係

図-2(a)~(e)に宇部岬粘土, 山陽粘性土, 大道粘土, カオリン粘土および本由良粘土の圧密係数 C_v と平均圧密応力 \bar{p} の関係を示す。宇部岬粘土(図-2(a))では, pHを3.9から10.8に変化させた場合, アルカリ性試料(pH=10.8)の圧密係数は他のpHにおけるそれよりも著しく小さい。このことは圧密係数

($C_v = T_v \cdot H^2 / t$) が圧密時間を決定するパラメーターであることから, 圧密に要する時間が増加することが示唆される。山陽粘性土(図-2(b))においても同様の傾向が得られた。大道粘土(図-2(c))の場合, pHを3.9から10.7に変化させると圧密降伏圧力(98.0 kN/m²)前後では上述した2試料の場合と同様の傾向が得られるが, 平均圧密圧力をさらに増加させると C_v がほぼ一定の値を示す。カオリン粘土(図-2(d))の場合, pHを3.9から8.6に変化させても C_v は pH によらずほぼ等しい値を示している。本由良粘土(図-2(e))の場合にも同様の傾向が示された。カオリン粘土, 本由良粘土については強アルカリ性の再構成試料の作成が困難であったため強アルカリ性のデータは得られていない。

以上の結果より, 堆積環境の化学的条件の一つとして用いられる pH を変化させた試料において, 圧縮指数は pH の違いによらず一定であり, 圧密係数は pH の値によって異なることが明らかになった。圧密係数が異なることは, 圧密に要する時間が pH の影響を受けることを示している。このことは各試料の堆積環境による骨格構造の違いに依存するものと推測される。

4. 結論

本研究から得られた知見は以下のとおりである。

- 1) 各試料の圧縮指数は pH の違いによらず一定である。
- 2) 各試料の圧密係数は pH の増加によって著しく小さくなるという結果が得られた。このことは堆積環境による骨格構造の違いによるものと推測される。

【参考文献】 1)岩田進午, 喜田大三監修:土の環境圏, (株)フジ・テクノシステム, 1997. 2)日本粘土学会編:粘土ハンドブック第二版, 日本粘土学会, 技報堂出版, 1987. 3)松下英次, 山本哲朗, 鈴木素之:粘土の物理試験における pH 調整法とその問題点, 土と基礎, Vol 49, No.2, pp.25~28, 2001. 4)(社)地盤工学会:土質試験の方法と解説 - 第1回改訂版 -, pp. 384-382, 2000.

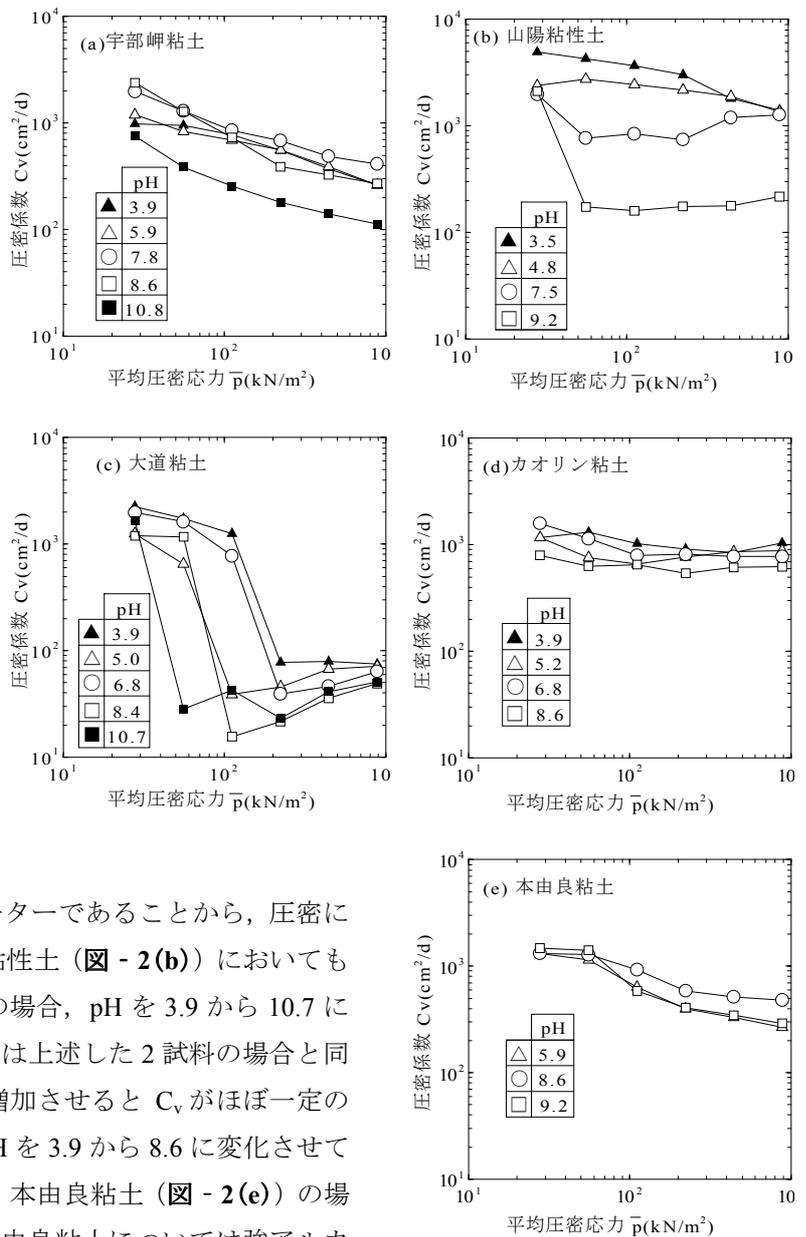


図-2 圧密係数 C_v と平均圧密応力 \bar{p} の関係