

ベントナイトの交換性陽イオンと水和特性について

Exchangeable cations and hydration properties of bentonites

陳 代 文* 宇野泰章
DaiWen Chen Yasuaki Uno

1.はじめに 土壌中に種々の粘土鉱物が含まれている、スメクタイトは代表的な粘土鉱物の一種で、陽イオン交換容量が大きく、水中で著しく膨張するなど、特徴のある物理的、化学的特性を有するため、土木分野で広く利用されている。しかしその交換性陽イオンの組成と水和特性の関係についてはなお不明の点が多い、ここではベントナイトのイオンの組成と吸水膨張、透水性などの関係について検討した結果を報告する。

2.粘土試料 国内で用いられる代表的なベントナイトであるクニミネ工業製「クニゲルV 1」を使用した。その比較試料として、純粋なスメクタイトである米国 Wyoming 州(W とする)と Mississippi 州(M とする)のベントナイト鉱床から採集した 2 試料を用いた。ベントナイトの層間イオン Na、Ca の、組成比の異なる試料を作成するため、種々の濃度比の溶液中で交換処理を行った。用いた溶液の組成比は Na:Ca (1:0、0:1、1:1、1:3、3:1) の 5 種類である。イオン交換処理の際に過剰の塩分が残留することがあるのでこれを除くために、80% C H O H 水溶液を使用して洗浄した。

表 1 . 試料の特徴

試料	試料の特徴
A	ベントナイト未処理試料
B	濃度比(Na:Ca=1:0)の溶液中で交換処理したベントナイト試料
C	濃度比(Na:Ca=0:1)の溶液中で交換処理したベントナイト試料
D	濃度比(Na:Ca=1:1)の溶液中で交換処理したベントナイト試料
E	濃度比(Na:Ca=1:3)の溶液中で交換処理したベントナイト試料
F	濃度比(Na:Ca=3:1)の溶液中で交換処理したベントナイト試料
W	米国 Wyoming 州採集した純粋なスメクタイト試料
M	米国 Mississippi 州採集した純粋なスメクタイト試料

3.実験方法

3.1 吸水膨張量の測定 ベントナイト粉末 1 g を円筒型加圧成型器により、一定圧力(4 0 kgf/cm²、1 4 M P a)下で、円盤状に成形した。成形した円盤状試料の直径は 2 0 mm、厚さは 1 . 6 ~ 1 . 8 mm である。実験装置は、吸水に伴う体積膨張量を測定するため、独自に作成したものをを用いた。これは試料ホルダーとしてステンレス製の円筒容器を用い、中に成形した円盤状試料を挿入し吸水による膨張を測定するものである。試料ホルダーの下部を水に浸し、多孔質セラミックフィルターとメンブレンフィルターを通して吸水させる。試料上部にテフロンキャップを載せ、これを上部のダイヤルゲージを密着させ、膨張による体積変化をダイヤルゲージで読みとる。

3.2 吸水膨張圧の測定 吸水膨張圧の測定は前項同様の試料と装置を用いて測定を行った。ただし、膨張圧の計測には、テフロンキャップ上部をロードセルを接触させ、無載荷で吸収を開始し、膨張圧力の経時変化及び最大膨張圧力を記録計により計測した。

3.3 透水試験 標準的な土質試験法の透水装置を小型化したものを用いた。豊浦砂とコンクリート用骨材砕石微粉ケーキ同量混合した材料を準備し、これに乾燥重量比で試料 A、B、C、W、M を 1%、2% 添加し、十分混合した試料を透水円筒に入れる。上部の給水管のバルブを開き、低い位置の給水びんから徐々に送水した試料を飽和させる、飽和度を高くなるために、そのまま 1 週間以上続けて送水したから、透水試験を行った。

4. 実験結果と考察

4.1 吸水膨張量経時変化 図 1 より、交換陽イオン組成が Na を多い試料 B、F は実験開始初期の膨張速度が小さく、その後急激に変化し、試料 B は約 4000 分で収束し、最大膨張率は 611% である。交換陽イオン組成が Ca を多く試料 C、E は吸水直後すぐ膨張しているが、試料 C は約 240 分で収束し、最大膨張率も 123%、試料 B の 5 分の 1 である。試料 A は膨張量が大きく変化している。最大膨張率は 349.1% である。

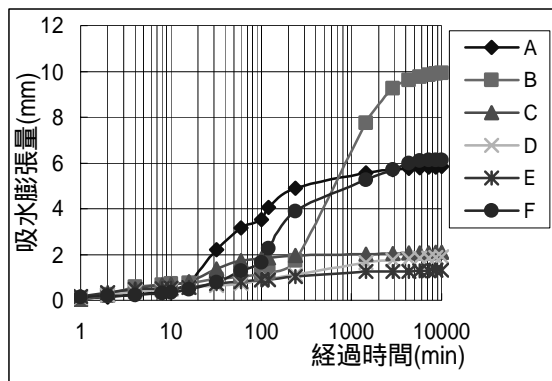


図 1. 吸水膨張量試験

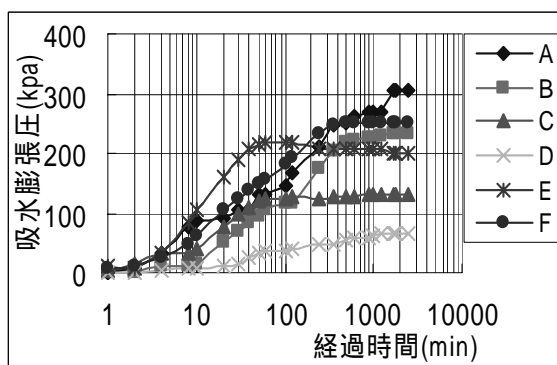


図 2. 吸水膨張圧試験

4.2 膨張圧力経時変化 図 2 より、全体的に

膨張量の膨張特性とやや類似した傾向を示す。試料 B は膨張圧が大きく上昇している、開始 1000 分後でほぼ収束し、最大膨張圧は 234.1kpa である。試料 C は開始直後からすぐ上昇をはじめ、開始 60 分後でほぼ収束している。最大膨張圧は 131.1kpa である。

4.3 透水試験 透水性について、図 3 より、粘土試料 A、B、W が透水性低いことが明らかになった、この理由は、Na⁺イオンに富んだ試料では層間の Na⁺イオンが周囲の水を結合して膨張と、膨潤した状態になる、ベンとナイトの水和膨張により、粘土試料を水和し、コロイド状の複合体になり。生成した複合体中の水は、自由水ではなく、粒子間の移動が強く制限される、また粘土粒子がコロイド状に膨張し、間隙比が小さくなるため、自由な水の通過を妨げられ、透水性が顕著に低下するものと思われる。

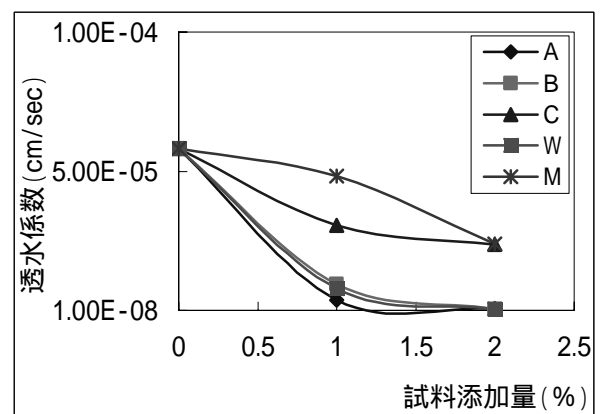


図 3. 透水係数試験

参考文献 土木工学会(1986) 粘土の不思議 立松英信・水野清(1987) 粘土科学第 27 巻 147 - 152 石田良二・西川総明(1992)粘土科学第 32 巻 97 - 107