

Ⅲ－A205

粘土の粒子配列構造と力学特性に及ぼす高温再圧密効果

広島大学 工学部 正会員 森脇 武夫

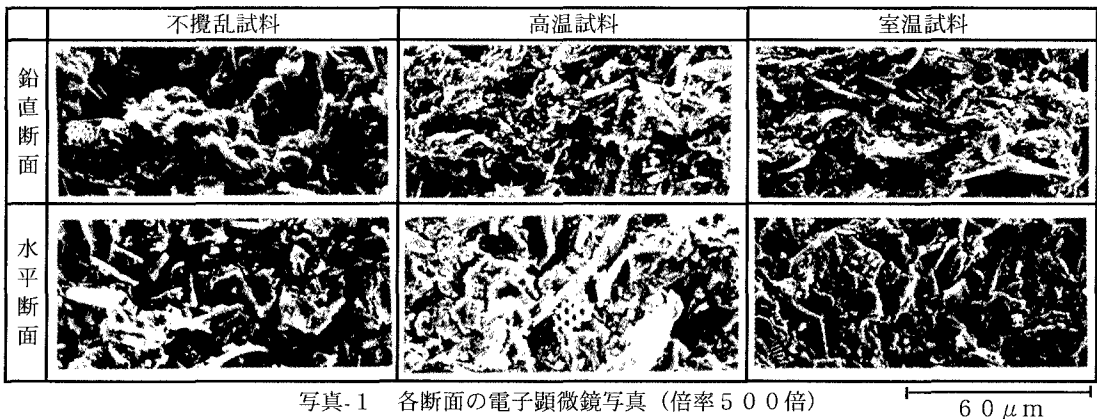
広島大学 工学部 学正員 ○和田 陽子

1. はじめに

高温で再圧密した粘土の力学特性が、年代効果を有する自然堆積粘土のそれと類似していることが多くの研究によって明らかにされている。しかし、これらの研究では、通常の力学試験によって粘土の巨視的挙動を比較検討するだけで、粘土粒子の微視的構造まで立ち至ってその類似性が検討されていない。そこで本研究では、不攪乱自然堆積粘土と、それを高温および室温で再圧密した粘土の微視的構造を、パソコンを用いた画像解析手法によって定量的に比較し、高温再圧密による粒子配列構造の変化と力学特性の関係を明らかにする。

2. 試料および再圧密方法

試料には、山口県柳井上関線単独道路改良工事に伴う地質調査で採取した通称「柳井粘土」($W_L=53.8\%$, $I_p=27.4\%$, $G_s=2.593$)を使用した。シンウォールチューブからできるだけ乱さないように取り出したものを不攪乱試料（U試料）として使用し、この粘土を液性限界の約2倍の含水比で攪拌してスラリー状にし、両面排水条件で一次的に、不攪乱試料の圧密降伏応力である 1.0kgf/cm^2 まで再圧密した後、再圧密セルを恒温水槽に置いて、 20°C で4日間養生したものを室温試料（R試料）とし、 70°C で4日間養生したものを高温試料（H試料）とした。各試料に対して、力学試験を行った結果、室温試料の力学特性は不攪乱試料のそれと異なるが、高温試料の力学特性は不攪乱試料のそれとかなり類似することが明らかになった¹⁾。すなわち、巨視的挙動から見ると、高温養生することによって不攪乱試料の持つ年代効果のある程度再現することができるかと評価できる。



3. 画像解析方法

走査型電子顕微鏡で粘土試料の水平および鉛直断面の撮影を行う。撮影した顕微鏡写真（写真-1）をコンピュータに取り込み、画像解析ソフト（MacSCOPE. Ver.2.17（三谷商事(株)製））を使用して画像解析を行う。解析方法は、水平および鉛直断面の顕微鏡写真上に、直交するX方向とY方向の線を数本引き、その直線上の濃度を計測する。濃度は黒から白を256段階に分割して表示され、測定する直線上の1pixelごとの値が計測される。なお、水平断面においては特定の方向を意味していないが、鉛直断面においてはX方向を水平方向に、Y方向を鉛直方向となるようにしてある。次に、計測した濃度分布の一次回帰直線が波

キーワード：微視的構造、画像解析、温度効果、電子顕微鏡写真、高温再圧密

〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1 TEL&FAX：0824-24-7784 E-mail：tmori@ipc.hiroshima-u.ac.jp

の中心となるように波形変換を行い、図-1 に示すように、濃度分布曲線において白い部分が粘土粒子またはベッドにあたり、濃度分布曲線を粒径の2倍が波長となる波の集まりとみなし、パワースペクトル解析を行い、濃度に関するパワースペクトルと波数の関係を求める。次に、濃度スペクトルの結果からパワースペクトルが最も卓越している時の波数を見つけ、

$$\text{粒径} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{\text{波数}} = \frac{1}{2} \times \text{波長} \text{ により粒径を算出し、鉛直断面および水平断面において、最も卓越する粒径の分布をX方向およびY方向について示す。}$$

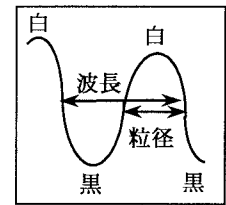


図-1
波長と粒径の関係

4. 画像解析結果と考察

1) 鉛直断面のX方向とY方向の比較

図-2 に鉛直断面において最も卓越する粒径の分布を示す。鉛直断面のX方向とY方向の比較を行うと、不攪乱試料および高温試料では方向による違いがほとんどなく、卓越する粒径が 16~25 μm 付近に集中している。これは、粒子が傾いていることや、濃度計測を行った直線が粒子の中心を必ずしも通っていないことを考慮すると、粒子の平坦面の大きさを表していると考えられる。一方、室温試料のX方向には、前述の粒径より大きな値が表れている。これは、板状粒子が

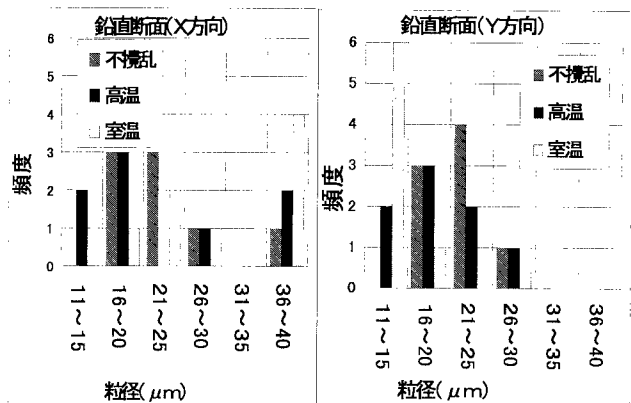


図-2 鉛直断面の最も卓越する粒径の分布

水平面と平行に積み重なって形成されたベッドの水平方向の長さを表していると考えられる。また、室温試料のY方向では、11~15 μm 付近に卓越する粒径が集中している。これは、板状粒子が水平面と平行に積み重なって形成されたベッドの鉛直方向の厚さを表していると考えられる。また、図-2 に示したものの次に卓越する粒径を調べると、いずれの試料においても、6 μm 付近に集中している。これらは、板状粒子の厚さを表していると考えられる。

2) 水平断面のX方向とY方向の比較

紙面の都合で図は省略するが、水平断面では卓越する粒径の分布に、X方向とY方向の違いはほとんど見られず、いずれの試料においても粒子の平坦面の大きさと粒子の厚さが表れている。

以上のことより、不攪乱試料および高温試料は鉛直断面と水平断面の両方でX方向とY方向の違いが見られなかったため、ランダム構造に近い構造であると考えられる。それに対し、室温試料では、水平断面においてはX方向とY方向の違いが見られないものの、鉛直断面のX方向にはベッドの水平方向の長さが、Y方向には粘土粒子の厚さが表れているため、配向構造に近い構造であると考えられる。

5. おわりに

水平断面および鉛直断面において、卓越している粒径の分布から、不攪乱粘土および高温養生粘土はランダム構造に近いものであり、室温養生粘土は配向構造に近いものであることを定量的に示すことができた。また、不攪乱粘土と高温養生粘土の力学特性が類似していることを力学試験から確かめることができ、高温養生粘土は微視的な面および巨視的な面の両方から、不攪乱粘土に類似していることが明らかになった。

なお、本研究は文部省科学研究費基盤研究 A(1) (代表：東畑郁生) とウエスコ土木技術振興基金の援助を受けた。

【参考文献】 1) 森脇, 和田: 高温再圧密粘土の粒子構造と力学特性, 平成 10 年度土木学会中国支部研究発表会, 1998.