

Ⅲ-A1

高温再圧密された粘土の微視的構造の定量的評価

広島大学 工学部 正会員 森脇 武夫

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、高温再圧密した粘土と通常の室温で再圧密され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構造の変化を明らかにする。

2. 解析方法

本解析では、粘土試料の水平および鉛直断面の電子顕微鏡写真をイメージスキャナーを用いてコンピュータに取り込み、粒子画像の濃度分布を画像解析によって求め、濃度分布の形状によって粒子およびベットの構造を評価した(文献1参照)。濃度分布の測定は、顕微鏡写真で直行するX方向とY方向に数本の直線を引き、その直線上の濃度を計測することによって行った。なお、濃度は白と黒の間を256段階に分割して表示され、測定する直線上の1 pixel ごとの値が計測されている。また、水平断面においてはX方向とY方向は特定な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選んだ。

3. 高温再圧密粘土の微視的構造

解析に用いた粘土は、岡山県倉敷市運動公園建設予定地から採取した通称「倉敷粘土」である。この粘土をまず420 μ mフルイを通して貝殻などの粗粒分を取り除いた後、液性限界の約2倍の含水比でスラリー状にした後、再圧密セルを用いて圧密圧力49.0kPaまで一次元圧密した。その際、室温再圧密試料は温度を20°C、高温再圧密試料は70°Cに保った。

室温再圧密試料の水平断面と鉛直断面の電子顕微鏡写真を写真・1と2に、高温再圧密試料の水平断面と鉛直断面の電子顕微鏡写真を写真・3と4に示す。室温再圧密試料においては、水平断面で板状粒子や板状粒子が集合したベットの平坦面が数多く見られるとともに、鉛直断面では板状粒子およびベットが水平

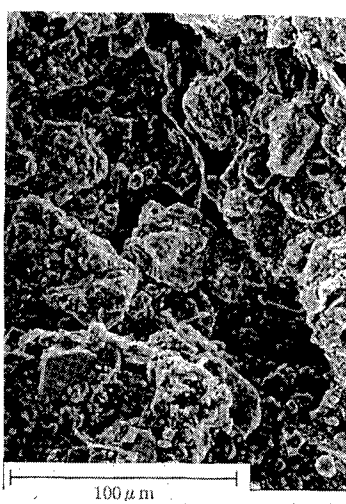


写真-1 室温再圧密粘土の水平断面

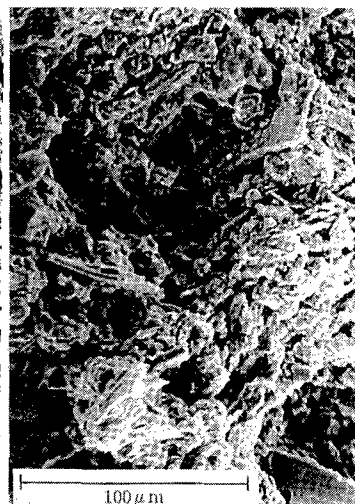


写真-2 室温再圧密粘土の鉛直断面



写真-3 高温再圧密粘土の水平断面



写真-4 高温再圧密粘土の鉛直断面

キーワード：粘土の微視的構造、画像解析、温度効果、電子顕微鏡写真、高温再圧密

〒739 東広島市鏡山1-4-1

TEL & FAX : 0824-24-7784

E-mail : tmori@ipc.hiroshima-u.ac.jp

面と平行に近い形で積み重なっており、明らかに水平方向に配向性を持った粒子構造となっていることが認められる。一方、高温再圧密試料では室温再圧密試料ほど水平断面と鉛直断面の違いが明確に表れていないが、鉛直断面で水平方向に若干配向性を持つもののランダム構造に近い構造になっているとすることができる。

前述の方法によって写真-1と2に示した室温再圧密試料の水平断面と鉛直断面の濃度分布を測定し、その濃度分布を一種の波と見なして、その波形のパワースペクトル解析を行ったものが図-1である。室温再圧密試料の水平断面（図-1a）では、X方向とY方向の違いはあまりなく、波数0.01~0.03（波長約50 μm ）、0.05~0.08（波長約15 μm ）、および0.09~0.12（波長約10 μm ）の波が卓越していることが認められる。これらの値は、粒子が水平面と平行に積み重なって形成されたペッドの大きなものと小さなものの代表的な水平方向の長さを表していると考えられる。また、波数0.15~0.17（波長約6 μm ）においてパワースペクトルの小さなピークが認められるが、これは板状粒子の平坦面の大きさに対応したものと考えられる。一方、室温再圧密試料の鉛直断面（図-1b）では、波数約0.15以下（波長約6 μm 以上）でX方向とY方向の違いがあまりなく、前述の水平断面と同じ傾向となっているが、波数約0.15以上（波長約7 μm 以下）ではX方向とY方向に違いが表れている。すなわち、波数が大きな（波長が小さな）部分のパワースペクトルは、X方向で明瞭なピークが表れていないのに対して、Y方向では波数0.15~0.17（波長約6 μm ）と0.21~0.23（波長約4.5 μm ）で明瞭なピークが表れている。このうち後者のピークは個々の粒子の厚さに対応したものと考えることができるため、室温再圧密試料では粒子およびペッドが水平面と平行に積み重なった配向構造となっていることを表していると考えられる。

高温再圧密試料の水平断面と鉛直断面の濃度スペクトルを求めたものが図-2である。高温再圧密試料の水平断面（図-2a）では、室温再圧密試料の場合と同様にX方向とY方向の違いはあまりなく、波数0.02~0.06（波長約30 μm ）の波が卓越している。これは、粒子が水平面と平行に積み重なって形成されたペッドの水平方向の長さを表していると考えられる。一方、高温再圧密試料の鉛直断面は、室温再圧密試料の場合と異なり波数が大きな（波長が小さな）部分でのX方向とY方向の違いがあまり認められず、水平断面とほとんど同じ濃度スペクトルとなっている。これは、水平断面と鉛直断面の構造がほぼ同じであることを意味しているため、高温再圧密試料は室温再圧密試料と比較してランダム構造になっているとすることができる。

4. おわりに

粘土試料の電子顕微鏡写真の濃度分布波形およびそのパワースペクトルは、粘土の微視的構造を定量的に表す指標になり得ることが分かった。さらに、この方法を用いて室温再圧密粘土と高温再圧密粘土の微視的構造の違いを比較した結果、室温再圧密試料は配向構造、高温再圧密試料はランダム構造に近い構造になっていることが明らかとなった。一般に、自然粘土はランダム構造か綿毛構造に近い構造であるが、その粘土や練り返し再圧密した粘土をさらに圧密すると配向構造になると言われていることを考え合わせると、高温再圧密方法はこれまでに報告されているような巨視的な挙動だけでなく、微視的にも自然粘土に近い構造を再現していると言することができる。

【参考文献】森脇ら、粘土の微視的構造と高温再圧密効果、地盤工学会・「高温環境と土」シンポジウム、1997。

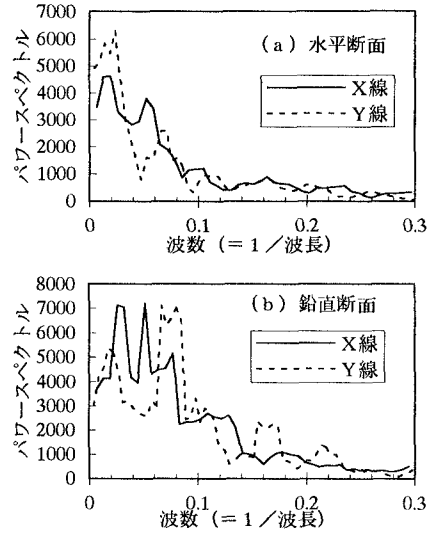


図-1 室温再圧密粘土の濃度スペクトル

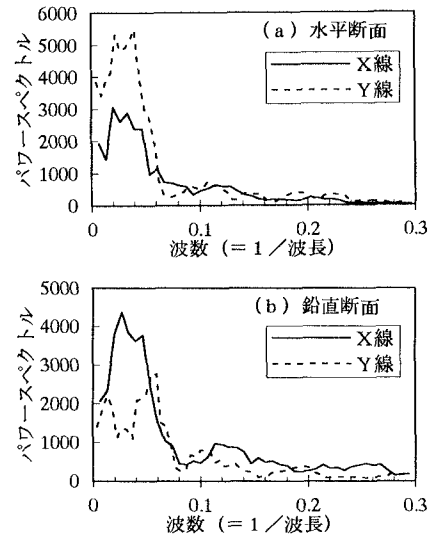


図-2 高温再圧密粘土の濃度スペクトル