

呉工業高等専門学校 正員 ○石井義明

同 上 非 西谷庸雄

1 まえがき

粘土の異方性に関する研究はすでに多くなされているが、洪積粘土の異方性に関するものは少ない。そこで洪積粘土と用い一軸圧縮試験、圧密試験、吸水膨張試験ならびに超音波伝播速度測定を行ない、洪積粘土の異方性を調べるとともに、すでになされている研究結果との比較を行なった。

2 試料と実験の概要

試料は大阪泉大津市周辺で、地表面下36~50^mの深さより採取した不攪乱試料で、その物性は液性限界36~40%、塑性限界18~39%、比重2.6~2.7の範囲にあった。

供試体は軸が堆積時の鉛直方向に一致したもの(以下V供試体と呼ぶ)と、軸が堆積時の水平方向に一致したもの(以下H供試体と呼ぶ)を試料より切り出し用いた。

一軸圧縮試験は直径35^{mm}、高さ7~5^{mm}の範囲のものと用い、1/30^{mm}のヒズミ速度で行なった。吸水膨張試験は直径3^{mm}、高さ2^{mm}の円柱供試体と水中に浸し、軸方向のヒズミ量と測定した。超音波伝播速度測定は一軸圧縮試験を行なう前に、その供試体と用い測定した。そして周波数25^{KHz}の横波用振動子と用いた。

3 実験結果と考察

i) 一軸圧縮強度の異方性 粘土の異方性に関する研究によればV供試体の圧縮強度がH供試体のものより大きいことが明らかにされている。V供試体の一軸圧縮強度を q_{uv} 、H供試体のそれと q_{uh} として異方性の度合と比較したものを図-1に示した。

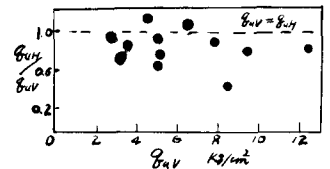


図-1 一軸圧縮強度の異方性

q_{uv}/q_{uh} は1.0以下のものが多く、一般にいわれると同様な傾向を示し、 q_{uv} の増加とともに、異方性が大きいようである。この試験で得られる破壊時軸ヒズミについても調べたが、H供試体のヒズミが大きかった。尚圧密の異方性について調べた結果はデータの数が少なく図は省略するが、先行圧密荷重 p_c が大きいものほどV供試体の p_c がH供試体のものより大きくなる傾向にあった。しかし、圧縮指数についで従来よりいわれるように、異方性は認められるか、た。

ii) 超音波伝播速度の異方性 近年地盤内と通過する弾性波の伝播速度より強度の推定がなされることが多い。ここでは縦波伝播速度が周波数・流体等の影響を受けやすいため、横波伝播速度 v_s と、一軸圧縮強度 q_u との関と図-2に示した。

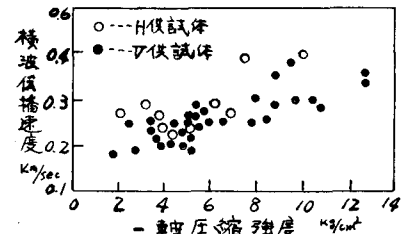


図-2 一軸圧縮強度と横波伝播速度の関係

iii) 超音波伝播速度の異方性 近年地盤内と通過する弾性波の伝播速度より強度の推定がなされることが多い。ここでは縦波伝播速度が周波数・流体等の影響を受けやすいため、横波伝播速度 v_s と、一軸圧縮強度 q_u との関と図-2に示した。

v_s の増大とともに v_s が大きくなり、すでになされている研究結果と同様であるが、同一の v_s でもH供試体の q_u がV供試体のそれより大きく、異方性が存在することがわかる。

石黒は繰り返し再圧密試料の超音波伝播速度を測定し、 Δ 供試体の ρ が Δ 供試体のそれより大きい結果を得ており、図-2の傾向と異なる。

粘土が異方性と示す理由として、応力履歴、構造骨格の影響等が考えられるが、これらと分離して取り出すことはむづかしい。そこで粘性土の物理的性質や、骨格構造と関係の深い塑性指数 I_p と横波伝播速度の異方性の度合の関係を図-3に示した。

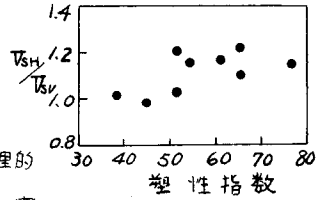


図-3 伝播速度異方性と塑性指数

一方応力履歴の影響としては先行圧密荷重 ρ_c が関係するとみられ、 V_h/V_v と ρ_c の関係を図-4にプロットした。

ρ_c は圧密リングと載荷板の摩擦の影響などにより誤差の入りやうい要素はあるが、これらの影響がないものとするれば、図-3は図-4に比しバラツキが少なく、伝播速度の異方性は骨格構造等の影響が大きいのではなからかと考えられる。

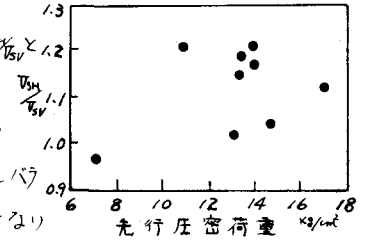


図-4 伝播速度異方性と先行圧密荷重

I_p と骨格構造は必ずしも結びつかないがこれは次のように考えた。一般に粘土粒子はその形は板状といわれる。そして圧密中最大主応力面に平行に配列し、この傾向は圧密圧力の増大とともに著しくなるといわれる。したがって粘土分の多い試料ほど I_p は大きく、かつ板状の粒子が多い。そして圧密により平行に配列するものが多いと考えた。これらのことは明確でないが、吸水膨張させた場合もその影響が表われるのではなからかと考え吸水膨張試験も行った。

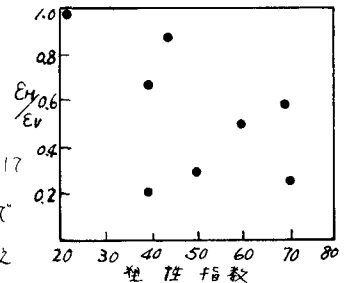


図-5 吸水膨張の異方性と塑性指数

iii) 吸水膨張の異方性 吸水膨張試験は前述供試体と用い24時間吸水膨張のヒズミを測定し整理した。 Δ 供試体のものと E_v 、 Δ 供試体のものと E_h とし、吸水膨張の異方性の度合 E_v/E_h と I_p 、 ρ_c との関係を図-5、6に示した。

図-5はややバラツキがあるが、 I_p が大きいものほど E_v/E_h は小さくなり異方性が大きいことを示している。また図-6も ρ_c が小さくなるほど異方性が大きくなる傾向を示している。図-5は図-3に比しバラツキが大きく、異方性に及ぼす影響が、構造骨格、応力履歴いずれが大きいか関係しているか明確でない。

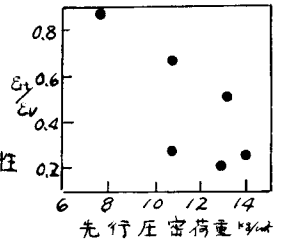


図-6 吸水膨張の異方性と先行圧密荷重

尚、この吸水膨張試験は一軸、圧密試験などを行った後、残りの試料を用いたためデータの数が少なく、図-5、6以外の図のプロットと対応しているものもある。

4 むろび

以上の結果をまとめると、大阪周辺の式積粘土は、一軸圧縮、圧密特性についてほうでなされている研究結果と同様であるが、超音波伝播速度(横波)は Δ 供試体のものが Δ 供試体のものより速い。これは弾性波速度等より強度と推定する場合に危険側の値と推定することになる。

異方性と示す原因として骨格構造、応力履歴の影響が考えられるが、どちらの影響が大きいかは明確でなかった。今後、さらに実験と観測データを多く累積し、くわしく考察したい。

参考文献 1) 例えは Duncan, J.M and Seed, H.B: Anisotropy and Stress Reorientation in Clays, A.S.C.E. Vol 92, SM 5 1966.

2) 石黒良夫: 土中の伝播する横波速度の異方性, 京大防災研年報, 第14号B, 昭46.4 PP 63/