

粘土の一軸圧縮強度の低下に関する一考察

愛媛大学工学部 矢田部龍一・榎明潔・八木則男
東亜エンジニアリング ○武本 誠

1. まえがき

設計に用いる粘性土の強度を得るための試験としては一軸圧縮試験が多用されている。ところで、一軸圧縮強度は様々な乱れにより低下することが知られている。この一軸圧縮強度の低下に及ぼす要因やメカニズムに関して種々の研究がこれまでなされている^{1)・2)}。しかし、試料中に存在する溶存ガスが一軸圧縮強度に与える影響に関してはあまり調べられていない。一般に地盤内の水には種々のガスが溶解している場合が多いと思われる。この溶存ガスは静水圧および拘束圧の解放に伴い一部は気化し、一軸圧縮強度に影響を与えと思われる。そこで、繰り返し再圧密試料ならびに不かく乱試料を用いて、間隙圧と体積変化を測定した一軸圧縮試験を行ない、溶存ガスが一軸圧縮強度に及ぼす影響を実験的に調べた。

2. 溶存ガスを含む粘土の一軸圧縮挙動に対する考察

溶存ガスを含む粘土の一軸圧縮試験時の挙動について考えてみる。なお、ここでは成形などの機械的乱れは一切考えない。サンプリング時の応力の変化には、静水圧と拘束圧の解放がある。静水圧が解放されれば水圧はゼロとなり溶存ガスの一部は遊離する。拘束圧が解放されれば試料内部は負圧となり、さらに多くの溶存ガスが遊離する。その結果、溶存ガスを含む粘土試料には有効応力の低下と膨張と不飽和化という変化が起これと思われる。したがって、溶存ガスを含む粘土の一軸圧縮挙動を明らかにするためには、有効応力、間隙比、不飽和という観点から考えることが必要である。また、これら以外にも構造の発達した粘土ではピーク時の主応力差と主応力比が異なることもあるが、これも一軸強度に影響を与えられ考えられる。これらの要因の影響を個々に分離検討しなければ一軸圧縮挙動の解明は困難である。しかし、今回は拘束圧解放に伴う間隙圧と体積変化それと一軸強度の変化を調べ、個々の要因に関しての解明は今後の課題とする。

3. 試料、実験方法

使用した試料は砥部焼に使用されている砥部粘土と愛媛県睦月島で採取した不かく乱試料を用いた。試料の諸物性ならびに粒度を表-1に示す。

間隙圧は下部ベDESTALに埋め込んだ素焼き板を介して測定し、体積変化は2重セルにして測定精度を高めている。溶存ガスを含む繰り返し再圧密供試体の作

表-1 試料の諸物性ならびに粒度

物性 試料	G _c	PL	LL	<5 μ	<74 μ
砥部粘土	2.68	27%	49%	39%	95%
睦月粘土	2.69	36%	81%	35%	95%

成法は次のとおりである。まず、試料を液性限界以上の高含水比で繰り返し脱気し、それを炭酸ガスが充填した容器内に1日入れることによって炭酸ガスを溶け込ませた後、予圧密し、それから供試体を切り出し成形した。実験は応力解放の影響について調べるため、等方圧密供試体の非排水三軸圧縮試験と等方圧密後非排水状態で圧密圧力を解放した供試体に対して一軸圧縮試験を行なった。この一軸供試体は機械的な乱れは全く受けておらず、いわゆる完全試料と呼ばれているものである。圧密は実際の問題を想定すれば、K₀条件で行なうべきであるが、今回は等方状態で行なっている。不かく乱試料に対しては、地盤内で有していたと思われる応力状態で圧密した後、非排水三軸圧縮試験、また、その拘束圧を解除して一軸圧縮試験を行なった。圧縮速度は三軸、一軸ともに0.0625mm/minで行なった。

4. 実験結果と考察

まず、砥部粘土に対する実験結果を述べる。応力解放に伴う供試体の体積変化ならびに有効拘束圧の変化を図-1に示す。なお、応力解放時の有効拘束圧は残留した負圧としており、また、飽和試料の $e \sim \log \sigma_v$ 関係も併記してある。一般的に拘束圧解放時の試料は過圧密の膨潤ライン上にあると思われるが、図をみると膨潤ラインより若干小さめである。負圧の測定には素焼き板を用い、また、測定経路の飽和も充分行なって測定精度の向上には気をつけているが、負圧の精度良い測定は難しいので、若干の誤差が含まれているのかもしれない。

図-2に一軸圧縮試験時の有効応力経路を示す。また、一軸強度($q_u/2$)と三軸非排水せん断強度(c_u)の強度比と圧密圧力の関係を図-3に示す。初期の圧密圧力の増加とともに一軸強度の低下割合が大きくなっている。これは図-1をみると初期の圧密圧力が大きい供試体ほど圧力解放時に有効応力の低下が激しく、また、膨張量が大きいためこのような結果になっていると思われる。

図-4に不かく乱試料の三軸試験ならびに一軸試験より求めた有効応力経路を示す。一軸強度は三軸によるものと比べて2割足らず強度低下している。なお、拘束圧解放時の一軸試料の体積膨張量は体積ひずみで0.28%であった。

以上のことから、溶存ガスを含む粘土の場合、拘束圧解放時に有効応力と間隙比は表裏一体のものとして変化し、一軸圧縮強度に影響を及ぼすことが明らかになった。溶存ガスの量ならびに拘束圧によって拘束圧解放時の有効応力と間隙比の変化量は違い、一軸強度に与える影響も異なることが予想される。これらの影響を明らかにするためには溶存ガスの量と拘束圧などを種々変えた実験を行なうことが必要である。

5. あとがき

溶存ガスを含む粘土の一軸圧縮挙動を調べた。そして、拘束圧解放時に試料には有効応力の低下とともに膨張という変化が起こり、一軸圧縮強度に影響を与えていることが明らかになった。今後、この影響を定量的に評価していく必要がある。なお、不かく乱試料は、復建調査設計(株)松山事務所のご好意によるものである。記して感謝致します。

参考文献

- 1) 奥村樹郎：粘土のかく乱とサンプリング方法の改善に関する研究、京都大学学位論文、1974。
- 2) Kimura, T and Saito, K.: The Influence of Disturbance due to Sample Preparation on the Undrained Strength of Saturated Cohesive Soil. Jour. JSSMFE, pp. 109~120, 1982.

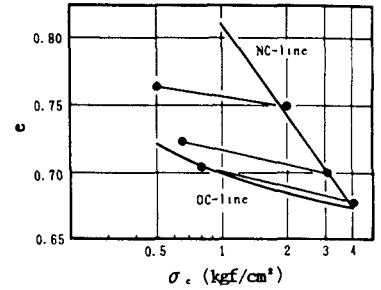


図-1 $e \sim \log \sigma_v$ 関係 (砥部)

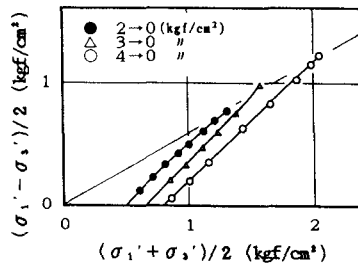


図-2 有効応力経路 (砥部)

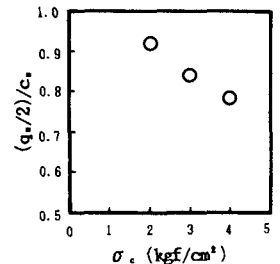


図-3 強度比と圧密圧力の関係 (砥部粘土)

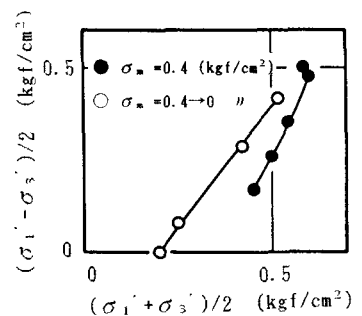


図-4 有効応力経路 (不かく乱)