

## Ⅲ-B371

## 建設汚泥ブロックの圧密応答による脱水性の評価について

早稲田大学理工学部 学生会員 菅原雄一郎  
 ○早稲田大学理工学部 学生会員 笹原壮雄  
 早稲田大学理工学部 学生会員 茨木誠  
 早稲田大学理工学部 正会員 赤木寛一

## 1.はじめに

軟弱で高含水比の建設汚泥や浚渫土を有効利用または処分するにあたっては、含水比低下および減量化を目的として凝集・脱水処理を施す必要がある。これらの汚泥の脱水には、通常、フィルタープレスやベルトプレスなどの加圧脱水機が使用されており、実験室での凝集処理汚泥の脱水性評価に対しては圧密試験が行われている。汚泥の脱水性の定量的な評価としては、圧密試験結果から得られる圧縮指数により評価したもの<sup>(1)</sup>、圧密係数により評価したもの<sup>(2)</sup>、脱水量の経時変化により評価したもの<sup>(3)</sup>がある。

本研究では、ブロック粒径の異なる3種類のベントナイトブロックに対して定ひずみ速度圧密試験を行った。本論文では汚泥の微視的な構造状態に関係する脱水性を定ひずみ速度圧密試験時の間隙水圧応答を表す応力比-間隙比チャートにより評価している。また、同チャートと  $e\text{-log } p$  曲線による汚泥性状評価の関係について検討し、チャートの実用上の意義について考察している。

## 2.使用した試料、凝集剤および供試体

本研究では、市販のベントナイト(穂高産)に蒸留水を加え、家庭用ハンドミキサーで十分攪拌した後24時間以上静置し、試験前に再度攪拌したものを試料泥水とした。表1に使用したベントナイトの各物性値を示す。凝集剤には、LAC(無機系凝集剤)およびポリアクリルアミド(有機系高分子凝集剤)を使用した。ポリアクリルアミドは0.1質量パーセントに調整したものをハンドミキサーにより1時間攪拌したものを使用した。本研究では、凝集剤添加量を調整することにより、粒径の異なる3種類の凝集ブロックを作成した。表2に凝集剤添加量および作成されたブロック粒径を示す。

表1. 使用したベントナイトの物性値

| 物性項目                                      | ベントナイト |
|-------------------------------------------|--------|
| Water content $w$ (%)                     | 357.8  |
| Density $\rho_s$ ( $\text{Mg/m}^3$ )      | 2.58   |
| Liquid limit $w_L$ (%)                    | 406.7  |
| Plastic limit $w_p$ (%)                   | 28.3   |
| Plasticity index $I_p$                    | 378.4  |
| pH                                        | 10.1   |
| Sand (2mm-75 $\mu\text{m}$ )              | 0      |
| Silt (75 $\mu\text{m}$ -5 $\mu\text{m}$ ) | 12     |
| Clay (5 $\mu\text{m}$ -)                  | 88     |

## 3. 定ひずみ速度圧密試験

3種類のベントナイトブロックの圧密特性を調査するために、定ひずみ速度圧密試験(JSF T 412-1993)を行った。試験条件を表3に示す。

表2 凝集剤添加量および凝集ブロックの粒径

| 供試体   | LAC   | Polyacrylamide | 粒径           |
|-------|-------|----------------|--------------|
| ブロック大 | 0.09% | 65ppm          | $\phi$ 10mm- |
| ブロック中 | 0.19% | 65ppm          | $\phi$ 3-7mm |
| ブロック小 | 0.28% | 65ppm          | $\phi$ 1-2mm |

## 3.1 試験結果および考察

定ひずみ速度圧密試験による応力比の応答を比較したものを図1～図3に示す。ここで応力比 $\alpha = u/\sigma$ であり、 $\sigma$ は供試体上面での全応力、 $u$ は供試体下面での間隙水圧、 $e$ は間隙比である。なお、図中の間隙比は試験終了後の供試体高さ、含水比および圧密変位量から算出した。

図1～図3から、ブロック粒径によって $\alpha\text{-}e$ チャートの形状が大きく異なることが分かる。図1のブロック小の供試体では圧縮性・透水性が高いため $\alpha$ は $e=20$ 付近まで0.1前後であり、その後、圧密の進行に伴い0.5付近まで上昇する。その後、 $\alpha$ は過剰間隙水圧の消散に伴い減少する。図2より、ブロック中供試体についても同様の

表3 定ひずみ速度圧密試験条件

| 供試体                            | ブロック大 | ブロック中 | ブロック小 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|
| ひずみ速度<br>$\varepsilon$ (%/min) | 0.50  | 0.57  | 0.50  |
| 初期高さ<br>$H_0$ (cm)             | 1.99  | 1.75  | 1.96  |
| 試験終了時の高さ<br>$H_n$ (cm)         | 0.25  | 0.29  | 0.17  |
| 試験終了時の含水比<br>$w_n$ (%)         | 105.2 | 80.0  | 36.7  |

Key words: 廃棄物, 圧密, ベントナイト, 土の構造, 間隙水圧

〒169-8555 新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部

Tel 03-5286-3405 Fax 03-5272-0695

傾向が見られるが、ブロック中では  $e=30$  付近から  $\alpha$  が上昇し、 $e=10$  付近において  $\alpha$  はピークを示すことが分かる。これらの応力比応答の違いは、ブロック供試体の構造の違いによるものと考えられる<sup>(4)</sup>。ブロック大供試体では、構造の違いによる応答が顕著に現れる。図3から、ブロック大供試体では  $e=30$  付近で  $\alpha$  が急激に上昇し、その後  $\alpha$  が 0.9 前後の値をとりながら圧密が進行し、 $e=12$  付近から  $\alpha$  が大きな変動を示しながら減少して行くのが分かる。図3の初期に見られる急激な  $\alpha$  の増加は、ブロック大供試体中の比較的自由に移動できる部分の間隙水が移動することによってブロック大の再配列が起こり、供試体を急激に閉塞することによって生じたものと考えられる。なお、ブロック大供試体で観察された試験後半の  $\alpha$  の乱れは、圧密に伴うブロック集合体の破壊によるものと考えられる。

定ひずみ速度圧密試験による圧縮曲線を比較したものを図4に示す。図4からブロック粒径の減少に伴い供試体の圧縮性が増加することが分かる。これは  $\alpha$ - $e$  チャートから読み取った結果と一致している。また、ブロック大では供試体中の自由水は圧密初期において排出され、ベントナイト粒子近傍の吸着水は圧密後半に排出したため、圧密過程全体としては圧縮性に大きな変化が見られなかったと考えられる。

以上のことから、 $\alpha$ - $e$  チャートと  $e$ - $\log p$  曲線には相関性があることが定性的に確認された。

#### 4. $\alpha$ - $e$ チャートの利用法

汚泥をセメント固化処理して盛土などや植栽基盤等で再利用する場合、凝集剤添加量を適切に管理する必要がある。本研究から、凝集剤添加量によってブロック粒径が変化し、それに応じて  $\alpha$ - $e$  チャートの形状が大きく変化することが明らかになった。したがって、ある汚泥のある有効利用形態に対して最適な  $\alpha$ - $e$  チャート形状を調査することによって、例えば凝集剤添加量の決定に対して  $\alpha$ - $e$  チャートを判断材料として利用することが可能であると考えられる。また、 $\alpha$ - $e$  チャートに使用するのは実測データのみであるため特別な解析は不要であり、そのためひずみ速度の影響を受けないため短時間で結果を得ることが可能である。

謝辞 本研究の実施にあたり、(株)東興開発のご援助を得たことを記し、謝意を表する。

#### 参考文献

- (1) 例えば 菅原, 笹原, 茨木, 赤木: 建設汚泥の低応力レベルにおける脱水特性の定量的評価について, 第34回地盤工学研究発表会(投稿中)
- (2) 例えば 喜田, 辻, 炭田: 土工における濁水処理に関する研究(第14報) - 泥水の加圧脱水性に及ぼす無機系凝集剤の影響 -, pp107-108, 大林組技術研究所報, No.23, 1981
- (3) 例えば 川口, 浅田, 荻野, 堀内: 薬剤処理した建設汚泥の加圧脱水特性, pp81-82, 第32回地盤工学研究発表会(2分冊の1)
- (4) 山内: 第1章 土の物理化学的性質, pp24 土質力学(最上武雄編著), 技法堂出版

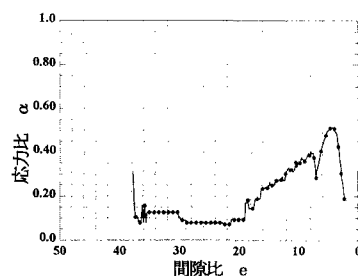


図1 応力比応答(ブロック小)

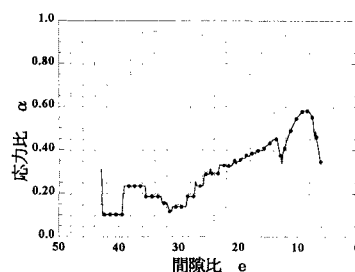


図2 応力比応答(ブロック中)

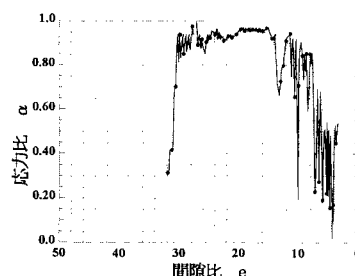


図3 応力比応答(ブロック大)

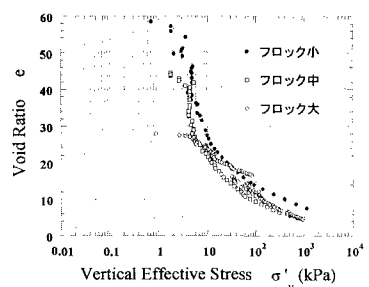


図4 定ひずみ速度圧密試験結果 ( $\dot{\epsilon}=0.5\%/min$ )