

## 高含水比粘性土の含水比低下方法に関する一考察

前田建設工業 技術部 正会員○田中 伯明  
 前田建設工業 土木技術部 手塚 広明  
 前田建設工業 土木技術部 川口 達也  
 前田建設工業 技術研究所 正会員 前田 和亨

## 1. はじめに

建設発生土はその発生量が膨大であり、また処分場の確保が困難であることから、盛土材などへの利用促進を図ることが求められている。建設発生土の内、無処理では盛土材として適用不可能な高含水比粘性土でも、わずか数%の含水比を低下させれば十分適用できる事例が多い<sup>1)</sup>。ただし、粘性土の場合、ばっき乾燥による含水比低下処理は、晴天が続くなどの理想的な状態を長期間必要とするために実施工への適用は不可能である。そこで、一般的には、セメント・石灰などによる安定処理を行って盛土材への適用を図っているが、大幅なコストアップおよび土壌への環境影響をもたらすという課題を有している。これらの課題を解決するために、混合処理せずに吸引等で含水比低下することが試みられているが長時間かかることが報告<sup>2)</sup>されており、実用化には至っていない。ただし、粘性土の動的せん断試験時に過剰間隙水圧比は0.8程度までは上昇<sup>3)</sup>していることに着目すれば、高含水比粘性土に動的せん断ひずみ加えて過剰間隙水圧が上昇した際に、吸水することでより短時間に含水比低下が図れると考えられる。そこで、筆者らは自然含水比から5%程度低下させれば、盛土材として適用できる数種類の高含水比粘性土を対象として、小規模な振動台を用いて、含水比低下の基礎実験を行った。

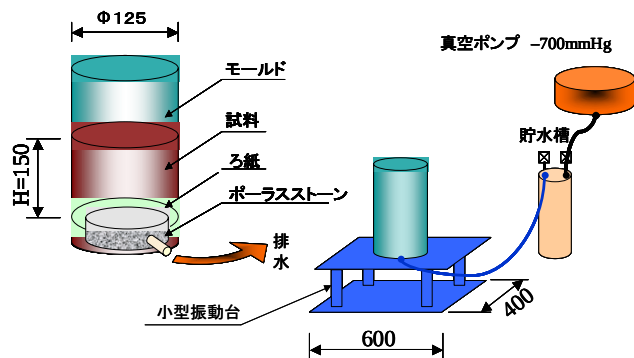


図-1 実験装置概要

## 2. 実験概要

## (1) 試験装置および試料

実験は図-1に示すように、規定の含水比に調整した試料

をモールドに入れ、小型振動台により振動を与えるとともに、容器下方から約-700mmHgの負圧により排水ができる装置により実施した。主な計測項目は、排水量の経時変化および試料の中央位置における過剰間隙水圧である。また、試料は表-1、図-2に示す模擬土、浚渫土および現地発生土の9種類である。

表-1 試料の基本的性質

|      | 細粒分含有率<br>$F_c$<br>% | 土粒子密度<br>$\rho_s$<br>g/cm <sup>3</sup> | 最大乾燥密度<br>$\rho_{dmax}$<br>g/cm <sup>3</sup> | 最適含水比<br>$w_{opt}$<br>% | 液性限界<br>$w_L$<br>% | 塑性限界<br>$w_p$<br>% | 塑性指数<br>$I_p$ | 活性度<br>$A$ |
|------|----------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------|------------|
| 模擬土1 | 39                   | 2.651                                  | 1.758                                        | 10.1                    | NP                 | —                  | NP            | —          |
| 模擬土2 | 28                   | 2.644                                  | 1.884                                        | 10.0                    | NP                 | —                  | NP            | —          |
| 模擬土3 | 43                   | 2.634                                  | 1.756                                        | 14.8                    | 30.0               | 14.2               | 15.8          | 1.24       |
| 模擬土4 | 56                   | 2.654                                  | 1.654                                        | 16.9                    | 29.2               | 16.7               | 12.5          | 0.35       |
| 模擬土5 | 46                   | 2.639                                  | 1.797                                        | 13.5                    | 24.4               | 16.0               | 8.4           | 0.27       |
| カオリン | 100                  | 2.692                                  | 1.359                                        | 28.2                    | 47.0               | 27.3               | 19.7          | 0.27       |
| 浚渫土1 | 62                   | 2.577                                  | 1.154                                        | 38.2                    | NP                 | —                  | NP            | —          |
| 浚渫土2 | 49                   | 2.581                                  | 1.250                                        | 31.4                    | NP                 | —                  | NP            | —          |
| 有楽町層 | 62                   | 2.584                                  | 1.043                                        | 49.9                    | 107.0              | 55.2               | 51.8          | 2.58       |

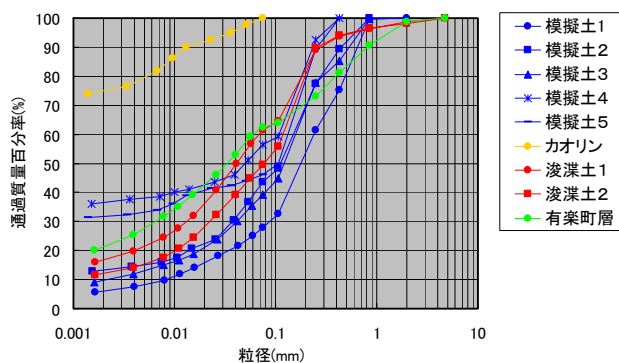


図-2 試料の粒径加積曲線

## (2) 試料の初期含水比および目標含水比の設定

図-3に模擬土4の場合の締固め曲線（締固めのエネルギー1E<sub>c</sub>）とモールドで実施した室内コーン試験結果を示す。一般的に盛土材として必要とされるコーン指数は、湿地ブルドーザーでの締固め作業ができる $q_c=300\text{kN/m}^2$ 以上であることが多いので、コーン指数がこの値を満足できる含水比以下であれば、盛土材として適用ができる<sup>1)</sup>。よって、模擬土4の場合には、24.5%を目標含水比（ $w_{req}$ ）として、初期含水比（ $w_s$ ）はこの値より5%多い、 $w_s=24.5+5=29.5\%$ として実験を行った。その他の試料も図-3と同様な試験を行い、 $w_{req}$ および $w_s$ を設定した。表-2にその一覧表を示す。

キーワード：含水比低下、過剰間隙水圧比、活性度

連絡先：〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-26 TEL:03-5276-5130

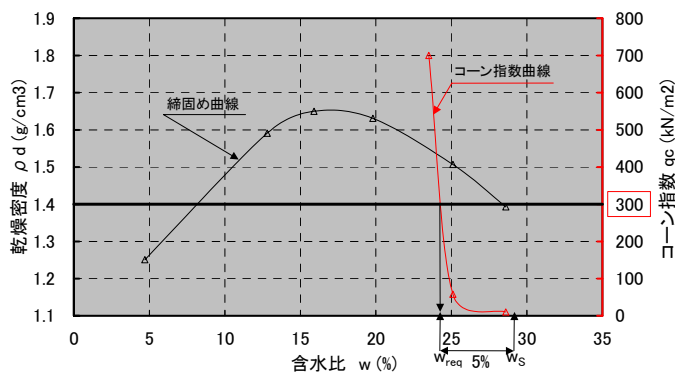


図-3 初期含水比の設定（模擬土4）

表-2 目標含水比と初期含水比

|      | 目標含水比<br>(qc=300時含水比)<br>$w_{req}$ (%) | 初期含水比<br>$w_s$ (%)= $w_{req}+5$ |
|------|----------------------------------------|---------------------------------|
| 模擬土1 | 16.5                                   | 21.5                            |
| 模擬土2 | 15.5                                   | 20.5                            |
| 模擬土3 | 20.5                                   | 25.5                            |
| 模擬土4 | 24.5                                   | 29.5                            |
| 模擬土5 | 19.5                                   | 24.5                            |
| カオリン | 40.0                                   | 45.0                            |
| 浚渫土1 | 44.0                                   | 49.0                            |
| 浚渫土2 | 44.5                                   | 49.5                            |
| 有楽町層 | 66.0                                   | 71.0                            |

### 3. 実験結果と考察

#### (1) 予備実験（実験用周波数の設定）

模擬土1を対象に小型振動台の周波数を変化させて予備実験を行った。図-4のように、本振動台においては周波数： $f=30\text{Hz}$ （この時の加速度は、水平： $\alpha_x=1100\text{gal}$ 、鉛直：

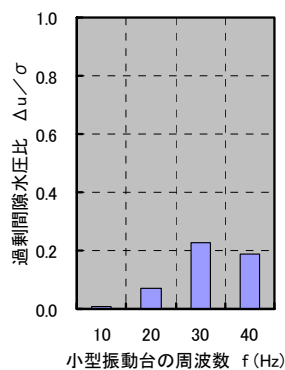


図-4 振動台周波数と過剰間隙水圧比（模擬土1）

$\alpha_z=1900\text{gal}$ ) のとき最大の過剰間隙水圧比を得ることが確認された。また、図-5のように最大の過剰間隙水圧比が生じる周波数 $f=30\text{Hz}$ の時、含水比低下効果も最大であったので、本実験においては、小型振動台の周波数を $f=30\text{Hz}$ に固定することとした。

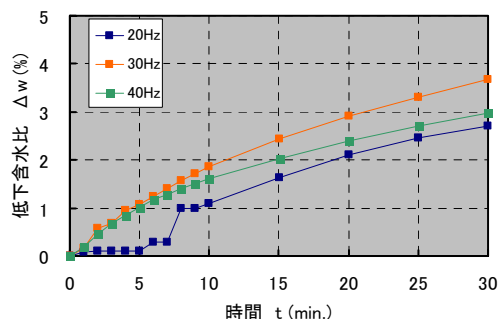


図-5 周波数別の低下含水比（模擬土1）

#### (2) 結果と考察

図-6に9種類の材料を30分間継続して振動および吸引をかけた場合の実験結果を示す。含水比低下効果は土質により異なり、最も効果のあった浚渫土2の場合、30分で

$\Delta w=4.5\%$  ( $R=0.9$ ) の含水比低下となった。しかし、模擬土3、有楽町層は全く含水比低下効果が得られなかった。

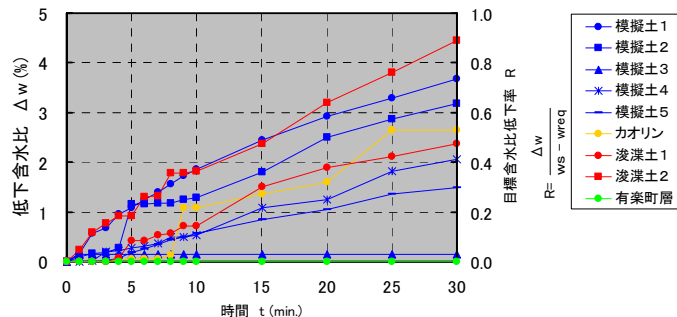
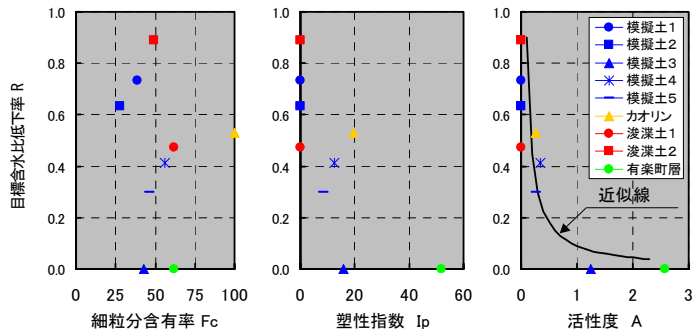


図-6 実験結果（低下含水比）

本実験の目標含水比低下率： $R$  と細粒分含有率： $F_c$ 、塑性指数： $I_p$ 、および活性度： $A$  ( $=I_p/0.002\text{mm}$  以下粘土分含有量) との関係を図-7に示す。振動・吸引により含水比低下効果が得られる土質は、 $F_c$  や  $I_p$  との相関よりも、 $A$  と相関が強いことがわかる。本実験においては $A=0.5\sim 1.0$  以下の試料において含水比低下が可能であった。

図-7  $F_c$ 、 $I_p$ 、 $A$  と目標含水比低下率

### 4. まとめ

今回の試験結果から、以下のことがわかった。

- (1) 振動の程度により発生する過剰間隙水圧が異なり、過剰間隙水圧比が高いものほど含水比低下効果大きい。
- (2) 今回の実験装置では、最大過剰間隙水圧比が0.2程度までしか上昇できなかったが、30分で最大5%程度まで含水比低下ができた試料もあった。よって、従来の粘性土の動的せん断試験で発生している過剰間隙水圧比0.8程度まで上昇できる装置を用いれば、さらに短時間に所用の含水比低下効果を図ることができる可能性が高い。
- (3) 今回の実験装置では、含水比低下の効果が高い土質は、活性度が小さい土質 ( $A=0.5\sim 1.0$  以下) の試料であった。

今後は、大きな過剰間隙水圧が発生できるせん断ひずみを作用させ、さらに排水機能が高い装置を用いて実験を行い、適用対象となる土質の拡大を目指していく予定である。

#### 【参考文献】

- 1) 今井、木村、諏訪、手塚：浚渫土砂の盛土材適用における管理手法, 電力土木, No.301, pp.56~60, 2002.9.
- 2) 西野隆之：真空吸引を用いた高含水比コア材の含水比低下工法の開発について, 大ダム, No.172, pp.30~36, 2000.7.
- 3) 安原、松田：粘性土の動的性質 5.粘性土の動的性質(その2), 土と基礎, Vol.46, No.12, pp.59~64, 1999.12.