

# 第 1 章

## 土粒子の密度試験

### 1.1 はじめに

土の固体部分（ $110 \pm 5^\circ\text{C}$ で乾燥させた後に残留する部分のことで、以下「土粒子」と呼ぶ）を構成する無機物や有機物の単位体積当たりの質量を「土粒子の密度」といい、この値は土塊中に含まれる空気のすき間（間隙）や水の満たされ具合（飽和度）等といった土の基本的な性質を求めるのに必要となる。一般に、土は気体（空気）、液体（水）、固体（土粒子）の3相から構成され、それらを模式的に表すと図 1.1 のようになる。この模式図のうち、太線で囲った部分の質量と体積の比が土粒子の密度を表すので、“構成要素のうちの固体部分の質量と体積を上手に測定すること”が、この試験の目的である。

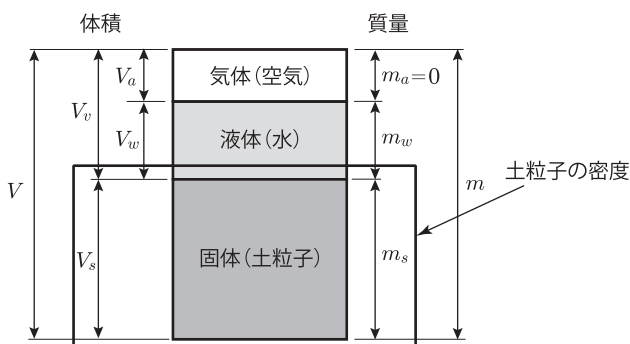


図 1.1 土の三相分布

### 1.2 固体部分の求め方

固体部分の質量と体積を上手に測定するには、気体や液体部分を固体部分から十分に取り除く作業を行わなければならない。具体的には、土を容器に入れて煮

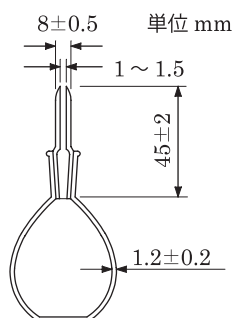


図 1.2 ピクノメーターの規格

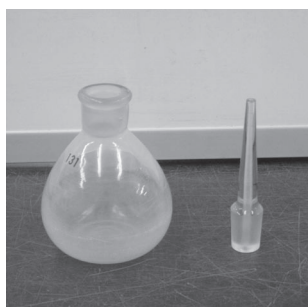


写真 1.1 ピクノメーターの実例

沸することで土粒子が持っている水分や気泡を取り除くのだが、試料を入れる容器として、最も一般的なのが図 1.2 と写真 1.1 に示すピクノメーターである。ピクノメーターは、写真 1.1 のようにびんとストッパーに分かれるが、それぞれに番号が付いており、同じ番号同士でないとうまくかみ合わない仕組みになっている。

また、煮沸以外の方法として以下に記すような代替法があるが、いずれも一般的ではなく、また短所を持ち併せているため、実施時には注意が必要である。

- ① 減圧法：減圧させて試料内の気圧を下げ脱気を促進させる方法。減圧し過ぎると沸騰するおそれがあるため、必要に応じて圧力の調整が必要となる。
- ② 電子レンジ法：ピクノメーターを電子レンジに入れて沸騰させる方法。レンジの加熱出力を調整する必要がある。
- ③ 超音波法：超音波により脱気させる方法。粒子破碎を生じやすい土粒子には適さない。

### 1.3 試験に用いる試料の準備

ここでは、この試験に用いる試料をどのように準備すればよいかを説明しておこう。

#### (1) 試料の調整

- ① 試料の分取：図 1.3 に示す四分法と呼ばれる方法で分取する。試験 1 回当た

りの分取量は、容量 100 ml 以下のピクノメーターなら 20 g、容量 100 ml 以上なら 40 g を目安とする。

② 含水比調整：非乾燥法（採取時の含水比のままの試料を均一に混合して用いる方法）、空気乾燥法（所定の含水比まで乾燥させて用いる方法）、炉乾燥法（ $110 \pm 5^\circ\text{C}$  の恒温乾燥炉で炉乾燥させて用いる方法）のいずれの試料を用いてもよい。ただし、乾燥した試料は土粒子の団粒化によって気泡が抜けにくくなるため、非乾燥法による試料を用いるのが理想的である。

③ 粒度の調整：図 1.4 に示すように 9.5 mm ふるいでふるって、その通過分を用いる。

## (2) 土粒子の分離

土の分離・破碎器具を用いて土粒子を十分に分離し、大きな植物繊維はすりつぶしておく。

## (3) 必要な試料量

容量 100 ml 以下のピクノメーターなら炉乾燥質量で 10 g 以上、容量 100 ml 以上なら炉乾燥質量で 25 g 以上を準備する。一見、簡単そうに見える試験だが、試験を始めるまでにこれだけの準備が必要となる。この試験はこの部分が最も大事で、試験自体は難しい装置を使うわけではないので、ここまで無事にできたら、あとは慎重に試験を開始しよう。

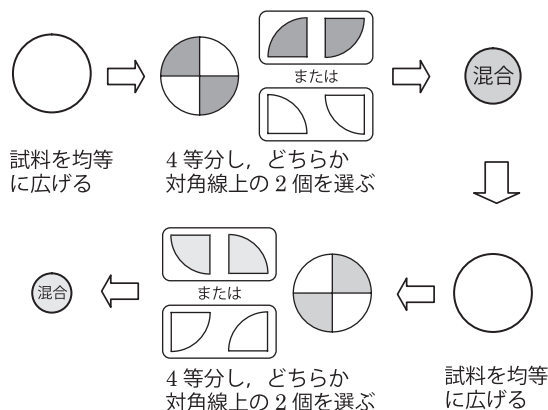


図 1.3 「四分法」による試料の分取方法

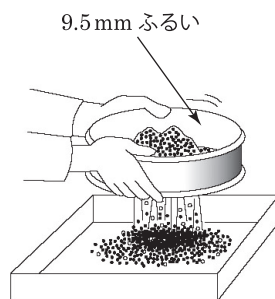


図 1.4 ふるい分け作業

## 1.4 試験方法

試験は以下の手順で行えばよい。

- ① ピクノメーターの質量  $m_f$  (g) を測定する。ストッパー付きのピクノメーターの場合、ストッパーを付けた状態で測定する (図 1.5 a)。
  - ② ピクノメーターのストッパーを外し、蒸留水を満たした後でストッパーを付けて全質量  $m_a'$  (g) を測定する (図 1.5 b)。このとき、ストッパー内に空気が残らないように注意する (図 1.6)。
  - ③ ストッパーを外してピクノメーター内に温度計を入れ、水温  $T'$  (°C) を測定する。測定後は蒸留水を捨てる。
  - ④ 空にしたピクノメーターに試料を入れ、ピクノメーターの 2/3 程度まで蒸留水を注ぐ。
- ＊ 炉乾燥試料を用いる場合は事前に質量  $m_s$  (g) を測定し、蒸留水を注いだ後、12 時間以上水浸させる。
- ⑤ 湯せん用具を用いて試料の入ったピクノメーターを、ストッパーを外したまま煮沸する (写真 1.2)。気泡を十分に除いたら煮沸を終了し、試料を室温程度になるまで放置する。
- ＊ 試料中の気泡を十分に取り除くため、ときどきピクノメーターを振って気泡の抜き出しを促進させる。
- ＊ 煮沸時間は一般の土で 10 分以上、高有機質土では約 40 分以上、火山灰質土では約 2 時間以上必要である。一定の値を得るためには、経験的に 2～4

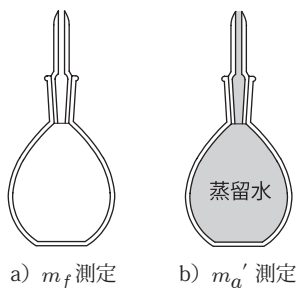


図 1.5 ピクノメーターの検定

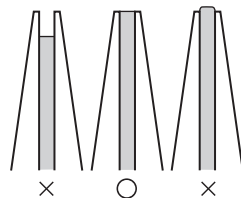


図 1.6 ストッパーの状態

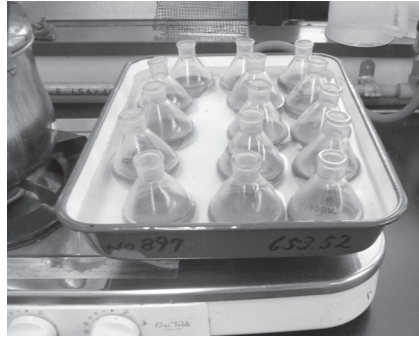


写真 1.2 試料の煮沸状況

時間以上の煮沸は必要との報告もある。

- ⑥ ⑤ のピクノメーターに蒸留水を注いで満たし、ストッパーを付けて全質量  $m_b$  (g) を測定する。ここでも、ストッパー内に空気が残らないように注意する。
  - ⑦ ストッパーを外してピクノメーター内に温度計を入れ、水温  $T$  (°C) を測定する。
  - ⑧ ピクノメーター内の内容物を蒸発皿に残らず取り出し、 $110 \pm 5$  °C で炉乾燥させたあと、室温まで冷まして炉乾燥試料の質量  $m_s$  (g) を測定する。
- \* 炉乾燥試料を用いる場合は、④でこの作業を終了しているため、省略してよい。

## 1.5 結果の整理と解釈

試験結果をデータシートに記入し、以下の手順で土粒子の密度  $\rho_s$  (g/cm<sup>3</sup>) を算出する。

まず、 $T$  (°C) における蒸留水を満たしたピクノメーターの質量  $m_a$  (g) を式 (1.1) によって算出する。

$$m_a = \frac{\rho_w(T)}{\rho_w(T')} (m'_a - m_f) + m_f \quad (1.1)$$

ここに,

$m_a$ : 温度  $T(^{\circ}\text{C})$  における蒸留水を満たしたピクノメーターの質量 (g)

$m_a'$ : 温度  $T'(^{\circ}\text{C})$  における蒸留水を満たしたピクノメーターの質量 (g)

$T'$ :  $m_a'$  を測定したときのピクノメーターの内容物の温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$m_f$ : ピクノメーターの質量 (g)

$\rho_w(T)$ :  $T(^{\circ}\text{C})$  における蒸留水の密度 (表 1.2)

$\rho_w(T')$ :  $T'(^{\circ}\text{C})$  における蒸留水の密度 (表 1.2)

上式で求めた  $m_a$  を用いて式 (1.2) から土粒子の密度が求められる.

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T) \quad (1.2)$$

ここに,

$m_s$ : 炉乾燥試料の質量 (g)

$m_b$ : 温度  $T(^{\circ}\text{C})$  の蒸留水と試料を満たしたピクノメーターの質量 (g)

$T$ :  $m_b$  を測定したときのピクノメーターの内容物の温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )

我が国の代表的な土粒子の密度を表 1.1 に示す. 一般的な無機質土 (豊浦砂, 沖積土, 洪積土など) は  $2.6 \sim 2.8 \text{ g/cm}^3$  の範囲に含まれ, 泥炭のように多量の有機物を含むものは小さな値を示す. 値に影響を及ぼす要素としては, 鉱物の種類や含有量, 風化の度合や有機物の含有量等が挙げられる. 例えば, 表 1.1 の雲母や角閃石<sup>かくせんせき</sup>, 輝石などのように密度の大きな鉱物が多いと土粒子の密度は大きくなるし, 風化花崗岩からなるまき土は風化の度合いによってその値が変化する.

表 1.1 代表的な土粒子の密度

| 鉱物名      | 密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> ) | 鉱物名      | 密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> ) |
|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|
| 石英       | 2.6 ~ 2.7                        | 豊浦砂      | 2.64                             |
| 長石       | 2.5 ~ 2.8                        | 沖積砂質土    | 2.6 ~ 2.8                        |
| 雲母       | 2.7 ~ 3.2                        | 沖積粘性土    | 2.50 ~ 2.75                      |
| 角閃石      | 2.9 ~ 3.5                        | 洪積砂質土    | 2.6 ~ 2.8                        |
| 輝石       | 2.8 ~ 3.7                        | 洪積粘性土    | 2.50 ~ 2.75                      |
| 磁鉄鉱      | 5.1 ~ 5.2                        | 泥炭 (ピート) | 1.4 ~ 2.3                        |
| クロライト    | 2.6 ~ 3.0                        | 関東ローム    | 2.7 ~ 3.0                        |
| イライト     | 2.6 ~ 2.7                        | まき土      | 2.6 ~ 2.8                        |
| カオリナイト   | 2.5 ~ 2.7                        | しらす      | 1.8 ~ 2.4                        |
| モンモリロナイト | 2.0 ~ 2.4                        | 黒ぼく      | 2.3 ~ 2.6                        |

表 1.2 蒸留水の密度

| 温度<br>$T^{\circ}\text{C}$ | 蒸留水の密度 ( $\text{g/cm}^3$ ) |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                           | 0.0                        | 0.1     | 0.2     | 0.3     | 0.4     | 0.5     | 0.6     | 0.7     | 0.8     | 0.9     |
| 4                         | 0.99997                    | 0.99997 | 0.99997 | 0.99997 | 0.99997 | 0.99997 | 0.99997 | 0.99997 | 0.99997 | 0.99997 |
| 5                         | 0.99996                    | 0.99996 | 0.99996 | 0.99996 | 0.99996 | 0.99995 | 0.99995 | 0.99995 | 0.99995 | 0.99994 |
| 6                         | 0.99994                    | 0.99994 | 0.99993 | 0.99993 | 0.99993 | 0.99992 | 0.99992 | 0.99991 | 0.99991 | 0.99991 |
| 7                         | 0.99990                    | 0.99990 | 0.99989 | 0.99989 | 0.99988 | 0.99988 | 0.99987 | 0.99987 | 0.99986 | 0.99985 |
| 8                         | 0.99985                    | 0.99984 | 0.99984 | 0.99983 | 0.99982 | 0.99982 | 0.99981 | 0.99980 | 0.99979 | 0.99979 |
| 9                         | 0.99978                    | 0.99977 | 0.99976 | 0.99976 | 0.99975 | 0.99974 | 0.99973 | 0.99972 | 0.99972 | 0.99971 |
| 10                        | 0.99970                    | 0.99969 | 0.99968 | 0.99967 | 0.99966 | 0.99965 | 0.99964 | 0.99963 | 0.99962 | 0.99961 |
| 11                        | 0.99961                    | 0.99959 | 0.99958 | 0.99957 | 0.99956 | 0.99955 | 0.99954 | 0.99953 | 0.99952 | 0.99951 |
| 12                        | 0.99949                    | 0.99948 | 0.99947 | 0.99946 | 0.99946 | 0.99944 | 0.99943 | 0.99941 | 0.99940 | 0.99939 |
| 13                        | 0.99938                    | 0.99936 | 0.99936 | 0.99934 | 0.99932 | 0.99931 | 0.99930 | 0.99928 | 0.99927 | 0.99926 |
| 14                        | 0.99924                    | 0.99923 | 0.99921 | 0.99920 | 0.99919 | 0.99917 | 0.99916 | 0.99914 | 0.99913 | 0.99911 |
| 15                        | 0.99910                    | 0.99908 | 0.99907 | 0.99905 | 0.99904 | 0.99902 | 0.99901 | 0.99899 | 0.99897 | 0.99896 |
| 16                        | 0.99894                    | 0.99892 | 0.99891 | 0.99889 | 0.99888 | 0.99886 | 0.99884 | 0.99882 | 0.99881 | 0.99879 |
| 17                        | 0.99877                    | 0.99876 | 0.99874 | 0.99872 | 0.99870 | 0.99868 | 0.99867 | 0.99865 | 0.99863 | 0.99861 |
| 18                        | 0.99860                    | 0.99857 | 0.99856 | 0.99854 | 0.99852 | 0.99850 | 0.99848 | 0.99846 | 0.99844 | 0.99842 |
| 19                        | 0.99841                    | 0.99838 | 0.99836 | 0.99834 | 0.99832 | 0.99830 | 0.99828 | 0.99826 | 0.99824 | 0.99822 |
| 20                        | 0.99820                    | 0.99818 | 0.99816 | 0.99814 | 0.99812 | 0.99810 | 0.99808 | 0.99805 | 0.99803 | 0.99801 |
| 21                        | 0.99799                    | 0.99797 | 0.99795 | 0.99792 | 0.99790 | 0.99788 | 0.99786 | 0.99784 | 0.99781 | 0.99779 |
| 22                        | 0.99777                    | 0.99775 | 0.99772 | 0.99770 | 0.99768 | 0.99765 | 0.99763 | 0.99761 | 0.99758 | 0.99756 |
| 23                        | 0.99754                    | 0.99751 | 0.99749 | 0.99746 | 0.99744 | 0.99742 | 0.99739 | 0.99737 | 0.99734 | 0.99732 |
| 24                        | 0.99730                    | 0.99727 | 0.99724 | 0.99722 | 0.99719 | 0.99717 | 0.99714 | 0.99712 | 0.99709 | 0.99707 |
| 25                        | 0.99704                    | 0.99702 | 0.99699 | 0.99697 | 0.99694 | 0.99691 | 0.99689 | 0.99686 | 0.99683 | 0.99681 |
| 26                        | 0.99678                    | 0.99676 | 0.99673 | 0.99670 | 0.99667 | 0.99665 | 0.99662 | 0.99659 | 0.99657 | 0.99654 |
| 27                        | 0.99651                    | 0.99648 | 0.99646 | 0.99643 | 0.99640 | 0.99637 | 0.99634 | 0.99632 | 0.99629 | 0.99626 |
| 28                        | 0.99623                    | 0.99620 | 0.99617 | 0.99615 | 0.99612 | 0.99609 | 0.99606 | 0.99603 | 0.99600 | 0.99597 |
| 29                        | 0.99594                    | 0.99591 | 0.99588 | 0.99585 | 0.99583 | 0.99580 | 0.99577 | 0.99574 | 0.99571 | 0.99568 |
| 30                        | 0.99565                    | 0.99562 | 0.99558 | 0.99555 | 0.99552 | 0.99549 | 0.99546 | 0.99543 | 0.99540 | 0.99537 |
| 31                        | 0.99534                    | 0.99531 | 0.99528 | 0.99525 | 0.99521 | 0.99518 | 0.99515 | 0.99512 | 0.99509 | 0.99506 |
| 32                        | 0.99503                    | 0.99499 | 0.99496 | 0.99493 | 0.99490 | 0.99486 | 0.99483 | 0.99480 | 0.99477 | 0.99473 |
| 33                        | 0.99470                    | 0.99467 | 0.99464 | 0.99460 | 0.99457 | 0.99454 | 0.99450 | 0.99447 | 0.99444 | 0.99440 |
| 34                        | 0.99437                    | 0.99434 | 0.99430 | 0.99427 | 0.99423 | 0.99420 | 0.99417 | 0.99413 | 0.99410 | 0.99406 |
| 35                        | 0.99403                    | 0.99400 | 0.99396 | 0.99393 | 0.99389 | 0.99386 | 0.99382 | 0.99379 | 0.99375 | 0.99372 |
| 36                        | 0.99368                    | 0.99365 | 0.99361 | 0.99358 | 0.99354 | 0.99351 | 0.99347 | 0.99343 | 0.99340 | 0.99336 |
| 37                        | 0.99333                    | 0.99329 | 0.99325 | 0.99322 | 0.99318 | 0.99315 | 0.99311 | 0.99307 | 0.99304 | 0.99300 |
| 38                        | 0.99297                    | 0.99293 | 0.99289 | 0.99285 | 0.99282 | 0.99278 | 0.99274 | 0.99270 | 0.99267 | 0.99263 |
| 39                        | 0.99259                    | 0.99255 | 0.99252 | 0.99248 | 0.99244 | 0.99240 | 0.99237 | 0.99233 | 0.99229 | 0.99225 |

## 8 第1章 土粒子の密度試験

| JIS A 1202<br>JGS 0111                           |               | 土粒子の密度試験（検定，測定）    |         |         |                    |         |            |
|--------------------------------------------------|---------------|--------------------|---------|---------|--------------------|---------|------------|
| 調査件名                                             |               | 〇〇地区地質調査           |         |         | 試験年月日              |         | 2011.08.28 |
|                                                  |               |                    |         |         | 試験者 舗装太郎           |         |            |
| 試料番号（深さ）                                         |               | 2P-1 (1.15～1.45 m) |         |         | 2P-3 (3.15～3.45 m) |         |            |
| ビクノメーター No.                                      |               | 1                  | 2       | 3       | 4                  | 5       | 6          |
| ビクノメーターの質量 $m_f$ g                               |               | 53.837             | 55.103  | 54.158  | 55.877             | 55.210  | 55.145     |
| （蒸留水+ビクノメーター）質量 $m_{a'}$ g                       |               | 153.509            | 160.803 | 151.710 | 154.663            | 159.638 | 153.178    |
| $m_{a'}$ をはかったときの蒸留水の温度 $T'$ °C                  |               | 20.0               | 20.0    | 20.0    | 20.0               | 20.0    | 20.0       |
| $T'$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T')$ g/cm <sup>3</sup> |               | 0.99820            | 0.99820 | 0.99820 | 0.99820            | 0.99820 | 0.99820    |
| （試料+蒸留水+ビクノメーター）質量 $m_b$ g                       |               | 169.026            | 177.588 | 167.374 | 172.627            | 176.310 | 173.358    |
| $m_b$ をはかったときの内容物の温度 $T$ °C                      |               | 26.0               | 26.0    | 26.0    | 25.0               | 25.0    | 25.0       |
| $T$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm <sup>3</sup>   |               | 0.99678            | 0.99678 | 0.99678 | 0.99704            | 0.99704 | 0.99704    |
| 温度の蒸留水を満たしたときの（蒸留水+ビクノメーター）質量 $m_a$ g            |               | 153.367            | 160.653 | 151.571 | 154.548            | 159.517 | 153.064    |
| 試料の<br>乾燥質量                                      | 容 器 No.       | 1                  | 2       | 3       | 4                  | 5       | 6          |
|                                                  | （乾燥試料+容器）質量 g | 70.924             | 71.597  | 68.811  | 74.064             | 71.700  | 77.202     |
|                                                  | 容 器 質 量 g     | 43.811             | 44.968  | 43.902  | 45.520             | 45.183  | 45.069     |
|                                                  | $m_s$ g       | 27.113             | 26.629  | 24.909  | 28.544             | 26.517  | 32.133     |
| 土 粒 子 の 密 度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>           |               | 2,359              | 2,738   | 2,727   | 2,719              | 2,719   | 2,706      |
| 平 均 値 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>                 |               | 2,608              |         |         | 2,715              |         |            |

| 試料番号（深さ）                                         |               | 2P-4 (4.15～4.45 m) |         |         | 2P-5 (5.15～5.45 m) |         |         |
|--------------------------------------------------|---------------|--------------------|---------|---------|--------------------|---------|---------|
| ビクノメーター No.                                      |               | 7                  | 8       | 9       | 10                 | 11      | 12      |
| ビクノメーターの質量 $m_f$ g                               |               | 54.359             | 54.073  | 53.910  | 54.780             | 53.937  | 54.673  |
| （蒸留水+ビクノメーター）質量 $m_{a'}$ g                       |               | 161.531            | 150.372 | 151.791 | 153.984            | 154.398 | 161.154 |
| $m_{a'}$ をはかったときの蒸留水の温度 $T'$ °C                  |               | 20.0               | 20.0    | 20.0    | 20.0               | 20.0    | 20.0    |
| $T'$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T')$ g/cm <sup>3</sup> |               | 0.99820            | 0.99820 | 0.99820 | 0.99820            | 0.99820 | 0.99820 |
| （試料+蒸留水+ビクノメーター）質量 $m_b$ g                       |               | 173.131            | 163.288 | 166.083 | 167.300            | 167.398 | 176.474 |
| $m_b$ をはかったときの内容物の温度 $T$ °C                      |               | 24.0               | 24.0    | 24.0    | 24.0               | 24.0    | 24.0    |
| $T$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm <sup>3</sup>   |               | 0.99730            | 0.99730 | 0.99730 | 0.99730            | 0.99730 | 0.99730 |
| 温度の蒸留水を満たしたときの（蒸留水+ビクノメーター）質量 $m_a$ g            |               | 161.434            | 150.285 | 151.703 | 153.895            | 154.307 | 161.058 |
| 試料の<br>乾燥質量                                      | 容 器 No.       | 7                  | 8       | 9       | 10                 | 11      | 12      |
|                                                  | （乾燥試料+容器）質量 g | 62.553             | 64.344  | 66.541  | 66.224             | 64.857  | 69.051  |
|                                                  | 容 器 質 量 g     | 44.061             | 43.697  | 43.783  | 45.000             | 43.921  | 44.351  |
|                                                  | $m_s$ g       | 18.492             | 20.647  | 22.758  | 21.000             | 20.936  | 24.700  |
| 土 粒 子 の 密 度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>           |               | 2,714              | 2,694   | 2,709   | 2,758              | 2,661   | 2,653   |
| 平 均 値 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>                 |               | 2,706              |         |         | 2,691              |         |         |

|      |                                                                  |
|------|------------------------------------------------------------------|
| 特記事項 | $m_a = \frac{\rho_w(T)}{\rho_w(T')} \times (m_{a'} - m_f) + m_f$ |
|      | $\rho_s = \frac{m_s}{m_a + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$        |

図 1.7 記入例 1-1 土粒子の密度試験



## 第2章

# 土の含水比試験

### 2.1 はじめに

誰もが幼いころ、家の近くにある公園で砂遊びや土遊びをしたと思う。特に、砂や土に水を加えて、団子に真似たものを作り、公園の片隅に放置して翌日に固まっているかどうか確認するのが楽しみであった。団子を作る際、水を加え過ぎるとドロドロになり、作りたい形も思ったように作れない。逆に水分が少なければサラサラで、これもまた思いどおりに形が整わない。四苦八苦した末にようやく、頭の中で思い描いていた完璧なものができる。その完成品はとても締まり具合がよく、これまでの失敗作とは比べものにならないくらい素晴らしい出来栄である。

話は少しそれたかと思うが、この話の内容は、これから説明する土の含水比試験、[第4章 土の液性限界・塑性限界試験]、[第5章 突固めによる土の締固め試験]などに関係してくる内容である。

ここでまず、土がどのようにできているかイメージしてもらうため、図2.1に土の構成図を示した。土は図のように土粒子、水、空気の3つの要素から構成されている。図中の記号  $m$  は質量、 $V$  は体積を示しており、 $a$  は空気 (air)、 $w$

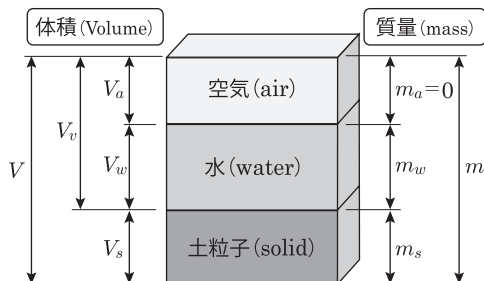


図 2.1 土の構成図

は水 (water),  $s$  は土粒子 (solid),  $v$  は間隙 (void) といった添字で表している.  $m_a$ ,  $V_a$  は空気の質量と体積,  $m_w$ ,  $V_w$  は水の質量と体積,  $m_s$ ,  $V_s$  は土粒子の質量と体積, また  $V_v$  は間隙 (空気+水) 部分の体積である.

土の含水比  $w$  というのは, 土粒子の質量に対して, どれだけ間隙中に含まれる水の質量があるか, その割合を百分率で表したものである. いま説明した図の記号を使い, 式 (2.1) から求めることができる.

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100 (\%) \quad (2.1)$$

土の含水比試験の中で一般的に多く行われている方法は,  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  を保つことのできる恒温乾燥炉を用いて, 炉乾燥前後の試料の質量を測定する炉乾燥法である. 炉乾燥温度を  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  にするのは, 図 2.2 に示したように土中の水分のうち, 土粒子表面に薄く固着している水 (吸着水) が  $100^\circ\text{C}$  以上になると, はじめて蒸発するためである. 吸着水とは, 土粒子表面の吸引力によって吸着されている水のことをいう. 他に毛管水と呼ばれ, 表面張力によって間隙あるいは土粒子表面に保持されている水などがある.

土の含水比試験は他に, 一般家庭で使用している電子レンジを使った電子レンジ法, 砂容器法, アルコール燃焼法などがある. ということは, 先ほど話した土で作った団子の含水比は電子レンジ法を使えば, 家庭でも求めることができるのである. 含水比試験は土の力学試験など, 多くの土質試験の中でも頻繁に用いられるため覚えておく必要がある.

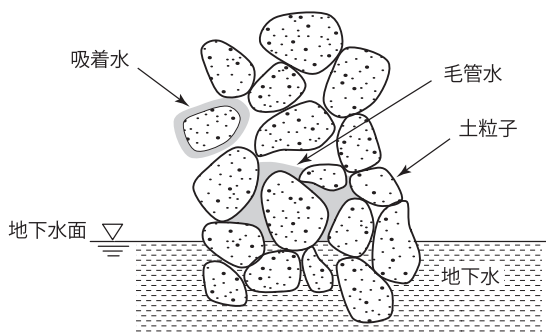


図 2.2 土中水の存在形態