

供試体の作製方法が粘性土の湿潤密度に及ぼす影響

藤原身江子¹・奥山一典²・八木則男³・森 忠次⁴

¹正会員 工博 株式会社ウエスコ 地盤調査部 (〒700-0033 岡山市島田本町 2-5-35)

²正会員 工博 株式会社ウエスコ 事業本部 (〒700-0033 岡山市島田本町 2-5-35)

³フェロー 会員 工博 株式会社ウエスコ (〒700-0033 岡山市島田本町 2-5-35)

⁴正会員 工博 福山大学工学部建設環境工学科 (〒729-0292 福山市学園町 1 番地三蔵)

成形可能な粘性土の湿潤密度を求める場合、供試体の作製方法による成形精度の違いにより、湿潤密度が異なる可能性がある。そこで本研究では、質量と長さの測定誤差を吟味した上で、供試体の形状誤差を検討し、作製方法が粘性土の湿潤密度に及ぼす影響を明らかにすることを試みた。その結果、①現行試験法に従って最小読取り値 0.005cm のノギスにより求めた粘性土の湿潤密度の有効数字はせいぜい 3 桁である、②トリミング法で成形された供試体の形状誤差とチューブ法のそれは同程度であることが判明した。

Key Words : bulk density, clay specimen, measurement error, vernier caliper

1. はじめに

粘性土の湿潤密度は、土の最も基本的な物理量であり、地盤に関する解析や構造物の設計計算などに多用される。また、間隙比、飽和度といった土の状態を示す指標を求める際にも利用される。

さて、成形可能な粘性土の湿潤密度を求める場合、「土の湿潤密度試験方法」(JIS A 1225 - 2000)¹⁾では、①所定の直径の円柱になるようにトリマー、ワイヤソー、直ナイフなどを用いて粘性土を成形する方法(トリミング法と称す)、②サンプリングチューブから試料を押し出し、適切な長さに切ったままの状態の試料を供試体とする方法(チューブ法と称す)の二つの作製方法が示されている。しかし、作製方法によっては、供試体の形状を正しい直円柱に成形できないこと(形状誤差と称す)から湿潤密度の値が異なる可能性がある。

そこで本研究では、質量と長さ(直径、高さ)の測定誤差を吟味した上で、供試体の形状誤差を検討し、作製方法が粘性土の湿潤密度に及ぼす影響を明らかにすることを試みた。

2. 質量と長さの測定誤差

(1) 質量の測定誤差

a) 測定用試料と測定方法

測定用試料には、200g、1000g の校正用分銅を用

いた。質量の測定は表-1 に示すように、200g、400g、1000g のケースで行い、3 人で 5 回づつ測定した。なお、400g のケースは 200g の分銅を 2 個使用した。200g および 400g の測定には、ひょう量 410g、最小読取り値 0.001g の電子天びんを使用した。1000g の測定には、ひょう量 3100g、最小読取り値 0.01g の電子天びんを使用した。なお、測定者の土質試験経験年数は、測定者 A は 5 年、測定者 B は 2 年、測定者 C は 1 年程度である。また、本研究の各種測定は室温 20°C に保たれた無風の実験室内で実施した。

b) 測定結果と考察

測定値の平均値 \bar{x} と標準誤差 σ は次式より求めることにした。

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \quad (2)$$

ここに、 x_i : 測定値、 n : 測定値の個数である。式(2)の σ は、測定値と最確値の残差から求められる 1 回だけ測定した場合の標準誤差である。なお、次節以降、測定値の \bar{x} と σ は式(1)、式(2)で求める。

表-1 に質量の測定結果を示す。表中の \bar{x}_M 、 σ_M 、 n_M は、式(1)で求めた質量の平均値、式(2)で求めた測定値の標準誤差(測定誤差と称す)と測定値の個数である。同表より、以下の結論が得られる。

① 表-1 の 3 列目から 5 列目は、各測定者がそれぞれのケースの分銅を 5 回づつ測定した場合の \bar{x}_M

表-1 質量の測定結果

ケース	項目	測定者A	測定者B	測定者C	全員
200g 分銅	\bar{x}_M (g)	200.001	200.001	200.001	200.001
	σ_M (g)	0.00055	0.00045	0.00045	0.00046
	n_M (個)	5	5	5	15
400g 分銅	\bar{x}_M (g)	400.000	400.000	399.999	399.999
	σ_M (g)	0.00089	0.00084	0.00071	0.00083
	n_M (個)	5	5	5	15
1000g 分銅	\bar{x}_M (g)	1000.02	1000.01	1000.01	1000.01
	σ_M (g)	0.0045	0.0045	0.0045	0.0064
	n_M (個)	5	5	5	15

と σ_M である。ケースごとに各測定者の数値を比較するといずれの値も測定者間の差異は極めて小さく、質量測定における個人誤差はほとんどない。

② 表-1の6列目は各ケースで3人の測定値を合わせた場合 ($n_M = 15$) の \bar{x}_M と σ_M である。200g と 400g の分銅のケースでは、 σ_M ($n_M = 15$) の値が異なるが、これはひずみゲージの特性によるものと考えられる。また、1000g の分銅のケースでは、他のケースに比べ、測定誤差が1桁大きい。これは電子天びんの精度の違いによる。

(2) 長さの測定誤差

a) 測定用試料と測定方法

測定に用いた円柱試料は以下の4種類である。

- ① 直径5cm, 高さ10cmの鉄製モールド
- ② トリミング法で成形した乱さない粘性土

原位置より採取した乱さない粘性土をシンウォールチューブから抜き出し、直径5cm, 高さ10cmに成形した試料である。

- ③ トリミング法で成形した再構成カオリン

予圧密法²⁾で作製したカオリン試料を直径5cm, 高さ10cmに成形した試料である。予圧密には直径10cm, 高さ30cmの容器を使用した。最終圧密圧力78kPa, 圧密期間を30日とし、室温20°Cに保たれた実験室内で予圧密を行った。

- ④ チューブ法で成形した寒天

粉末寒天³⁾を濃度5%になるようにして弱火で30分間煮溶かし、寒天溶液を直径5cm, 高さ12cmの円柱容器に投入する。投入後は室温20°Cに保たれた実験室内に約3時間静置する。容器から寒天試料を抜き出した後、マイターボックスを用いてワイヤソーで両端面を切り落とし、直径5cm, 高さ10cmの試料を作製した。

以上の測定用試料の材料特性を表-2に示す。また、粘性土とカオリンの粒径分布を図-1に示す。

長さの測定には測定範囲0~20cm, 最小読取り値0.005cmのノギスを使用した。円柱試料を厚さ3mm

表-2 各試料の材料特性

試料	ρ_s (g/cm ³)	D_{max} (mm)	w (%)	w _L (%)	w _p (%)	I_p	q_u (kN/m ²)
鉄	7.841	-	-	-	-	-	-
粘性土	2.704	0.425	54.2	56.0	21.8	34.2	20.45
カオリン	2.603	0.075	74.7	73.7	42.6	31.1	18.28
寒天	-	-	-	-	-	-	24.41

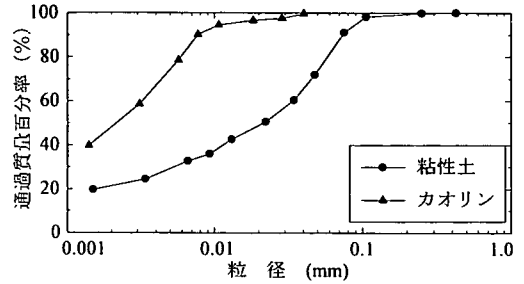


図-1 粒径分布

のガラス板の上に直立させ、直径と高さをつぎのように測定した。直径は、3人の測定者がそれぞれ5回、ノギスの外径測定面で円柱試料の中央部の同一位置を測定した。高さは、3人の測定者がそれぞれ5回、デプスパーで円柱試料の同一位置を測定した。

b) 測定結果と考察

① 直径

表-3に直径の測定結果を示す。同表の3列目から5列目は、各測定者がそれぞれの試料の直径を同一位置で5回ずつ測定した場合の平均値 \bar{x}_D と測定誤差 σ_D である。試料ごとに各測定者の値を比較すると、鉄では測定者間の \bar{x}_D および σ_D の差異は極めて小さく、測定における個人誤差はほとんどない。しかし、粘性土、カオリンおよび寒天のように軟らかい材料では、測定者間の \bar{x}_D および σ_D の差異は大きくなっている。

表-3の6列目の σ_D を比較すると、試料が軟らかいほど σ_D の値は大きくなっている。これは、軟らかい試料の場合、ノギスの外径測定面が試料側面に食い込んで実際より小さく直径を測定する、あるいはできるだけ試料に触れずにノギスを読み取るうとして実際より大きく測定することが原因と思われる。

② 高さ

表-4に高さの測定結果を示す。同表の3列目から5列目は、各測定者がそれぞれの試料の高さを同一位置で5回ずつ測定した場合の平均値 \bar{x}_H と測定誤差 σ_H である。試料ごとに各測定者の値を比較す

表-3 直径の測定結果

試料	項目	測定者A	測定者B	測定者C	全員
鉄	\bar{x}_D (cm)	4.999	4.997	4.997	4.998
	σ_D (cm)	0.0022	0.0027	0.0027	0.0026
	n_D (個)	5	5	5	15
粘性土	\bar{x}_D (cm)	4.924	4.934	4.937	4.932
	σ_D (cm)	0.0042	0.0042	0.0057	0.0072
	n_D (個)	5	5	5	15
カオリン	\bar{x}_D (cm)	4.882	4.865	4.853	4.867
	σ_D (cm)	0.0057	0.0087	0.0045	0.0137
	n_D (個)	5	5	5	15
寒天	\bar{x}_D (cm)	4.859	4.855	4.850	4.855
	σ_D (cm)	0.0022	0.0035	0.0035	0.0048
	n_D (個)	5	5	5	15

表-4 高さの測定結果

試料	項目	測定者A	測定者B	測定者C	全員
鉄	\bar{x}_H (cm)	10.417	10.418	10.421	10.419
	σ_H (cm)	0.0027	0.0027	0.0022	0.0030
	n_H (個)	5	5	5	15
粘性土	\bar{x}_H (cm)	10.026	10.026	10.021	10.024
	σ_H (cm)	0.0042	0.0042	0.0042	0.0046
	n_H (個)	5	5	5	15
カオリン	\bar{x}_H (cm)	9.946	9.934	9.929	9.936
	σ_H (cm)	0.0065	0.0089	0.0042	0.0097
	n_H (個)	5	5	5	15
寒天	\bar{x}_H (cm)	10.058	10.048	10.046	10.051
	σ_H (cm)	0.0130	0.0199	0.0096	0.0147
	n_H (個)	5	5	5	15

ると、鉄では測定者間の \bar{x}_H および σ_H の差は極めて小さく、測定における個人誤差はほとんどない。しかし、粘性土、カオリンおよび寒天のように軟らかい材料では、測定者間の \bar{x}_H 、 σ_H とともに差異は大きくなっている。

表-4の6列目の σ_H を比較すると、鉄、粘性土、カオリンは試料が軟らかいほど σ_H の値は大きくなっている。これは、直径の測定と同様に、ノギスのデブスパーの扱い方が困難になることに起因すると思われる。なお、寒天の σ_H は他の3試料に比べ非常に大きい。これは、寒天が半透明である特質を持つために他の3試料に比べ、上端面の位置を見極め難いことが原因と思われる。

(3) 粘性土の湿潤密度の誤差算定方法

前節までは、電子天びんによる質量の測定誤差、ノギスによる長さの測定誤差を吟味した。本節では、これらの誤差から粘性土の湿潤密度 ρ_i の誤差を算定する方法を述べる。

ρ_i は質量 M と体積 V より次式で与えられる。

$$\rho_i = M/V = (\pi/4)^{-1} MD^{-2} H^{-1} \quad (3)$$

ここに、 D : 供試体の直径、 H : 供試体の高さである。

式(3)の変数 M 、 D 、 H の測定値が互いに独立であれば、 ρ_i の分散 $\sigma_{\rho_i}^2$ は誤差伝播の法則により次式で表される。

$$\sigma_{\rho_i}^2 = \rho_i^2 (1/M)^2 \sigma_M^2 + \rho_i^2 (-2/D)^2 \sigma_D^2 + \rho_i^2 (-1/H)^2 \sigma_H^2 \quad (4)$$

ここに、 σ_M^2 : 質量 M の分散、 σ_D^2 : 直径 D の分散、 σ_H^2 : 高さ H の分散である。右辺第1項は質量、第2項は直径、第3項は高さの誤差が ρ_i の $\sigma_{\rho_i}^2$ に及ぼす影響を表している。

表-5 粘性土試料の質量と長さの測定結果

項目	質量 M	直径 D	高さ H
平均値	$\bar{x}_M = 307.760\text{g}$	$\bar{x}_D = 4.932\text{cm}$	$\bar{x}_H = 10.024\text{cm}$
測定誤差	$\sigma_M = 0.00051\text{g}$	$\sigma_D = 0.0072\text{cm}$	$\sigma_H = 0.0046\text{cm}$
測定値の個数	$n_M = 15$	$n_D = 15$	$n_H = 15$
式(4)の各項の値	(第1項) 7.1×10^{-12}	(第2項) 2.2×10^{-5}	(第3項) 5.4×10^{-7}

ここで、(2)節で用いた乱さない粘性土試料を例とし、式(4)の右辺各項の値を算定してみよう。

表-5に粘性土試料の質量と長さの測定結果を示す。同表の D と H は表-3、表-4に示す粘性土の $n = 15$ の場合のデータである。また、質量 M のデータは同じ粘性土試料を別途測定した結果である。

表-5の質量、直径、高さの列に、式(4)の右辺各項の算定結果を示す。第2項と第3項を較べると、第2項の方が第3項より2オーダー大きく、直径の誤差が湿潤密度の誤差に及ぼす影響が非常に大きいことがわかる。また、第1項の値は第2項、第3項の値よりも5~7オーダー小さいため、第1項は無視してもよいと考えられる。

以後、粘性土の $\sigma_{\rho_i}^2$ を求める場合には、質量の測定誤差を無視し、次式を用いることにする。

$$\sigma_{\rho_i}^2 \cong \rho_i^2 (-2/D)^2 \sigma_D^2 + \rho_i^2 (-1/H)^2 \sigma_H^2 \quad (5)$$

3. 形状誤差と湿潤密度の誤差

(1) 形状誤差

本論文では、成形された供試体の形状誤差を次の2つの手法で評価する。①供試体側面については、供試体の水平方向断面形状の幾何的正円からの狂いを直径法⁴⁾で評価する。②供試体両端面の凹凸に

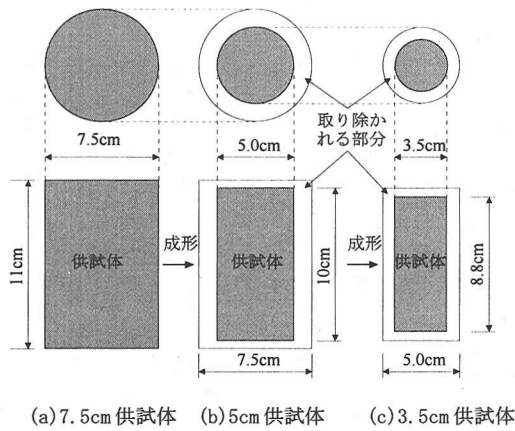


図-2 供試体の成形手順

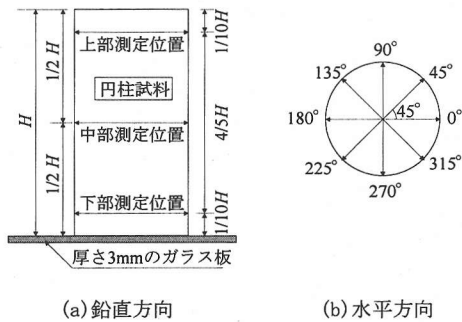


図-3 供試体の測定位置

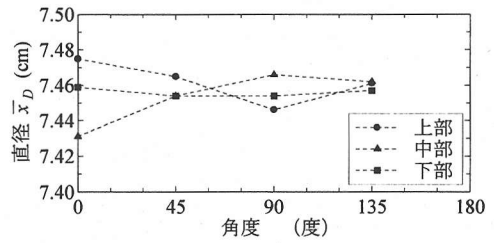
については、供試体の高さを数箇所測定し、その最大値と最小値の差で評価する。

a) 測定用試料と測定方法

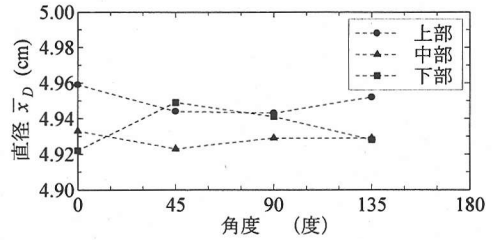
測定用試料は前章で使用した乱さない粘性土を用いた。試料成形の手順はつぎに示すとおりである。シンウォールチューブで採取された粘性土試料を、チューブ法により直径 7.5cm、高さ 11cm の円柱 (7.5cm 供試体と称す) に成形する。一連の測定が終わった後、図-2 に示すように、7.5cm 供試体をトリミング法により直径 5cm、高さ 10cm の円柱 (5cm 供試体と称す) に成形する。同様に一連の測定後、5cm 供試体をトリミング法により直径 3.5cm、高さ 8.8cm の円柱 (3.5cm 供試体と称す) に成形する。

質量の測定には、ひょう量 3100g、最小読取り値 0.01g の電子天びんを使用した。直径と高さの測定には測定範囲 0~20cm、最小読取り値 0.005cm のノギスを使用した。

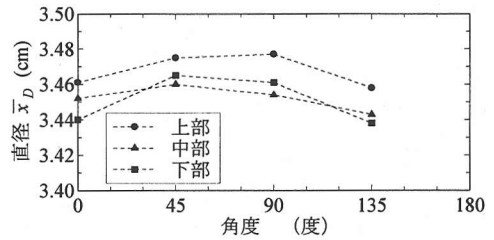
質量と直径および高さの測定手法は次のとおりである。質量の測定は、質量の測定誤差は無視できるので、所定の大きさに成形した円柱試料について 1 回のみ実施した。直径の測定位置は、図-3 に示



(a) 7.5cm 供試体



(b) 5cm 供試体



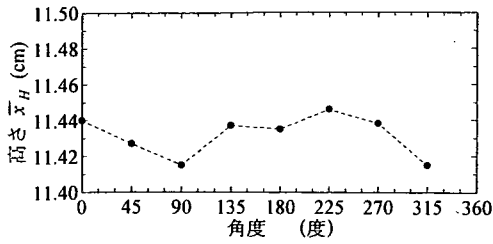
(c) 3.5cm 供試体

図-4 $\bar{x}_D (n_D = 5)$ と測定位置

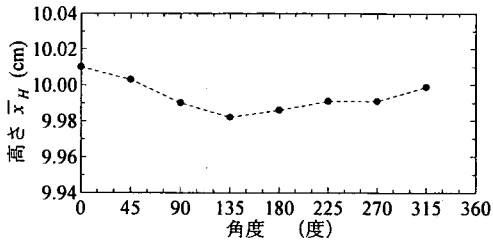
表-6 $\bar{x}_D (n_D = 5)$ の最大値と最小値とその差

試料	位置	$\bar{x}_D (n_D = 5)$ の最大値 (cm)	$\bar{x}_D (n_D = 5)$ の最小値 (cm)	最大値と最小値の差 (cm)
7.5cm 供試体	上部	7.475	7.446	0.029
	中部	7.466	7.431	0.035
	下部	7.459	7.454	0.005
5cm 供試体	上部	4.959	4.943	0.016
	中部	4.933	4.923	0.010
	下部	4.949	4.922	0.027
3.5cm 供試体	上部	3.477	3.458	0.019
	中部	3.460	3.443	0.017
	下部	3.465	3.438	0.027

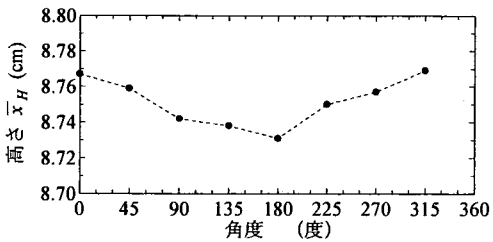
すように、円柱試料の鉛直方向で上、中、下部の 3 箇所、水平方向では円を 45° に等分した 4 直径とした。高さの測定位置は、図-3(b) に示すように、円を 45° に等分した 8 箇所とした。長さの測定値には、ノギスによる長さの測定誤差と形状誤差による測定誤差が含まれる。そこで直径と高さは 1 人の測定者が同じ位置を 5 回づつ測定し、その平均値の最大



(a) 7.5cm 供試体



(b) 5cm 供試体



(c) 3.5cm 供試体

図-5 \bar{x}_H ($n_H=5$)と測定位置

表-7 \bar{x}_H ($n_H=5$)の最大値と最小値とその差

試料	\bar{x}_H ($n_H=5$) の最大値 (cm)	\bar{x}_H ($n_H=5$) の最小値 (cm)	最大値と 最小値の差 (cm)
7.5cm供試体	11.446	11.415	0.031
5cm供試体	10.010	9.982	0.028
3.5cm供試体	8.769	8.731	0.038

値、最小値により形状誤差の程度を評価することにした。

b) 測定結果と考察

① 直径

図-4 は供試体の直径を各測定位置で 5 回づつ測定した場合の平均値 \bar{x}_D ($n_D=5$) を示している。表-6 は \bar{x}_D の最大値、最小値とその差である。この差はどの供試体でも同程度であり、トリミング法とチューブ法による供試体側面の形状誤差は同程度であると言える。

② 高さ

図-5 は供試体の高さを各測定位置で 5 回づつ測

表-8 全データから求めた直径、高さ、質量の平均値と測定誤差

項目		7.5cm供試体	5cm供試体	3.5cm供試体
直径 D	\bar{x}_D (cm)	7.457	4.938	3.457
	σ_D (cm)	0.0120	0.0122	0.0128
	n_D (個)	60	60	60
高さ H	\bar{x}_H (cm)	11.432	9.994	8.752
	σ_H (cm)	0.0115	0.0093	0.0134
	n_H (個)	40	40	40
質量 M	\bar{x}_M (g)	803.62	307.83	131.75
	σ_M (g)	-	-	-
	n_M (個)	1	1	1

表-9 湿潤密度の平均値と標準誤差

項目	$\bar{\rho}_l$ の標準誤差 $\sigma_{\bar{\rho}_l}$ (g/cm^3)		
	7.5cm供試体	5cm供試体	3.5cm供試体
$n_D=1$ (個) $n_H=1$ (個)	0.0054	0.0081	0.0121
$n_D=6$ (個) $n_H=2$ (個)	0.0024	0.0034	0.0051
$n_D=60$ (個) $n_H=40$ (個)	0.0007	0.0011	0.0016
湿潤密度 $\bar{\rho}_l$ (g/cm^3)	1.610	1.609	1.604

定した場合の平均値 \bar{x}_H ($n_H=5$) を示している。表-7 は \bar{x}_H の最大値、最小値とその差である。この差はどの供試体でも同程度であり、トリミング法とチューブ法による供試体両端面の凹凸は同程度であると言える。

(2) 湿潤密度の誤差

表-8 に各供試体の全データから求めた直径、高さ、質量の平均値と測定誤差を示す。直径の測定誤差 σ_D ($n_D=3$ 箇所 $\times 4$ 箇所 $\times 5$ 回 $=60$) および高さの測定誤差 σ_H ($n_H=8$ 箇所 $\times 5$ 回 $=40$) は、供試体の直径あるいは高さを 1 回だけ測定した場合の測定誤差である。各供試体の σ_D 、 σ_H を較べると、供試体間の差異はほとんどない。

さて、各供試体の湿潤密度の平均値 $\bar{\rho}_l$ は、直径、高さ、質量の平均値 \bar{x}_D 、 \bar{x}_H 、 \bar{x}_M より近似的に次式で求められる⁵⁾。

$$\bar{\rho}_l \cong (\pi/4)^{-1} \bar{x}_M \bar{x}_D^{-2} \bar{x}_H^{-1} \quad (6)$$

また、 $\bar{\rho}_l$ の分散 $\sigma_{\bar{\rho}_l}^2$ は、 \bar{x}_D 、 \bar{x}_H および \bar{x}_M の分散 $\sigma_{\bar{x}_D}^2 (= \sigma_D^2/n_D)$ 、 \bar{x}_H の分散 $\sigma_{\bar{x}_H}^2 (= \sigma_H^2/n_H)$ を式(5)に代入した次式で近似的に求められる⁵⁾。

$$\sigma_{\bar{\rho}_l}^2 \cong \bar{\rho}_l^2 (-2/\bar{x}_D)^2 \sigma_{\bar{x}_D}^2 + \bar{\rho}_l^2 (-1/\bar{x}_H)^2 \sigma_{\bar{x}_H}^2 \quad (7)$$

$\bar{\rho}_i$ の $\sigma_{\bar{\rho}_i}$ (標準誤差と称す) によって、湿潤密度の平均値の確からしさを表すことにする。

表-8 の \bar{x}_D , \bar{x}_H および \bar{x}_M の値を式(6)に代入して求めた $\bar{\rho}_i$ を表-9 の最下段に示す。各供試体の $\bar{\rho}_i$ を較べると、供試体間で若干 $\bar{\rho}_i$ が異なっている。これは、供試体の不整形による体積計測値の誤差と密度分布の不均一性に主な原因があると思われる。

表-8 の \bar{x}_D , σ_D , \bar{x}_H , σ_H および $\bar{\rho}_i$ を式(7)に代入し、測定値の個数が $n_D=1$, $n_H=1$ の場合、 $n_D=6$, $n_H=2$ の場合、 $n_D=60$, $n_H=40$ の場合の $\sigma_{\bar{\rho}_i}$ を算定し、その結果を表-9 に示す。表-9 より、①測定値の個数が多くなると、平均値の分散 $\sigma_{\bar{x}_D}^2$, $\sigma_{\bar{x}_H}^2$ が小さくなるため、各供試体の $\sigma_{\bar{\rho}_i}$ は小さくなる、②測定回数が同じ場合、供試体が小さくなると、式(7)中の \bar{x}_D , \bar{x}_H が小さくなるため、 $\sigma_{\bar{\rho}_i}$ は大きくなることわかる。

現行の土の湿潤密度試験方法の測定回数は、 $n_D=6$, $n_H=2$ と規定されている。表-9 をみると、その場合の $\sigma_{\bar{\rho}_i}$ は $\pm 0.002 \sim 0.005$ (g/cm³) である。したがって、最小読取り値 0.005cm のノギスを用いて現行試験法に従って求めた湿潤密度の有効数字はせいぜい3桁までと考えられる。

ただし、上記の値は1つの供試体を測った場合の推定誤差であることに注意が必要である。表-8 の σ_D , σ_H が表-3 および表-4 の σ_D , σ_H より数倍大きい原因は、供試体の不整形によるものと考えてよい。また、直径や高さの場所による違いは、表-6 および表-7 に示したように 0.3% くらいに達している。したがって、正しい湿潤密度を求めようとするれば、単に測定回数を増加しても効果がなく、正しい形をとらえる努力をしなければならない。

4. おわりに

本研究で得られた主要な結論をまとめると以下のとおりである。

(2001. 10. 22 受付)

① 質量の測定の場合、測定者の個人誤差はほとんどない。また、電子天びんによる質量の測定誤差が湿潤密度の誤差に及ぼす影響は、ノギスによる長さのそれに比べ、極めて小さい。

② 長さの測定の場合、測定誤差は軟らかい試料ほど大きい。また、直径の測定誤差が湿潤密度の誤差に及ぼす影響は、高さのそれよりも大きい。

③ トリミング法で成形された供試体の形状誤差とチューブ法のそれは同程度である。

ただし、本実験で用いた試料はサンプリングチューブから押し出した状態で粘性土試料周面に乱れは認められなかった。供試体をチューブ法で作製する時は、試料周面が乱されている場合があるので留意する。

④ 文献 1) によると、有効数値小数 3 桁以上を得ることができるかとされているが、最小読取り値 0.005cm のノギスを用いて現行試験法に従って求めた粘性土の湿潤密度の有効数字はせいぜい 3 桁までと考えられる。

⑤ 最小読取り値 0.005cm のノギスを用いて粘性土の湿潤密度を精度良く求めるには、a) 測定箇所個数を増加する、b) 供試体の直径を大きくする、c) より正しい湿潤密度を求めようとするれば、供試体を幾何学的に整った形にすることなどが考えられる。

参考文献

- 1) 地盤工学会：土質試験の方法と解説，第一回改訂版，pp. 146~153, 2000.
- 2) 前掲 1), p. 458.
- 3) 伊那食品工業株式会社：寒天の知識，No. 4.
- 4) 谷口修，堀込泰雄：計測工学第2版，森北出版，pp. 116~119, 1991.
- 5) 伊藤 学，亀田弘行：土木・建築のための確率・統計の基礎，丸善，pp. 239~244, 1977.

INFLUENCE OF METHOD OF PREPARATION OF CLAY SPECIMEN ON ITS DENSITY

Mieko FUJIWARA, Kazunori OKUYAMA, Norio YAGHI and Tyuji MORI

While determining the bulk density of a clay specimen, there are possibilities that the bulk densities of different specimens differ from each other depending on the method of specimen preparation. One of the reasons for this is degree of perfection during the preparation of specimen. In this paper, the authors try to examine the difference due to errors in measurement and then study the influence of the method of preparation. The major findings are: 1) Although the effective value of bulk density is up to three decimal points, the dimensional measurements are made with a vernier caliper of minimum reading up to only 0.005cm and 2) The shape and size of a specimen prepared by trimming method are more or less similar to those of a specimen prepared by tube method.