

## パラフィン法による礫まじり土等の湿潤密度試験

株式会社東建ジオテック ○ 前野 和史, 井上 純一, 若林 信

### 1. はじめに

ブロックサンプリングによって採取された写真-1のような試料の湿潤密度を得る為には、通常のノギス法に規定されている形状に成形することが困難である。そこでパラフィン法により湿潤密度試験を行った。

本報告はその試験結果の妥当性を評価するため、様々な試料に対してパラフィン法とノギス法で比較試験を実施した結果についてまとめたものである。



写真-1 成形が困難な礫まじり土

### 2. 湿潤密度試験方法の種類と適応土質

湿潤密度試験方法の種類と適応土質について表-1に示す。ノギス法は、力学試験用の供試体をそのまま測定することも可能で、試験器具が比較的簡単かつ安価、および所定の精度が得られることなどから最も多く用いられている。適応する土質は所定の形状に成形可能かつ表面がなめらかに仕上げられる試料である。一方、礫や砂が多く混入し成形が困難な試料に対してはパラフィン法が用いられ、あらゆる土質に適応可能とされている。

表-1 試験方法の種類と適応土質<sup>1)</sup>

	試験方法の種類	適応土質
寸法測定法	ノギス法	成形しやすく試料表面が比較的なめらかに仕上げられる粘性土および砂質土（一軸圧縮試験などの供試体）
	テープ法	ノギスでは測定が困難なほど柔らかい粘性土で、試料表面がなめらかに仕上げられるもの（一軸圧縮試験などの供試体）
	レーザー測定法	ノギス法に準じる
体積置換法	パラフィン法	あらゆる土質に適応できる（飽和・不飽和粘性土、砂質土、乾燥土）
	ケロシン法	あらゆる飽和粘性土、および成形状態と飽和状態が保てる砂質土（一軸圧縮試験などの供試体）
	水銀法	主として粘性土に適応（試料が少ない場合）

### 3. 試験試料および供試体

比較を行った試料の粒度試験結果および分類を表-2に示す。供試体の体積が測定精度に影響を与えるので、可能な限り大きな供試体を作成した。また、比較した供試体は同一のものを使用した。細粒分が少なく自立しない砂質試料に対しては事前に凍結させたうえで試験を行った。また、まさ土については締め固めによって高さ約100mm、直径約50mmの円柱供試体を作成したうえで試験を行った。

ノギス法の成形は、トリマー、ワイヤソー、直ナイフ、マイターボックスを使用した。

表-2 各試料の粒度試験結果および分類

番号	粒度				分類
	礫分%	砂分%	細粒分%	最大粒径mm	
①	0	2.5	97.5	0.106	シルト (高液性限界)
②	0	20.7	79.3	2	砂まじり火山灰質粘性土(Ⅱ型)
③	0.5	13.2	86.3	4.75	砂まじり火山灰質粘性土(Ⅱ型)
④	1.6	14.9	83.5	4.75	砂まじり火山灰質粘性土(Ⅱ型)
⑤	0	4.3	94.7	0.425	砂まじり火山灰質粘性土(Ⅱ型)
⑥	0	23.3	76.7	2	砂質シルト (低液性限界)
⑦	0	20.7	79.3	2	砂質シルト (高液性限界)
⑧	粒度試験対象外				泥炭
⑨	55.7	36	8.3	19	細粒分まじり砂質礫(まさ土)
⑩	55.7	36	8.3	19	細粒分まじり砂質礫(まさ土)
⑪	16.7	76.1	7.2	26.5	細粒分まじり礫質砂
⑫	18.8	70.8	10.4	26.5	細粒分まじり礫質砂
⑬	0	98.7	1.3	2	分級された砂

### 4. 比較試験結果および考察

ノギス法およびパラフィン法の比較試験結果を図-1に示す。

沖積粘性土ではノギス法が0.02Mg/m<sup>3</sup>大きく測定された。これは対象試料が非常に柔らかい粘性土だったため、注意深く測定してもノギスが試料にわずかに食い込み体積が小さく測定されたこと並びにトリマーカット時の若干変形が要因として考えられる。

ロームおよび火山灰質粘性土ではわずかな差異があったもののおおむね近い値を示した。

砂質シルトでは硬質の試料でノギス法が $0.03\text{Mg}/\text{m}^3$ 小さく測定された。これは非常に硬い試料であり注意深く成形しても表面が滑らかに仕上げることができず、ノギスでの測定時にやや過大に直径が測定されたことが要因として考えられる。

高有機質土ではわずかに差異が生じたが実用上問題のない程度であると考え。今回は1供試体のみと比較となったが、高有機質土はその状態によってノギス法とパラフィン法による差異が大きくなることが予想できる。今後、より未分解の試料や軟弱な高有機質土についても検証したい。

まさ土では最大で $0.04\text{Mg}/\text{m}^3$ ノギス法の方が小さく測定された。いずれの試料も礫分が50%以上(最大粒径19mm)であり、今回比較した試料の中で最も供試体表面の凹凸が目立つものだった。この凹凸によりノギス法での測定時に体積を過大に算出したことが要因として考えられる。

凍結試料では最大 $0.02\text{Mg}/\text{m}^3$ の誤差が生じたが実用上問題ない精度で測定可能であると考え。

### 5. 凍結試料に対するパラフィン法

当初凍結試料はパラフィン塗布中に試料が溶けてしまうためパラフィン法は困難であると考えていた。しかし実際には手早く行えば試料が解ける前にパラフィンを塗布することが可能であった。これは砂質試料に限らず礫が70%以上混入した礫質試料であっても同様であった。ただし礫径が大きく、礫間に砂や粘性土が詰まっておらず間隙が比較的大きい試料などは供試体内部の間隙までパラフィンが浸透してしまうことが考えられるため結果の扱いには注意が必要である。

いずれの凍結試料もパラフィン塗布中および塗布直後はパラフィンと供試体の温度差によりパラフィンにクラックが生じることがあった。そこでパラフィンをやや厚く塗布し、さらに水中へ投入する前にクラックの有無を注意深く観察する必要がある。万が一水中での質量測定中に供試体周辺から断続的に気泡が発生する場合はクラックやパラフィンに覆われていない箇所が存在し供試体に水がしみ込んでいる可能性があるため再試験が必要となる。また凍結試料にパラフィン塗布した後は供試体温度と室温が大きく異なり結露により質量の測定に誤差が生じることから室温になるまで静置したのちに質量を測定する必要がある。

### 6. まとめ

表面を滑らかに仕上げるのが困難な試料ほどパラフィン法の方が供試体の凹凸を含んだ体積を測定することとなり、体積がより小さく測定されることから湿潤密度は大きくなる傾向を予測していた。結果としてわずかであるが予測通りの傾向が確認された。また今回のすべての試験結果のノギス法とパラフィン法の差を平均するとおおよそ $0.01\text{Mg}/\text{m}^3$ となり、今回比較した試料では2種類の試験方法の結果に大きな差は見られなかった。しかし、軟弱な粘性土に関しては、ノギス法での試験結果には成形時の影響が大きく、十分注意が必要であると言える。

これらの比較試験結果からはじめに述べた成形困難な礫まじり土に対して行ったパラフィン法による湿潤密度試験の結果は妥当であると評価した。

### 《引用・参考文献》

- 1) 地盤工学会:地盤材料試験の方法と解説[第一回改訂版]-二分冊の1-, pp199~209, 2020

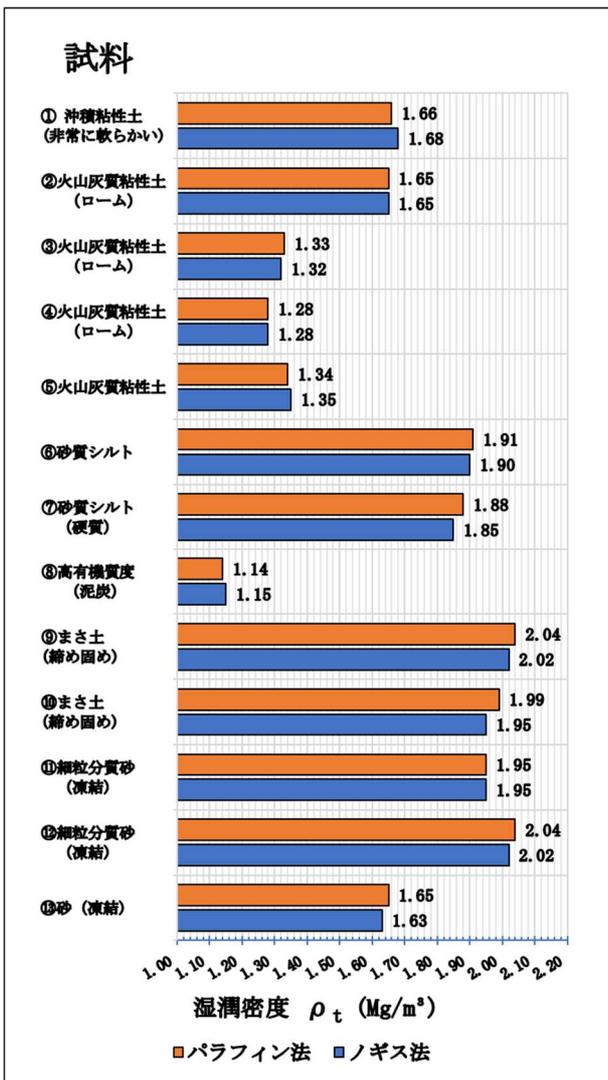


図-1 比較試験結果一覧