

火山灰質粘性土の物理的性質に関する統計的性質

－関東ロームの自然含水比－

日本大学大学院 学生会員 ○海老名 翔
 日本大学理工学部 フェロー 卷内 勝彦
 日本大学理工学部 正会員 峯岸 邦夫

1. はじめに

品質管理が可能な人工材料とは異なり自然界で生成される地盤材料は、成因はもとより地理、地形、天候等の自然環境に起因する風化過程で、粘性土においては粘土鉱物が複雑に変化することや、土は固相、液相、気相の3相から構成され状態量も周辺環境に左右されるため均質性が乏しいことが多い。したがって、設計・施工に必要な物理的（指数的・力学的）物性の測定値にはばらつきが存在することが少なくない。とりわけ火山降下灰の関東ロームは、粘土鉱物（アロフェン等）に由来する非自由水（拘束水）を含有するため、動的外力を受けて強度低下を起しやすいため施工上における問題土（特殊土）として扱われ、自然含水比の測定精度の確保は非常に重要となる。そこで本研究では、含水比測定標準規格（JIS）による関東ロームの含水比測定値の統計的性質を把握し、その工学的特性（締固め特性）に及ぼす影響について考察する。

2. 試料および試験方法

本研究で用いた試料は、千葉県船橋市内（日本大学二和校地）で採取した関東ローム（火山灰質粘性土、 VH_2 ）で、同一堆積層と考えられる若干離れた地点の3箇所（P-1, P-2, P-3）から採取した。採取日は前日を含め雨天を避け、採取試料は密封袋に入れ保管は細心の注意を払った。

含水比試験（JIS A 1203）による自然含水比測定サンプル数は、1箇所当たり100個とした。突固めによる土の締固め試験（JIS A 1210）では、2mmふるいを通じた試料について、乾燥・非繰返し法（A-b法）により試験を行った。含水比測定サンプル数は、締固め試験1回あたり含水比設定7段階で、5回繰り返した。

3. 試験結果および考察

今回使用した関東ロームの土粒子の密度は $\rho_s=2.900 \text{ g/cm}^3$ 、液性限界 $w_L=141.9\%$ 、塑性指数 $I_p=44.5$ であった。

(1) 含水比試験

図-1は、P-1, P-2, P-3から採取した土の含水比の計300個をヒストグラムにまとめたものである。含水比の平均は118.4%、標準偏差は2.950%、信頼区間は0.3352であった。正規分布に近い形を示す一方で、含水比のばらつきが大きいこともわかる。

この300個のデータからサンプル数をランダムに3,4,...10個と抽出し、ヒストグラムを作成、比較・検討した。また、P-1, P-2, P-3の地点別についても同様の作業を行った。

この作業から、含水比を推定するサンプル数を規定するに当たっては、

- ① 標準偏差の変動
- ② 信頼性
- ③ 現実的に可能なサンプル数かどうか

この3点を重要視した。規定するにあたって基とした基本統計量については表-1に詳細を示す。

その結果、抽出数を5個とすることで、ある程度信頼性の高い結果を得られるということがわかった。

キーワード：関東ローム、自然含水比、統計的性質、締固め試験

連絡先：〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1 日本大学理工学部社会交通工学科 TEL047-469-5217

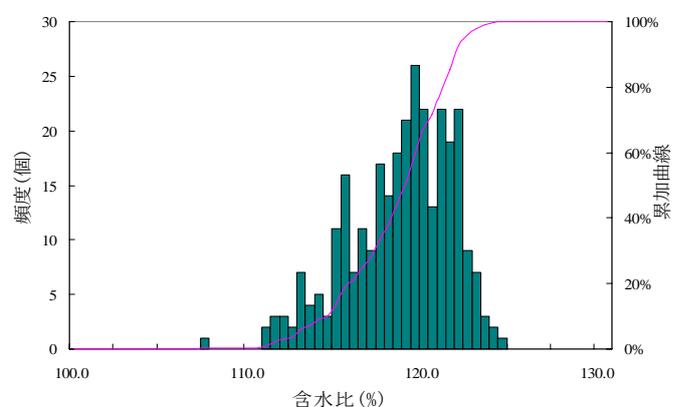


図-1 含水比試験結果、サンプル数:300

図-2は全データである300個のデータの中から、5個をランダムに抽出したものを平均し、サンプル数60個としてヒストグラムにまとめたものである。図-1と比較するとデータの範囲も狭まり中央値も118.5%と平均値に近い値を示した。標準偏差は1.262%、信頼区間は0.3777であった。

表-1 各種統計値

抽出数(個)	1	3	4	5	10
サンプル数(個)	300	100	75	60	30
標準偏差(%)	2.950	1.676	1.410	1.262	0.846
信頼区間(95.0%)	0.3352	0.3326	0.3245	0.3777	0.3159
平均(%)	118.4	118.4	118.4	118.4	118.4
中央値(%)	118.9	118.5	118.6	118.5	118.4

(2) 突固めによる土の締固め試験

図-3は突固めによる土の締固め試験によって得られたデータの締固め曲線である。最適含水比 $w_{opt}=103.5\%$ 、最大乾燥密度 $\rho_{dmax}=0.667g/cm^3$ 、湿潤密度 $\rho_r=1.131g/cm^3$ であった。各データの幅は最適含水比の最大値が104.3%、最小値が102.1%、最大乾燥密度は最大値 $0.672g/cm^3$ 、最小値 $0.662g/cm^3$ であった。90%程度から加水した関東ロームの値としては、ごく一般的なものであった。また、データのばらつきは最適含水比で±1.4%、最大乾燥密度で±0.005 g/cm^3 のばらつきが生じたことになる。

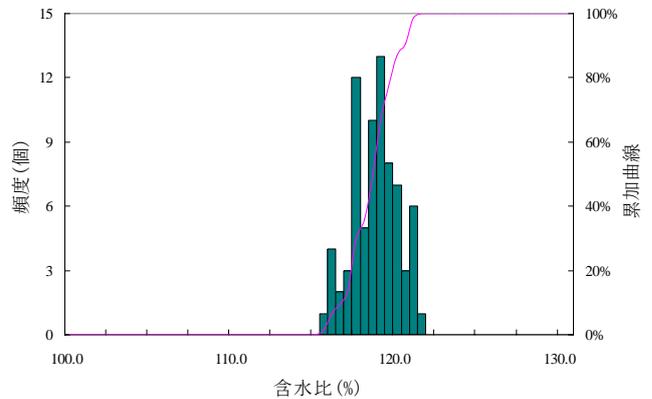


図-2 含水比試験結果, サンプル数:60 (全数300個から5個をランダムに抽出し平均)

次に図-4は、締固め前と締固め後の含水比を比較したものである。この図から、突固め後に試料中の水分が減少していることがわかる。加水初期の締固め前後の含水比に大きな差は見られないが、100%を超えたあたりから含水比の変化が出始め、特に110~120%付近で大きな変化が見られた。モールドで突固めている最中に乾燥によって含水比が減少したとも考えられたが、同室内での自然乾燥の場合、20分で最大0.6%程の乾燥しか見られなかった。図-4の結果では3%以上の変化(差異)が見られたため、乾燥による低下とは考えにくく、突固めによって非自由水(拘束水)が搾り出されて排水(漏水)が生じたと考えられる。

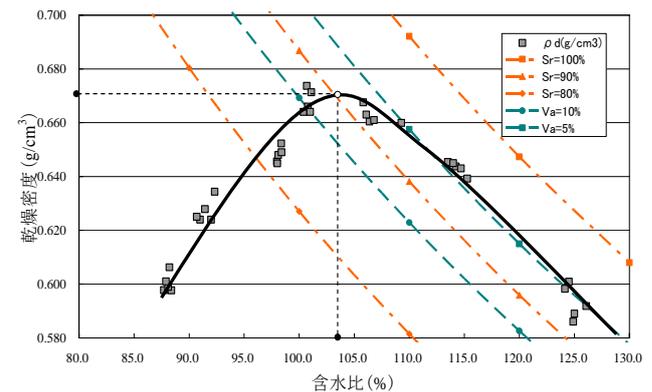


図-3 締固め曲線

4. まとめ

今回の実験で得られた結果を要約すると以下のようになる。

- ① 含水比試験 (JIS A 1203) には測定サンプル数を規定していないが、関東ロームのような高含水比粘性土の含水比を測定する際、サンプル数を5個とすることが望ましい。

- ② 締固め試験 (JIS A 1210) の規定による含水比

測定は締固め後の供試体から採取し平均値を求める方法であるが、関東ロームのような高含水比粘性土は突固めによって含水比が変化するため、突固め前の試料から求めるほうが適切である。

しかしながら関東ロームは、地域、季節等により物性が異なるため、今後の課題として他地域の調査データの検討が必要である。

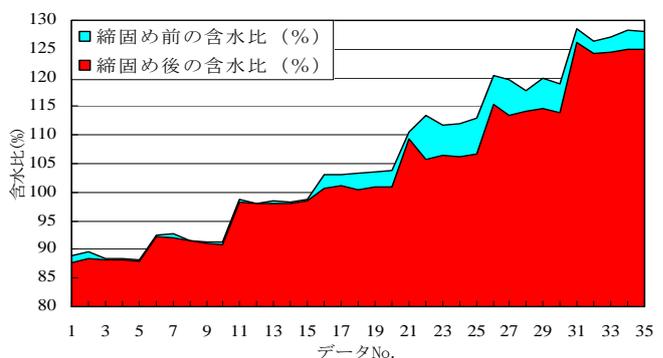


図-4 締固め前と後の含水比の比較

[謝辞] 本研究を行うにあたっては、本学学生の延島啓仁君の協力を得た。ここに記して謝意を表します。