

土粒子の比重試験法における一検討

日本大学工学部 正員 ○古河 幸雄
藤田 龍之

1、まえがき

土粒子の比重試験方法はJIS A 1201で規定され、その方法にしたがって試験を行えば比較的簡単で、液性、塑性限界試験等には比べ個人差の入り難い試験である。土粒子の比重は普通 $G_s = 2.4 \sim 2.9$ の範囲内にあるものが多く、その幅も他の物理量に比べて小さい。また、比重値だけで土の性質を直接判別することはほとんどできない。しかし、土粒子の比重は粒度試験、突固め試験、圧密試験等のデータ整理に、さらに、間隙比、飽和度等の計算に不可欠な物理量であるが、より正確な比重を得るにはいくつかの問題がある。このうち比重試験で誤差の原因となる気泡除去法について報告する。

土粒子の比重試験の操作で最も誤差を生じさせる原因には気泡除去の不完全さにある。気泡の除去法には、減圧法と煮沸法があり、土質試験法にはつぎのように記してある。『比重びんの中の気泡を除くには、気圧を水銀柱で100mm以下に下げるか、10分以上静かに煮る。ときどき比重びんを振り、気泡の抜け出すのを助ける。気圧を急に下げたときに、内容物が激しく沸き立たないように注意しなければならない』。これにしたがって実験を行う場合、減圧や煮沸の継続時間、あるいは減圧の程度があいまいで、どこまで処理すれば十分な気泡除去の効果が得られるのか迷うところで

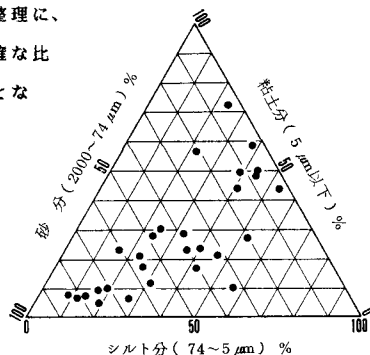


図-1 土の三角座標分類

表-1 実験方法と気泡除去機構

本報では、気泡除去方法について試験法で示されている方法と、これまで比較的有効な手段として報告されている方法も含めてそれらの特性を比較検討した。

2、試料および実験方法

(1) 試料

実験に用いる試料は、土の種類が広い範囲にわたるように考慮して28種類を選んで用いた。これら試料の三角座標分類を図-1に示す。

(2) 試料の調整方法および実験方法

乱した自然状態の試料を2mmフルイに通過させて、砂質土のようにコンシステンシー試験でNPとなるような土は、ガラス板上で少し加水して練ペラで強く押しつぶし、また加水して押しつぶす操作を3~4

気泡除去方法	煮沸法	減圧法	電子レンジ法
気泡除去装置	ウォーカーハス	真空ポンプおよび真空デシケータ	電子レンジ
処理時間	1、2、3、4時間	10、20、60分	1、2、3、5分
処理方法	比重びん内容物の温度が一定になってからの連続時間とし、バス内に常に沸騰するようにしている。	気圧が100mmHgでは沸騰しないので、30mmHgに設定し、これに到達してからの連続時間である。	6個1組みて入れ全部が沸騰するまで4~5分かかるが、同時に沸騰しないので最後に沸騰したものを基準にして連続時間で加熱する。
気泡除去処理時の比重びん内容物の温度とその状況	内容物は沸騰することはないが、温度は高い	減圧の進行とともに沸騰するが、温度が低下するするためにその継続時間は短く、100mmHg程度では沸騰しない。	内容物は短時間でかなり激しく沸騰するので、比重びん内の水分蒸発が著しい。温度は100℃に達する。
実験の操作性について	比重びんを振って気泡の排除を助けたり、バス内への注水が必要。	吹きこぼれないよう弁で調節でき、減圧の程度もコントロールできる。	沸騰時の吹きこぼれを調節する方法はないが、比重びんへ蒸留水を多めに入れるとかなり防止できる。
気泡の除去機構	加熱によって気泡は膨張しその浮力によって上昇逸散するが、ゆっくり進行するのでときどき比重びんを振ってこれを助ける。	減圧によって気泡が膨張し、その浮力によって上昇逸散するが、減圧で温度が低下するために減圧をJIS法で示すより大きくし、かつ、装置の保温に努める必要がある。また、沸騰していないときでも細かい気泡の発生が観察される。	マイクロ波を照射するため水分子が激しく振動しそれによる摩擦熱により急激な温度上昇が生じるこの急激な昇温による激しい膨張で閉鎖土粒子の解きほぐし効果も期待できる。
その他	比重びんが水垢などで汚れやすい。	装置が他の方法と比較し大掛かりになる。	市販の家庭用電子レンジでよい。煮沸法の外部加熱に対し内部加熱という。

回繰り返す。液性限界試験が可能な粘性土も、前と同様に少しずつ加水しながら十分に繰り返し、液性限界試験における落下回数が10回程度の柔らかさにする。この加水繰り返しのより土粒子の団粒は解きほぐされ、土粒子の隙間に閉じ込められている気泡を追い出して飽和状態に近ずけることができる。これを比重びんへ入れる際は、さらに蒸留水を加水し懸濁液状にしてロータを用いて乾燥質量が10g程度になるように入れる。また、加水・練返しの影響を調べるために、非加水・非練返しについても行い、これの試料は2mmフルイ通過土そのままを使用した。本報告で行った気泡除去の実験方法とそれらの気泡除去機構の特徴について表-1に示す。

3. 結果と考察

図-2より、比重びんに試料を入れる前に加水・練返しを行うと、煮沸法、減圧法、電子レンジ法のいずれでも気泡除去の効果が大きい。図-4より、煮沸法では加水・練返しの試料を用いると3~4時間で一定値になる。減圧法では真空度を30mmHgで20分間脱気させると、煮沸法の場合の1時間に相当し、さらに、真空引きを1時間にするとその効果が大きく、煮沸法より脱気に要する時間が短い。電子レンジ法では、3分間沸騰で煮沸法の3時間に、また、減圧法では20分間の値とほぼ一致し、5分では煮沸法3時間より大きく、減圧法1時間の脱気効果と同様になり、電子レンジ法は短時間で効率的な気泡除去法である。

以上のことから、各気泡除去方法で最も効果の期待できる処理条件について表-2に示す。

4. おわりに

比重試験における気泡除去時間の表現が曖昧で、煮沸法なら10分以上何時間までなのか、減圧法なら100mmHg以下の何mmHgにすれば良いのか、さらには継続時間がいつまでなのかははっきりしていなかった。本研究の結果、煮沸法では、ペースト状に練返した試料で3時間、減圧法では30mmHgで20分が同じ値になることが分かり、また、電子レンジ法では3分間の煮沸で同じ値になった。さらに、減圧継続時間60分、電子レンジ煮沸5分ではそれより大きくなり、煮沸法より気泡除去効果の高いことを示している。

[参考文献] 藤田・西野・竹原：土粒子の比重試験についての一考察、第36回土木学会年講、pp.744-755、1981、 神山光男：土粒子の比重試験について、土と基礎、Vol.6、No.2、pp.4-8

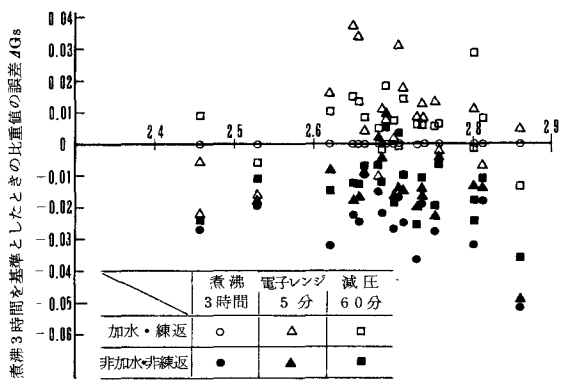


図-2 各試験方法による加水・練返しと非加水・非練返し試料における比重値の差、および平均値

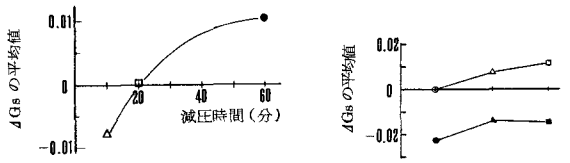


図-4 減圧法における減圧時間と気泡除去効果について

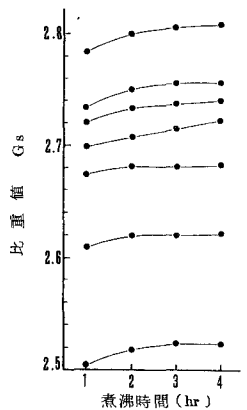


図-3 ウォーターバスによる煮沸時間と比重値の関係

表-2 各気泡除去方法の最も有効な処理条件時の比重値の差の平均値

	処理条件	ΔG_s
減圧法	60分	+0.010
電子レンジ法	5分	+0.008
超音波法	5回	-0.002