

III-305

電子レンジ法による強熱減量試験の検討

武蔵工業大学 ○目黒栄治

武蔵工業大学 成山元一

1. まえがき

土中の水分量、粘土鉱物、有機物などは土の種々な性質に大きな影響を与える。それゆえ、土の含水量、有機物含有量など正確かつ迅速に求めることは、極めて有用である。

現在土の含水量は、JISA1203、有機物含有量はJSF による強熱減量試験等で求められるが、これらの方法は短時間に値を求めることは困難である。これらの値を精度はもとより迅速に求めるため電子レンジを用い加熱によって含水量を求めJIS 値を推定しこれらの値より強熱減量値を求め簡便法として広範囲な適応を図るため実験的検討を行った。

2. 試料及び実験方法

実験に用いた試料は、粘性土8、関東ローム3、黒土1の12種類である。表-1は試料の物理試験結果を示す。試料は自然試料を2000 μ mフルイでふるい分け、空気乾燥および加水により含水量の異なる試料を準備した。実験方法は図-1に示す容器を用い、含水量試験は蒸発皿に試料10gを均一に入れ、表-1による電子レンジ庫内により35分間連続加熱させた。また、JIS 規定に準拠し含水量を求めた。強熱減量試験は各含水量試験後の乾燥土の塊をときほぐし、420 μ m フルイでふるい分けを行い乾燥炉(110 $^{\circ}$ C)に60分乾燥させ、試料をろつばに2gをとり、バーナーを用い700 $\sim$ 800 $^{\circ}$ Cに加熱させ、黒土は90分、その他の試料については60分加熱燃焼させた。

3. 実験結果および考察

各試料の JIS値をY、電子レンジ値をXとし、その関係を回帰法により求めた結果を表-3に示す。試料1-3 に関しては、Y切片の大きさが顕著に表され、試料4-11に関しては他の試料と比較して直線の傾きの小さいことが特徴といえる。このように粘性土に関しては、数値のばらつきも少なく偏差も非常に小さいが、関東ロームに関しては偏差が大きく示される。これは火山灰質特有の性質をもつためであろう。

図-2は砂質土系、粘性土系、関東ローム系それぞれの関係式を示したものである。図-2が示すとおり、電子レンジ値でVH2は60 $\sim$ 100%、MH、CH等は約25 $\sim$ 65%、SFは30%以下の含水比の範囲で電子レンジ値より JIS値を推定することが可能である。したがって、粘性土についても JIS法に代わる簡便法として、十分に評価できるであろう。

表-1 試料の物理試験結果

試料名	含水率 (%)	比重	L.L (%)	P.L (%)	塑性指数	液性指数	天然含水率 (%)
A1 関東ローム No.1	75.98	2.64	95.75	69.56	粘土	VH ₂	16.88
A2 No.2	75.60	2.82	86.72	58.27	粘土	VH ₂	13.21
A3 No.3	81.2	2.84	86.64	68.87	粘土ローム	VH ₂	14.42
D1 荒木田 No.1	23.36	2.67	49.72	30.92	シルト質粘土ローム	ML	9.96
B2 No.2	39.56	2.67	59.29	28.07	粘土	CH	6.68
B3 多摩川 No.1	36.58	2.66	55.20	39.39	シルト質ローム	MH	8.89
B4 No.2	55.48	2.64	92.49	62.43	シルト質粘土	MH	12.34
B5 No.3	39.54	2.64	57.69	39.12	粘土ローム	MH	10.62
B6 No.4	44.73	2.64	81.45	51.47	シルト質粘土	MH	11.35
B7 奥多摩	30.58	2.61	53.63	33.66	粘土	MH	8.84
B8 川口	30.75	2.62	53.50	29.48	粘土	OH	9.19

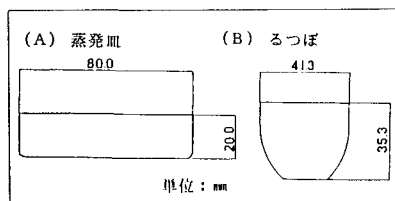


図-1 蒸発皿・ろつばの形状

表-2 電子レンジ規格

電圧	消費電力	1.12kW
電圧	最高出力	600W・180W相当(切換え方式)
電圧	発振周波数	2.450MHz
電圧	電源	交流100V (50Hzまたは60Hz専用)

表-3 回帰計算結果

試料名	回帰直線	相関係数	標準偏差
1 関東ローム No.1	$Y=1.060X-14.592$	0.993	3.727
2 関東ローム No.2 (町田)	$Y=1.025X-6.083$	0.996	1.612
3 関東ローム No.3 (港北)	$Y=1.015X-10.669$	0.995	4.011
4 荒木田 No.1	$Y=1.010X-1.920$	0.999	0.187
5 荒木田 No.2	$Y=1.010X-2.395$	0.999	0.235
6 多摩川 No.1	$Y=0.938X-0.921$	0.998	0.577
7 多摩川 No.2	$Y=0.949X-1.060$	0.999	0.482
8 多摩川 No.3	$Y=0.951X-1.304$	0.997	0.966
9 多摩川 No.4	$Y=0.972X-2.189$	0.999	0.798
10 奥多摩	$Y=0.937X+0.187$	0.997	0.417
11 志木	$Y=0.983X-1.584$	0.994	0.987
12 川口	$Y=0.908X-1.350$	0.992	8.697

強熱減量試験は110° Cの乾燥炉により乾燥した試料と電子レンジにより乾燥した試料を熱焼した。共に赤茶色に変色し、質量の減少が認められた。図-3は熱焼後の試料を10gとし、熱焼によって減少した質量の大きさを図にしたものである。これを見ると JIS乾燥による値が電子レンジ乾燥による値を上回っている。これは乾燥する段階において消失する水が JIS乾燥によるものは自由水であり、電子レンジ乾燥によるものは自由水に加えて吸着水の量であるといえる。強熱減量試験JSF では、試料を700~800° C の高温で燃焼を行うが、電子レンジによって、試料を同様に燃焼することは不可能である。

ここに、図-3より各試料のkを求めた。図-3は強熱減量試験の結果より、強熱後の残留試料を10gとし、減少質量を導いたものを示したが、上段のJIS 乾燥による値と下段の電子レンジによる値の差を JIS乾燥による値の比をkとした。

$$k = \frac{\text{JIS乾燥による値}}{\text{JIS乾燥による値} - \text{電子レンジによる値}} \quad (1)$$

実験試料からkを統一することは不可能であるが土質分類等を考慮すると、

火山灰系粘性土 $k = 3.0 \sim 4.0$
 シルト質系粘性土 $k = 4.5 \sim 5.5$
 粘性土 $k = 8.0 \sim$

強熱減量Lは

$$L = \frac{k(W_a - W_b)}{100 + W_a} \times 100 (\%) \quad (2)$$

よって、電子レンジによる含水比 W_a を求め、 W_a より JIS値 W_b を推定し、(2)式に W_a 、 W_b を代入することによって強熱減量Lが推定できる。

4. まとめ

電子レンジを使用し粘性土系の含水量を求めると、強熱減量値も短時間に推定でき、十分実用性のあることを検証した。今後はさらに粘性土や有機質土をより多く実験を行い検討していきたい。

参考文献

- (1) 目黒栄治・成山元一：電子レンジを利用した含水量試験の検討（第一報）
- (2) 目黒栄治・成山元一：電子レンジを利用した含水量試験の検討（第二報）
- (3) 目黒栄治・成山元一：粘性土を用いた電子レンジによる含水量試験について

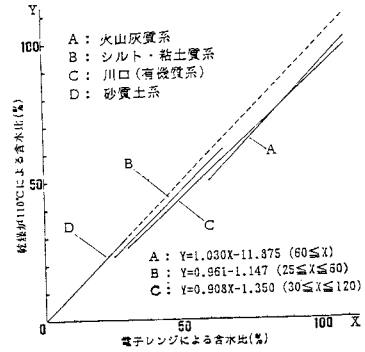


図-2 分類別による相関関係式

試料名	1,000	2,000 (g)
1 関東ローム No.1	1,884	1,928
2 関東ローム No.2 (町田)	1,284	1,541
3 関東ローム No.3 (港北)	1,724	1,934
4 荒木田 No.1	1,284	1,841
5 荒木田 No.2	1,284	1,841
6 多摩川 No.1	1,284	1,841
7 多摩川 No.2	1,284	1,841
8 多摩川 No.3	1,284	1,841
9 多摩川 No.4	1,284	1,841
10 奥多摩	1,284	1,841
11 忍木	1,284	1,841
12 川口	1,284	1,841

図-3 減少質量とK値