

神奈川大学工学部建築学科 正員 川崎浩司

岡 上

正員 高本秀幸

I まえがき 土の含水比並びにその変化を、迅速かつ自動的に求め得る装置として、小量土(60g 前後まで)を対象とする、含水比自動測定装置が完成されている。ここでは、より多量の土を対象とする超短波乾燥の予備実験と、その資料に基づき装置の試作についてこの概要を報告する。

II 解説 従来の乾燥装置に用いられている高周波(high frequency)は、通信工学における短波(波長: 50~10m, 周波数: 0~30MHz)にほぼ対応するが、今回の装置に用いられている電磁波は(2450MHz)炭素にまよはば超短波(波長: 1m以下, 周波数: 300MHz以上)中の Ultra high frequency (波長: 1~10m以下, 周波数: 300~3000MHz)に属する。最近、電子レンジと称して上記の超短波を用いた食品加熱調理が行われているが、その方式を土の乾燥に利用しようとしたものの、従来の装置の真空管発振器の代りに、今回のものではマグネトロン発振器を用いている。本乾燥法が従来の高周波乾燥と異なる主な点は、周波数が非常に大きいために乾燥効果がよいこと並びにマッパングの煩わしさが少ないことであると考えられている。なお以下の報告中に於いて超短波は U.H.F., 高周波は H.F. および電熱は E.H. と略記する。

III 加熱原理 U.H.F. 並びに H.F. の両者とも内部加熱方式の誘電加熱作用を持ち、土自体に吸収される加熱電力 P は式で表わされる。 $P = \frac{1}{2} \cdot \epsilon \cdot E^2 \sin \delta \times 10^{-12} (\text{W/cm}^3)$ 。ここに ϵ : 周波数, E : 電界の強さ, δ : 土の誘電率, $\tan \delta$: 土の誘電体損失角。

IV 予備実験 U.H.F., H.F. および E.H. の三種の乾燥法による各種土の乾燥効果を比較することを主な目的とし、次の実験を行った。

①装置: U.H.F. 乾燥装置(写真-1, 図-1) 発振周波数: 2450MHz および 50MHz, U.H.F. 出力: 最大 5KW, 陽極電圧: DC 4.5KV ~ 6.0KV, 5段階タップ切換, 電源入力: AC 100V ~ 220V, 3φ 50/60Hz。H.F. 乾燥装置(写真-2) 発振周波数: 約 40MHz, H.F. 出力: 最大 5KW, 陽極電圧: DC 5.0KV ~ 6.0KV, 3段階タップ切換, 電源入力: AC 100V ~ 220V, 3φ 50/60Hz。E.H. 乾燥炉。出力: 300W ~ 600W, 4段階切換, 電源入力: AC 220V, 内部温度: 110℃制御。

②試料: a) 粒徑加積曲線(図-3) b) 塑性図(図-4)

土質名称	採取場所	分類	平均含水比	比重	分類記号	LL(%)	PL(%)	PI(%)
関東ロームI	東京大学構内	シルト質ローム	84.5(%)	2.8	OH 又は MH	137	84	53
関東ロームII	神奈川大学構内	粘土質ローム	124(%)	2.9	同上	86	63	23
粘土	東京・大町	粘土	66.7(%)	2.7	同上	82	40	42

表-1

③形状および重量: 直径 50mm, 厚さ 15mm の円筒状, 重量約 60g。

④実験条件: a) 状態: 関東ローム I および粘土は、原位置採取土を乾燥・粉砕して 2000μm フライを通して得たもの。関東ローム II は原位置から採取したもの。b) 調整: ポリバツ内の上に水と粘土、1500mm 程度にして、それを数分間繰り返す。直径 50mm、

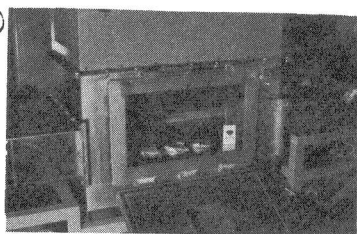


写真-1 U.H.F.乾燥装置(加熱部)

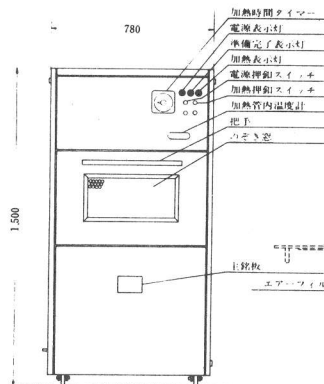


図-1 U.H.F.乾燥装置(加熱部)

厚さ15mmの成形器で形が、ずれるないように作製。c)加熱: U.H.F.乾燥用: 10W, H.F.乾燥用: 3W, E.H.乾燥用: 10W。d)測定時間 U.H.F., H.F.乾燥: 3分間隔, E.H.乾燥: 30分間隔。e)温度測定: U.H.F., H.F.乾燥において、試料中心部温度を測定。100℃までは、アルコール寒暖計を試料に差し込み、1分間隔に測定、絶乾時には、テンシールを試料に挿入して測定。f) U.H.F., H.F.乾燥過程の式を算定: $\frac{\Delta W}{\Delta t} \times 42 (kW)$ ここに ΔW : 蒸発した水量、

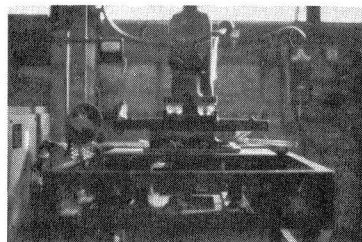


写真-2 高周波乾燥装置

(Kg), Δt : ΔW 蒸発するに要した時間(分)。iv)実験結果: a)平均含水比は、いづれのうち、H.F.乾燥によるものの方が、U.H.F.よりも大きい。(表-2)

平均含水比	U.H.F.乾燥	H.F.乾燥	E.H.乾燥
関東ロームI	83.1 (%)	85.7 (%)	84.6 (%)
関東ロームII	112 (%)	127 (%)	132 (%)
粘土	65.5 (%)	68.6 (%)	67.9 (%)

表-2 平均含水比

b)乾燥初期における温度上昇は、U.H.F.乾燥の方が、H.F.よりも大きい。(図-6) c) U.H.F.乾燥は、H.F.乾燥よりも乾燥効果が約2倍大きくなる。(表-3)

	平均熱出力	100g当りの熱効	有効熱出力	乾燥効果
U.H.F.乾燥	382W	38.2W	600W	0.064
H.F.乾燥	117W	39W	1200W	0.033

表-3

とは、ここまでは次のようにして求めた。(試料100g当りの平均出力)/(有効出力) = 乾燥効果。

v)考察: a) U.H.F.乾燥の乾燥効果は、H.F.乾燥のそれよりも大である。これは内部温度二重性に特に関連すると思われる。b) U.H.F.乾燥による平均含水比

の方がH.F.乾燥によるものより高い。これは乾燥終期の温度に関係がありそうである。c) 原位置採取土を2個に分けたもの(関東ロームI, 粘土)と、原位置採取土そのもの(関東ロームII)とを、U.H.F., H.F.乾燥過程と比較すれば、前者の方が乾燥が早い。これは試料の粒度分布、含水比分布性などに関係があると思われる。d) U.H.F.乾燥装置の場所によって、かなり乾燥性状が異なる。

V 試作装置による実験 以上の予備実験の資料に基づいて、より多量の土(200-300g)を迅速に乾燥する目的で、U.H.F.乾燥装置を試作して、現在実験中であり、本報告にはその一部の資料を記す。

i) U.H.F.乾燥装置:(図-2, 写真-3)発振周波数: 2450MHzのM波, U.H.F.出力: 200W, 陽極電圧: 2.4KV, 電源入力: 680VAmax, 電源電圧: 14100V 50-60%。ii) 試料: 東京ガラスビーズ(図-8)の粒度範囲曲線を示す)

調整: 東京ガラスビーズを容器に約93g(25g)とり、注射器で水を700(500)とり、一様に入れる。測定時間: 2分間隔。加熱: 6W(3W) iii) 容器: 4種、蒸発皿(20cc, 80cc), ペトリ皿(15x40mm², 15x55mm²)

iv) 実験結果および考察: 加熱場所により乾燥効率がいかに異なる。容器の差もその効率に影響する。ダミーの位置による影響はあまりないが、水量によりかなり異なる。

VI むすび 以上で本報告を終るが、この研究の当初から御指導・御審議を

頂いた、東京大学の最上武雄博士を始めとする日本建設機械化協会、土壌試験自動化研究会の諸委員に対して深く感謝する。

追記 試作装置による実験データは図-9-図-12に示す。



写真-3 U.H.F.乾燥装置

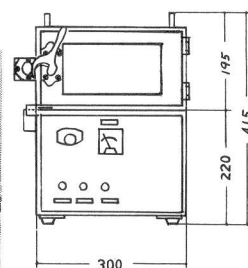


図-2 U.H.F.乾燥装置

土质名称	液分 %	塑分 %	シルト分 %	粘土分 %	最大径 mm	60%徑 mm	10%徑 mm	均等係数	200号筛通过率	40号筛通过率	75号筛通过率
南条ロ-4Ⅰ	0	25	54	21	0.84	0.03	0.02	15	100	99.5	92.6
南条ロ-4Ⅱ	0	32.5	39.5	28	2.0	0.043	/	/	99.6	95.1	85.6
粘土	0	11	47	42	0.85	0.013	/	/	100	99.8	98.7

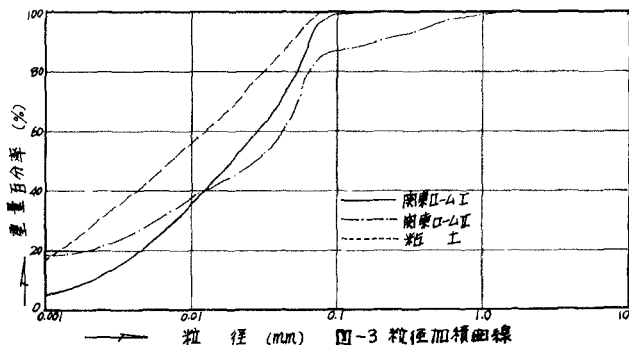


图-3 粒径加積曲線

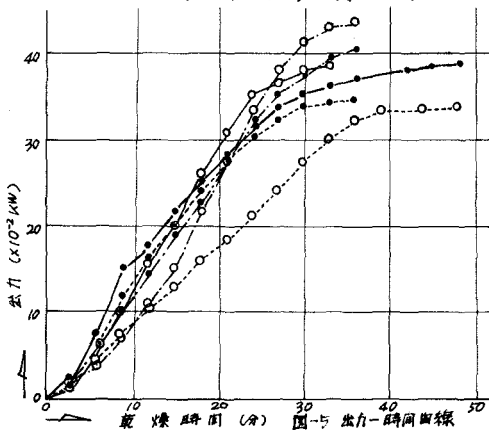


图-5 出力-時間曲線

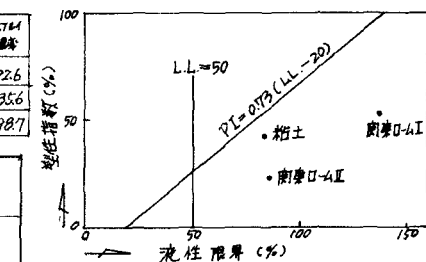


图-4 塑性図

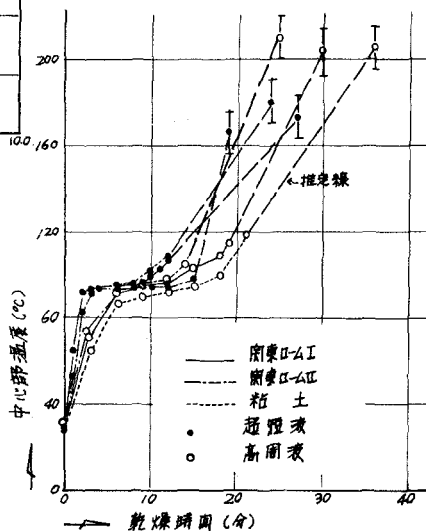


图-6 中心部温度-時間曲線

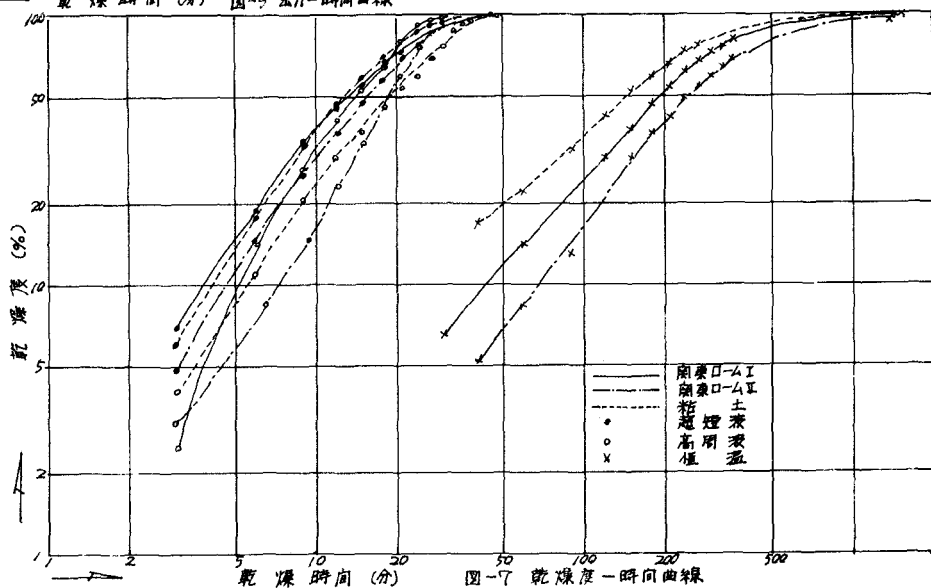


图-7 乾燥率-時間曲線

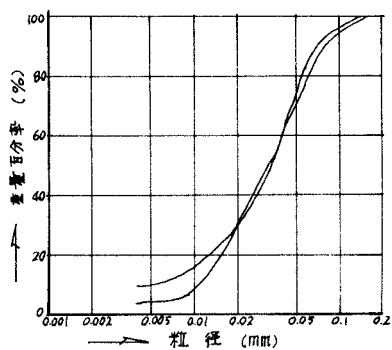


圖-8 GB 7701K 粒徑加積曲線

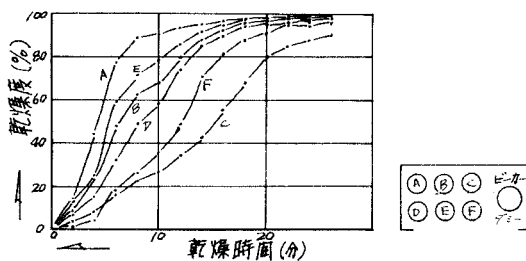


圖-12 乾燥度-時間曲線

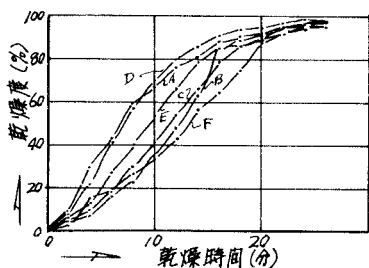


圖-9 乾燥度-時間曲線

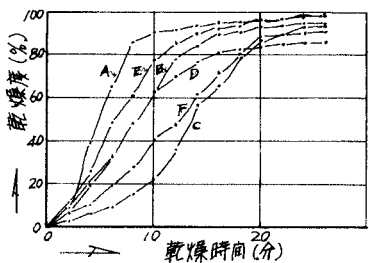


圖-10 乾燥度-時間曲線

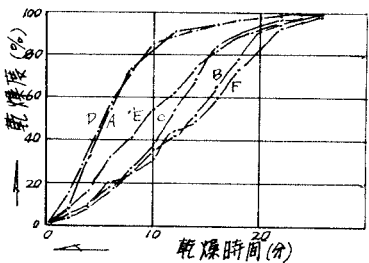


圖-11 乾燥度-時間曲線