

Ⅲ-24 土の高周波乾燥

東京大学土質研究室 正員 最上武雄
早稲田大学工業高校 正員 〇川崎浩司

概要 土を高周波加熱によって乾燥させる爲の装置に改良を加えて来たが、一応実験室や現場において実用できると考ふるポータブル・ドライヤーを考案した。そしてその機能について、主として乾燥過程に焦点をあてながら研究をしたものである。

§Ⅰ. 装置および器具

(i). ポータブル・ドライヤー : 写真-1, 図-1 および図-2 に示すように (I) と (II) の2種あり、前者は発振回路がハートレー回路、後者は半同軸共振回路であることが主な相違点である。電極部は (I) の不備な点と (II) で改良したが、それぞれの主な仕様は、それぞれの図の下に示す。

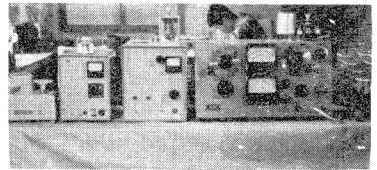


写真-1 装置全景
ポータブル・ドライヤー, Qメーター
(II), (I)

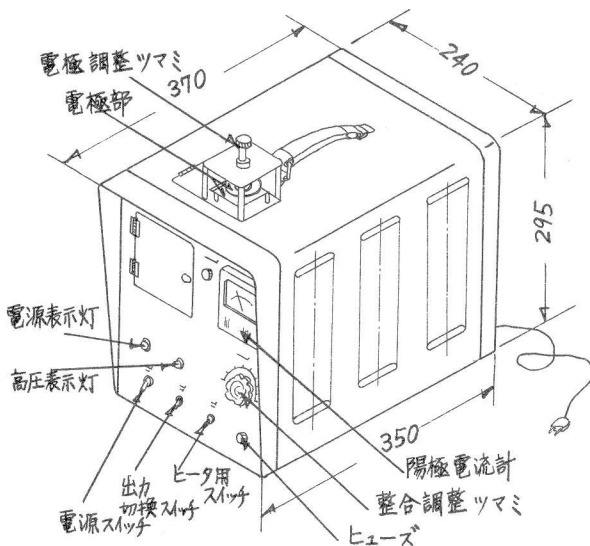


図-1 ポータブル・ドライヤー (I) 外観図

電源入力：単相 100V, 50/60 c/s
総入力：275 VA, 陽極電圧：2 KV
高周波出力：100 W, 総重量：20 kg (約)
発振周波数：40.68 Mc/s

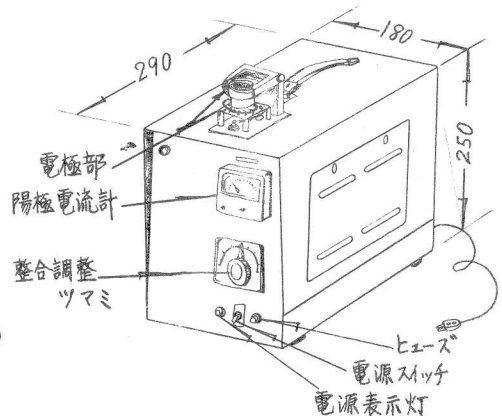


図-2 ポータブル・ドライヤー (II) 外観図

電源入力：単相 100V, 50/60 c/s
総入力：650 VA
高周波出力：100 W
発振周波数：40.68 Mc/s
陽極電圧：2 KV
総重量：10 kg (約)

(ii). Qメーター : 高周波加熱の場合、誘導率 ϵ , 損失正切 $\tan \delta$ の物質に周波数 f (c/s) なる高周波電圧 V (V) を加えた時、単位体積あたりの電力は $W = \epsilon \cdot f \cdot \epsilon \cdot \tan \delta \left(\frac{V}{d} \right)^2$ (W/cm³)。ここに $\epsilon \cdot \tan \delta$: 被加熱体の損失係数, d : 被加熱体の厚さ (cm), ϵ : 被加熱体の形等によって決まる常数である。従って土の乾燥機構を更に理解する爲に、 ϵ , $\tan \delta$ の測定が必要

であると考え、写真-1に示すようなQメーターを用いた。

(iii). 附属器具

- (a). テフロンリング：試料をその中につめるもの。試料がこわれなければ不要。
- (b). 試料受紙：下部極板の上の新開紙または濾紙。
- (c). 熱電対その他：試料温度を測定するための熱電対やテンピル（化学製品）。
- (d). 計量器具：化学天秤および写真-1の左端に示すような上皿天秤。

§ II. 試料

表-1 試料の物理的性質その他

(a). 形状

径: 30mm

厚: 5mm

10mm

(b). 性状

圧密整形

ただし

*精製土

NO.	土質名称	採取場所	分類	比重	液性限界	塑性限界	塑性指数	流動指数	含水比(平均)
1	稲毛-関東ローム	千葉県	シルト質ローム	2.73	106.	80.5	25.5	14.5	85.
2	アロフト ^(TCE) ₍₂₀₀₎	栃木県	"	2.59	—	—	—	—	140.
3	カオリン [*]	岡山県	粘土	2.75	52.0	29.5	22.5	15.0	40.
4	大夕町-粘土	東京都	"	2.69	82.0	52.0	29.0	15.5	85.
5	黒ボク	岩手県	砂質ローム	2.68	35.5	30.5	5.0	9.5	30.
6	小島川-砂	愛知県	砂	2.67	—	—	—	—	35.
7	飯田川-砂	秋田県	"	2.71	38.0	32.0	6.0	9.0	33.
8	三戸-砂	青森県	"	2.65	—	—	—	—	38.
9	名神-粘土	大阪府	シルト質粘土	2.72	78.0	32.0	46.0	12.5	44.
10	金山町-ローム	山形県	砂質粘土ローム	2.73	51.0	30.0	21.0	16.0	38.
11	小山田-ローム	宮城県	砂質ローム	2.60	35.5	22.5	13.0	7.0	35.

§ III. 実験結果

(i). ホータブル・ドライヤー (I)

(a). 陽極電流関係：試料を連続乾燥させた時の陽極電流の時間的变化を記録し、同時にヴァリアブル・コンデンサーの整合位置の時間的变化を記録し、図示すれば図-3の如くなる。(10 Sec. おき)。

(b). 乾燥度関係：試料を断続乾燥させた時の重量測定を30 sec. おきにおこない、乾燥度、含水比の時間的变化を求めたのが図-4である。この場合、各重量測定時に、Qメーターによる ϵ , $\tan \delta$ の測定を同時におこなった。おほ乾燥度は各測定時における水分蒸発量を土の含水量で割り100倍したものである。

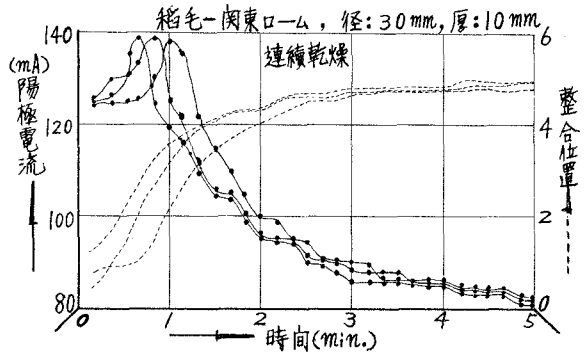


図-3 陽極電流、整合位置—時間曲線

(ii). ホータブル・ドライヤー (II)

(a). 乾燥度関係：陽極電流は整合によって、常時130 mA にして乾燥をおこない、1 min. おきに重量測定をして、乾燥度の時間的变化を求めた。試料径: 30 mm, 厚: 5 mm, 10 mm の2種で実験をし、その一部を図示すれば図-5の如くなる。また圧密整形試料から、径: 30 mm, 厚: 5 mm の試料を12~14個とり、半分を恒温乾燥炉で、他の半分を

ポータブル・ドライヤーで乾燥させて
兩者から得られた含水比を比較した。

(b). 温度関係：試料中心部の温度の時間的变化を測定して図に示したのが図-6である。熱電対を固定して30 sec. おきに測定したのと、3 min. おきに熱電対を試料に挿入して測定したのと2つの場合がある。別にテンピルで試料中心部の温度測定をした所、試料厚が10 mmの場合、絶乾時において、300°C以下(熱電対では250°C前後)、厚が5 mmになれば300°C以上となることが確かめられた。

(iii). Qx-g : 表-1のNO.1から6までの土にフリエ、ポータブル・ドライー(1)の乾燥過程中の ϵ , $\tan \delta$ を測定した。ただし発振周波数は6.78, 13.56, 27.12, 40.68 Mc/sの4種にして、試料3~5個の含水比と ϵ , $\tan \delta$ の関係を求めたが、その一例を図-7, 図-8に示す。ただし電極の直径(38 mm)より、試料の直径(30 mm)が小さい為測定値を補正する必要があり、直交モデルを考へて、 $\epsilon_x = 1.60 \epsilon'_x - 0.60$ (2) を得た。ただし ϵ_x は試料の見かけの誘電率で、 ϵ'_x は試料と空気の見かけの誘電率である。また ϵ'_x は端補正をKirchhoffの式その他を用いてしてある。(文献¹⁾参照)。

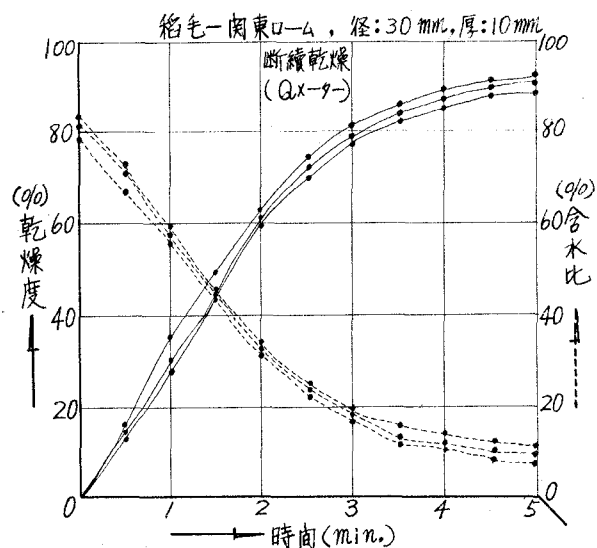


図-4 乾燥度、含水比—時間曲線

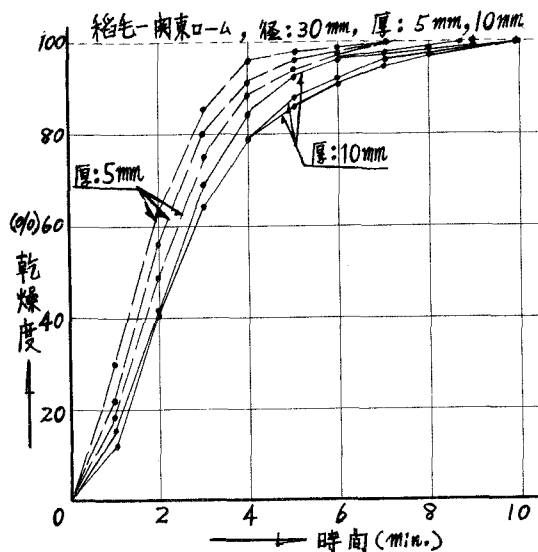


図-5 乾燥度—時間曲線

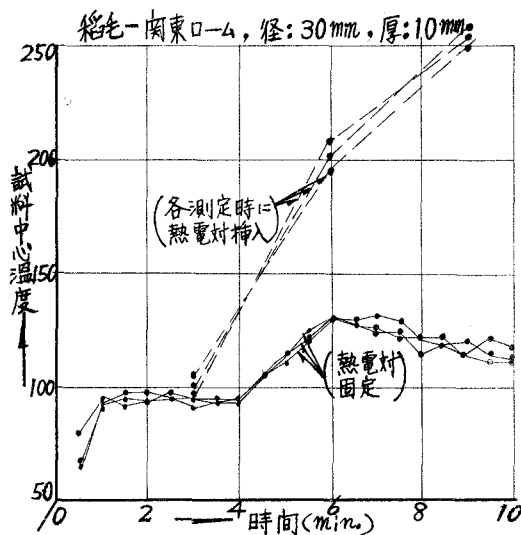


図-6 温度—時間曲線

§ IV. 考察

(i). ポータ

ブル・ドライヤー (I):

図-3に見られるように陽極電流は乾燥過程のある時期において、最大値を持つ。これは重合(マッチング)がとれていない為に戻ることであり、与えられる。原理的には、陽極電流は各子電圧に比例し、その電圧は試料の高周波抵抗に逆比例するものであり、乾燥初期の高周波抵抗の小さい試料において陽極電流は大きく、乾燥につれてその抵抗が大きくなるに従

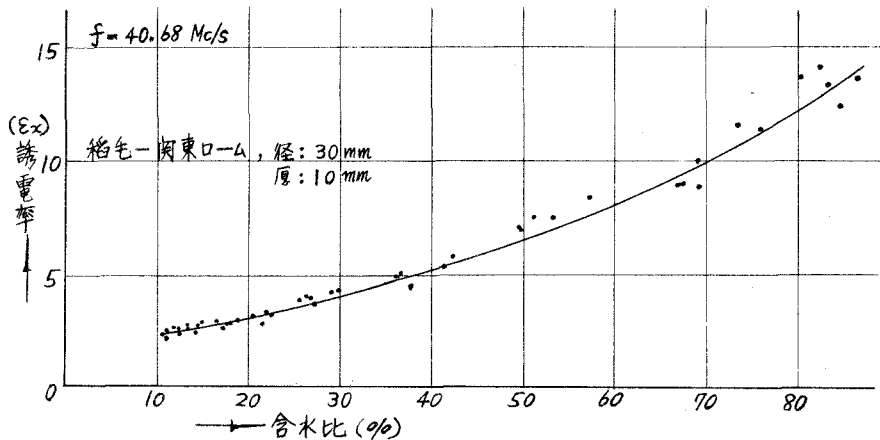


図-7 誘電率(εx)-含水比曲線

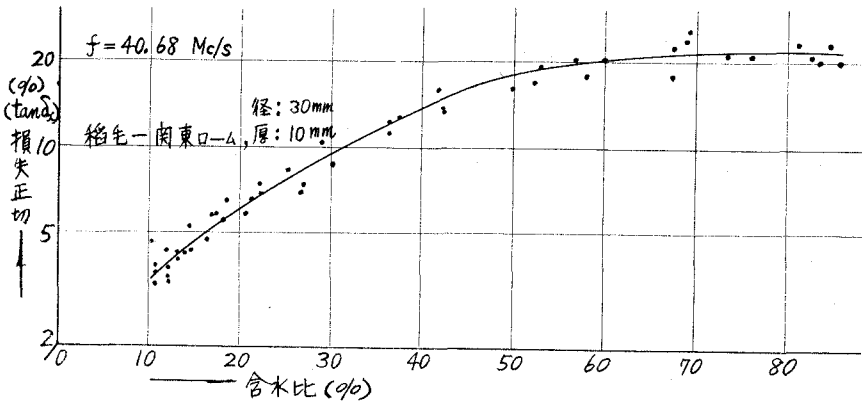


図-8 損失正切(tan δ)-含水比曲線

い、陽極電流は小になっていく。またその最大値とその時間は土の性質によってかなりの差が認められる。整合位置は乾燥の終期において土質に関係なく略一定値を持つ。極板部その他の乾燥条件の備から、乾燥が遅くて乾燥状態になりにくい土が多い。(図-4参照)。

(ii). ポータブル・ドライヤー (II): 試料径が 30 mm で厚さが 10 mm の場合、表-1 の土を断り乾燥させた時は、4~10 分で乾燥できるが、連続乾燥すれば 1~2 分早く乾燥できる。恒温乾燥炉との比較実験によれば、試料厚 5 mm の場合、乾燥時に 300°C 以上の温度になるが、両方によって求められる含水比の差は殆んどない。ローム系のものは始め乾きやすいが、終りになって水分が抜けにくい。粘土系のものはその逆である。

(iii). Qx-ター: 誘電率、損失正切共に周波数の高いものほど小さい値を持ち、かつきも相対的に小さい。土質によってかなりその値は異なり、その性状は複雑である。

§ V. 結論: ポータブル・ドライヤーは現場用含水比迅速測定装置として適当であり、Qx-ターなどと併用させれば、電気的土質試験装置としても期待できる。(’63, 3, 25)。(参考文献) 1. 屋合正治監修: 電気式水分計(昭35), 2. 森田清: 高周波工学(昭35) その他。