土の高周波乾燥過程に関する研究

(土の乾燥に関する研究)

正会員 最上 武雄*
同 〇川 崎 浩 司**

序 昨年度の研究⁹⁾の延長として、先づ円錐貫入試験器¹⁰⁾によつて、それぞれの土の乾燥過程中における貫入値を測定し、次に従来の 500 W の高周波発振器を 50 W のものに代えて、乾燥および内部温度測定の実験を行った。その乾燥過程における陽極電流の変化も記録した。

最後に、高周波発振器を 100 W とし、計量方法も改善して乾燥実験を行ない、乾燥度、乾燥速度、陽極電流の相関性を検討した。試料は昨年のもに更にローム 2 種を加えて計 12 種とし、そのつくり方も真鍮製の整形器を作つて厚さを一定にできるようにした。その結果は昨年度のものに比べて、色々と興味深いことが分り、かなり満足すべきものであるが、更に実験を行ない、またモデル実験・理論的検討と関連させながら研究を進めたいと考えている。

§ I. 昨年度の実験の継続

1. 試料(練り返した試料)

更にローム 2 種 (L-8, L-9) を加えて計 12 種の土について実験をしたのであるが、その物理的性質その他を示せば第 1 表のごとくなる。水を加えて練り返し、30~40 kg の荷重をかけ 24 時間の圧密整形をした。直径: 6 cm、高さ: 約 10 cm の円筒状のもので、トリマーやマイターボックスを用いて直径・厚さなどを変えたことは従来のものと同じである。

2. 貫入値・乾燥度(算定・測定・図示)

関東ローム (3),(4),(6),(8),(9) 粘土(2)、砂(1)について、高周波電流のみと熱風併用の 2 種の場合、乾燥度・貫入値一時間曲線を求めたものの例を示せば、第 1~4 図のようになる。

試料径は 30 mm と 50 mm にして、30 秒おきの各測定時に重量を測定するとすぐに試料をとり出し、写真-1 に示すような円錐貫入試験器¹⁰⁾によつて、それぞれの貫入値を測定した。この場合、円錐頂角: 60°、落下高: 5 mm、落下体重量: 147.70 g、測定間隔: 30 秒とした。

3. 考察(検討)

(a) 高周波と熱風を併用することは、極板が水平式

第 1 図

第 2 図

第 3 図

第 4 図

のものに比べて、鉛直式のものではあまり効果が認められない。これは水はけがよい事と土の接触による極板の

第 1 表 試料の物理的性質その他

土 質	記 号	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	間隙比	間隙率	見掛比重
関東ローム(8)	L-8	東京都、本郷	ローム	2.79	—	—	—	—	92.4	2.54	71.7	—
〃 (9)	L-9	千葉、稲毛	ローム	2.76	123.5	84.3	39.2	18.1	139.5	3.86	79.4	1.52

* 東大教授工博

** 東大研究生, 早大工高教諭

加熱が原因であると考えられるが、この事は試料径：30mmのもので、高周波電流のみに比べて熱風併用のものが30秒～1分の時間短縮しか示していない事で明かである、しかし試料径：50mmのもので、その厚さが30mmの場合、2分～2分30秒の時間短縮がある事は、比較的試料が大きく、含水比が高いときは、熱風の効果がある事を示すものである。

写真-1

(b) 貫入値については、試料径：30mmの場合、高周波のみと熱風併用の両者とも貫入値が乾燥の進むにつれて減少するのに対して50mmの試料径の時、高周波のみの場合ははじめ貫入値が増大する。これは水分の移動が行われた時、表面積が大きい為に水分が十分に蒸発できず表層部にたまっていることと、乾燥初期のため温度が低いことなどがその原因として考えられる。熱風を併用すれば、水分の蒸発が促進され、貫入値は時間の経過につれて減少する傾向を示す。

§.II 高周波発振器の取換

1. 装置 (50 W の発振器)

今までの高周波発振器 (500 W) では、土の内部温度が非常に高くなること、大きすぎることを考慮して出力：50 W の高周波発振器に取り換えた。写真-2 に示すように、下の箱型のものが高周波発振器とマッチング・ボックスの一体となつたものであり、陽極電流計は別にされている。乾燥器は昨年度のものを使用した。発振器の電源：単相 90～100 V、総入力：約 200 V・A、出力：連続 50 W、周波数：27.12 Mc である。

写真-2

2. 試料 (練り返した試料)

関東ローム(3)、(6)、(9)、粘土(2)について圧密整形試料をつくり、径：30mm、厚：5mm、10mm、20mm を高周波電流のみと熱風併用で、また径：30mm、50mm、厚：10mm、30mm を赤外線乾燥させた。

3. 実験 (方法および経過)

昨年度と同じ方法で実験を行つたが、殆んど絶乾状態に達しない前に乾燥を終つた。

次にローム(9)のみについて、高周波電流と熱風を併用させて実験を行い、同時に陽極電流・内部温度の変化を調べ、更に粘土(2)について、高周波電流のみで実験を行つた。

同じ試料について赤外線乾燥炉により乾燥を行つたが、その電球は 300 W のものが2個ついているものである。

4. 乾燥度・陽極電流・温度 (算定・測定・図示)

関東ローム(3)、(6)、(9)、粘土(2)について高周波電流のみで実験を行い、乾燥度・時間曲線を求めたが厚さ：5mm と 10mm のものはそれぞれ2個、厚さ：20mm のものは1個について実験をした。次に関東ローム(9)について高周波電流と熱風併用で実験を行い、乾燥度・陽極電流・試料中心温度一時間曲線を示したのが第5～7図である。乾燥度と陽極電流測定では厚さ：5mm と 10mm のものはそれぞれ2個、厚さ：20mm のものは3個について実験をした。温度測定は厚さ：20mm のもの1個について行つた。

粘土(2)について高周波電流のみで実験を行い、乾燥度・陽極電流・試料中心温度一時間曲線を求めたが、それぞれの厚さについて実験をした。

第5図

第6図

第7図

最後に関東ローム(3)、(4)、(6)、(8)、(9)、粘土(2)、砂(1)について赤外線によつて実験をし、乾燥度・時間曲線を求めたが、それぞれの径(30 mm、50 mm)、それぞれの厚さ(10 mm、30 mm)について1個ずつ実験をした。

5. 考 察 (検討)

(a) 50 W の高周波発振器を用いた場合、高周波電流のみを用いたときは、特に乾燥能率は悪く厚さ：5 mm の試料でも10分以上かかるが、熱風を併用しても厚さ：5 mm の場合 10 分、厚さ：20 mm のものは約 40 分で絶乾状態に達する。これはこの実験の中で最も乾燥し難い関東ローム(9)について言える。

(b) 陽極電流はある時刻に急に小さくなり、臨界電流とも言うべきものが存在する。試験個数が少ないのではつきりしないが、この臨界電流に対応する乾燥度は同じ土、同じ厚さの場合、一定値に近づく傾向がある。

(c) 試料中心温度は絶乾状態になるまで、大体 100°C を越えない。また試料厚が大きくなればなるほど温度は低くなる傾向がある。

(d) 赤外線乾燥炉では、絶乾までに、試料径：30 mm でその厚さ：10 mm の場合でも 40 分以上かかり、高周波電流と熱風を併用すれば、出力：50 W でも高周波乾燥の方が性能が良いようである。

§ III. 重量連続測定装置の製作

1. 装置 (100 W の発振器と乾燥器)

今までの装置では、測定間隔はせいぜい 30 秒までで、それより短かくする事は困難である。文献¹¹⁾にある直立型比重計の一例として振子桿を用いた製品(特許 144371 号発明者石塚駿)を改良して、写真-3, 4 に示すような装置を製作した。円弧状の金属に目盛が 0~45 g、0~15 g の2種つけてあり、その何れを用いるかは振子桿につけた重りによつて調整できる。その下部は乾燥器で、電極寸法：70 φ 円板、電極間隙：0~50 mm、電熱器：600 W、温度制御：110°C サーモスタット、であり、土の付着や放電を防止するために電極にテフロンを貼りつけてある。

最下部は高周波出力 100 W の発振器で、電源入力：単相 100 V 1.25 kVA、周波数：27.12 Mc、陽極電圧：2 kV、出力切換：2 段(低圧、高圧)切換となつている。

2. 試料(繰り返した試料)

関東ローム(4)、(9)、粘土(2)の3種について試料径：30 mm、厚さ：5、10、15、20、30 mm として実験をした。その場合、厚さを一定にするために真鍮の整形器を用いた。

3. 実験(方法および経過)

測定間隔は 10 秒とし、殆んど 0~45 g の目盛(精

写真-3

写真-4

第 8 図

第 9 図

第 10 図

度：0.05 g)を用いた。始め出力切換により低圧に調整し、関東ローム(9)について実験をし、次に高圧にして同様の実験を関東ローム(9)、粘土(2)について行つた。その場合の試料厚は 5~30 mm、各 1 個ずつである。更に関東ローム(4)、(9)について試料厚：5 mm、10 mm とし、それぞれ 4~5 個ずつ実験をした。以上の実験はすべて熱風併用の実験であり、殆んどが高圧の出力調整によるものである。

4. 乾燥度・含水比・乾燥速度・陽極電流(算定・測定・図示)

上記の色々な条件の下で、乾燥度・含水比一時間曲線、乾燥速度一時間曲線、陽極電流一時間曲線の 3 種をそれぞれについて図示した。その一例を示せば、第 8~10 図の如くである。

5. 考 察(検討)

中間報告であるために、色々と不完全・未検討の点が多いのであるが、現状では次のことが言える。

(a) 高周波出力：100 W で高圧に調整すれば、試料径：30 mm、試料厚：10 mm のものを 2~4 分で乾燥できる。それ以上の厚さになれば時間がかかるようである。

(b) 陽極電流・乾燥速度の急に減少する点には、かなり関連性が認められる。

結 以上でこの研究を終るが、§ III の問題について

は実験を始めたばかりであり、多くの試料についての確実な実験をつみ重ね、一方理論的検討を併行させながら、残された問題を解決すべく努力したいと考えている。

この研究は、建設省の研究補助金、文部省の科学試験研究費、東京都の私立学校教育研究に対する補助金によつておこなわれたものであり厚く御礼を申し上げる。

実験にあたっては、東大土質研究室の加藤茂助手、吉田喜忠助手、研究補手の大越義勝君、新妻忠雄君の御協力を頂いたことを記し謝意を表する。(1961.6)

参 考 文 献

- 1) 斎藤成文編：高周波加熱、昭 24 コロナ社
- 2) 山本 勇編：最新の高周波応用(1)、昭 23 CQ出版
- 3) 同 上：同 上 (2)、(3)、昭 29 コロナ社
- 4) 浅川美利：土の乾燥機構と含水量測定の比較実験、昭 33 土と基礎 No. 30
- 5) 最上武雄、川崎浩司：土の含水比の迅速測定、昭 34 日本建築学会論文報告集第 63 号
- 6) Takeo Mogami, Hiroshi Kawasaki : Quick Measurement of Moisture Content of Soil, 1960, Soil and Foundation Volume 1, No. 1
- 7) 最上武雄：土の乾燥(含水比の迅速測定)
川崎浩司：土木学会年次講演会梗概集(1)、昭 35
- 8) 最上武雄、川崎浩司：土の含水比の迅速測定、昭 35 土質工学会土と基礎第 40 号
- 9) 最上武雄、川崎浩司：土の高周波乾燥器の研究、昭 35 日本建築学会論文報告集第 66 号
- 10) 最上武雄：土質力学、昭 33 岩波書店
- 11) 服部敏夫：工業計測器、昭 30 技報堂
- 12) 岡 小天、中田 修：固体誘電体論、昭 35 岩波書店