

III-41 含水比自動測定装置による土の乾燥

東京大学工学部 正員 最上 武雄
同上 正員 〇川崎 若司

I. 装置：土の含水比迅速測定装置開発に関する経験と土壌試験自動化研究会に於ける検討とによつて、写真-1のような外観と図-1のような構成を持つ含水比自動測定装置を試作した。この装置の特徴は、第1に土の含水比を自動的に求め得ること、第2に乾燥過程における土の含水比変化を連続的に求め得ることなどであるが、その仕様を次に示す。1) 発振器；電源入力：1φ100V, 50/60c/s, 600VA, 出力：最大250W, 周波数：40.68 Mc/s, 寸法：540×350×330 mm, 重量：約35Kg, 2) 含水比測定部；電源入力：1φ100V, 50/60c/s, 100VA, 試料重量：7~12g, 含水比測定範囲：0~33%, 33~100%, 100~300%, 300~∞% (4段切換), 測定精度：全含水比スケール長の $\frac{1}{200}$, 寸法：500×380×370 mm, 重量：約30Kg。本装置の動作原理は次の通りである。棒秤の一端にある高周波電極中、テフロンリングに包まれた試料をおく。支束の反対側の所はマイクロメータと直結したスプリングをとりつけ、棒秤の他端近くには差動トランスの可動鉄心をとりつける。サーボモーターは、連動歯車を通じてマイクロメータおよびポテンシオメータを回転させる。発振器より送られてきた高周波電流は加熱電極に導かれて試料を加熱し、その内部の水分を蒸発させる。その時、棒秤のバランスがくづれ、その運動が棒秤に固着されている差動トランスに伝達され、その内部の可動鉄心を動かし、差動トランスの二次

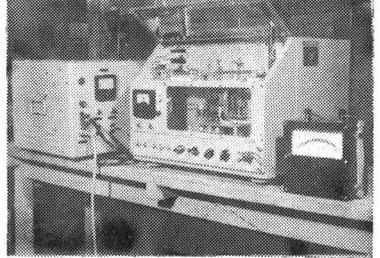


写真-1 装置外観図

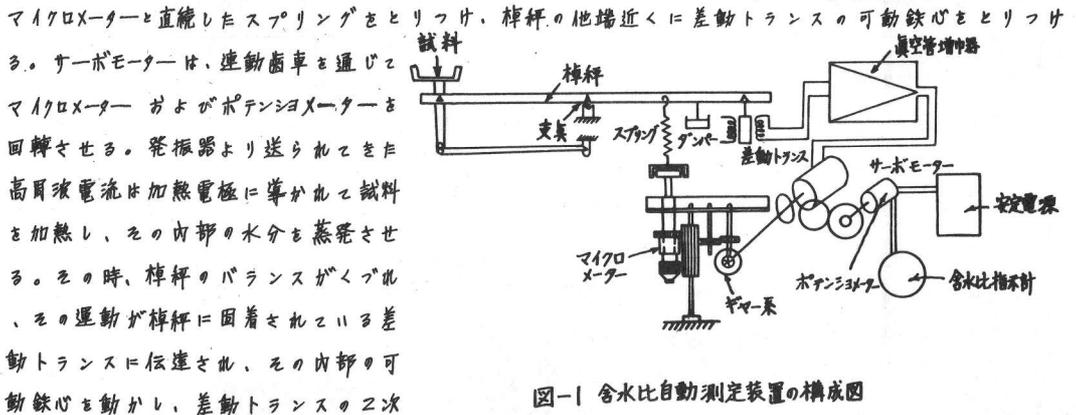


図-1 含水比自動測定装置の構成図

側には誘起された不平衡電圧を真空管増幅器によって増中させる。それによつてサーボモーターを回転させ、マイクロメータを動かすことによつてスプリングに変形を与えて棒秤のバランスを自動的にとる。その動作と関連して、マイクロメータの回転と連動するポテンシオメータが働き、出力電圧を変え、その出力電圧、つまり含水比を電圧計(含水比指示計)によつて直読できる。

II. 実験：先づ装置の調整および精度検討の予備実験を行つて、差動トランス位置の変更やポテンシオメータの取りかえおよび零位調整機構の改造などによつて、大体所期の精度が得られるようになったので、砂・ローム・粘土などについて次の方法・順序によつて実験を行つた。1) 測定含水比の信頼度検討：諸種の土の含水比をこの装置によつて測定したものと、乾燥前後による重量測定による計算含水比とを比較した。またポータブルドライヤーや恒温乾燥炉によつて求められたものとを比較を行ない、それと併行して試料中心部の温度測定(テンピルによる)や分銅による精度検討なども行つた。2) 連心器による試料調整：最大3000 r.p.m.の連心器と最大14000 r.p.m.のものを用いて、

一定時間のエネルギー付加によって、試料の含水比や密度を变化させたいものを作った。ただし試料の直径は27.4mm、厚さ10mmのもので、それをテフロンリングにこれをのこす遠心器のロットの中に挿入して回転させたいものとワイヤローがはらいで調整をした。

ii) 乾燥過程の土の含水比変化：遠心器をかけた試料とかけないものについて、陽極電流を130mAから160mAまで変化させながら、諸種の土の乾燥過程における含水比指示計の読みを10秒ごとに記録した。その指示値から、それぞれ測定時の蒸発水量を求め、測定前後の重量変化によって土の重量を求め乾燥度・乾燥速度・乾燥時間などの関係と図示した。また正規確率紙および対数正規確率紙によって乾燥度・乾燥時間曲線の分布性を検討したが、その1例を図-2に示す。ii) 乾燥過程の土の強度変化：ポータブルドライヤーによって、土の含水比を数種に調整して、一軸圧縮試験機によって、試料（径：27.4mm、厚さ：10mm）の両面を鉛直にして引張応力による破壊実験を行なった。ただし試料は乾燥によって変形するので、それぞれ形状を測定しながらロームと粘土について、この力学試験を実施した。v) 含水比のバラツキ測定：格子状の鉄枠を作り、30mm平方の面積と厚さ10mmの試料を25個作り、試料条件をいろいろに変えて実験をした。

○---○ 砂 24.4%
 ×---× ローム { 112.5%
 { 117.0%
 ●---● 粘土 { 130%
 { 138%

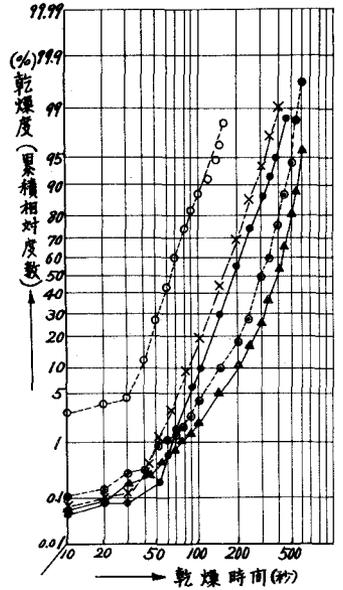


図-2 各種の土の乾燥曲線による分布判定図

III. 考察：i) 含水比の信頼度：本装置による測定含水比と重量変化計量による算定含水比との間には、約3%の誤差があるが含水比のバラツキを考慮すれば実用上之の程度でさしつかえはないと考えられる。ii) 乾燥法による含水比の差：数種の土について、本装置、ポータブルドライヤーおよび恒温乾燥炉を用いてそれぞれを求めたが、ある土にはかなりの差が認められる。図-3はロームについて、陽極電流をいろいろにかえて、試料中心温度の変化をテンプルによって測定したものであるが、110mAでは絶乾時において100°C前後である。この陽極電流によって試料を乾燥させれば恒温乾燥炉と近似の含水比が得られるようである。粘土においてはこれに相当する陽極電流は150mAとなるようである。iii) 分布の判定：正規確率紙上に乾燥曲線をかくと砂とロームは曲線性、粘土は直線性を示すが、対数正規確率紙上では図-2のようにその関係が逆になる。今般、多角的・統計的に検討してみたいと思う。

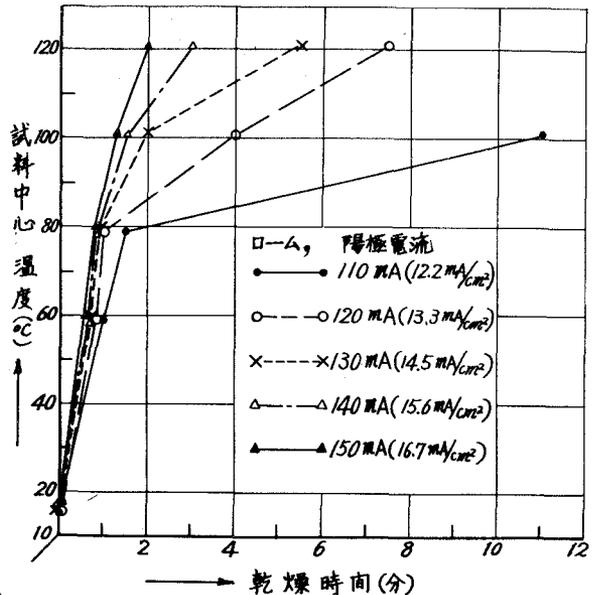


図-3 諸種の陽極電流に対応する試料中心温度

ii) 分布の判定：正規確率紙上に乾燥曲線をかくと砂とロームは曲線性、粘土は直線性を示すが、対数正規確率紙上では図-2のようにその関係が逆になる。今般、多角的・統計的に検討してみたいと思う。