

東海大学工学部 正員 極 檀 邦夫
 パシフィック航業(株) 〃 田浦 秀春
 東海大学工学部 〃 君島 博次

1 まえがき

従来より地盤の含水状態を同時広域的に、あるいは経時的、数量的にマクロに調査する有効な手法の開発が待たれていた。筆者らは赤外線温度を用いた基礎的な実験を室内で行ない、含水比、土色等の影響については報告した⁽¹⁾。本研究では、これらの成果を踏まえて、野外で、粘性土の含有率および含水比を段階的に変えた実験用土壌を供試体として、赤外線温度と写真映像(フィルム濃度)を測定し、単独または組合せた結果から土壌含水比調査の可能性を探った。

2 実験用土壌

実験用土壌は、関東ローム(神奈川県平塚市)と豊浦標準砂を用い、混合割合を6種類とした。関東ロームは炉乾燥後5mm網フルイを通した。含水比は、飽和度0%から100%までを目標として、その向を8段階に調整した。

これをベニヤ板製の箱(内側寸法189×189×98mm, 防水ペイント塗装)に、表面をなるべく均等にかつ自然状態に近く仕上げるために、静的圧縮(1Kg/1cm²)を加えて供試体を作成した。実験用土壌の物理的性質を表1に示す。

表1 実験用土壌の物理的性質

NO.	混合比	平均 比重	平均 乾燥密度	74 μ m 通過率
A	100:0	2.746	0.673	34.1
B	80:20	2.750	0.778	30.7
C	60:40	2.700	0.869	20.6
D	40:60	2.690	1.035	17.1
E	20:80	2.657	1.167	8.1
F	0:100	2.612	1.374	2.3

混合比=関東ローム:標準砂

3 実験装置および方法

供試体は実験棟屋上にベニヤ板を敷きその上に並べた。補正用の硫酸バリウム塗布の標準白色板、黒色板、グレースケール等も側に並べた。写真映像は高さ3mから鉛直下に撮影し、赤外線温度は高さ2.2m、距離4mで太陽を背にして斜めに測定した。含水比は1ステップ約20分間の直前直後に測定し平均値を採った。

写真映像はハッセルブラッド(500EL)とキャノンFTbに、パンクロ、ナチュラルカラー、赤外カラーフィルムを入れ撮影した。

赤外線温度はキャノンサーマルカメラCT-4B(最大感度波長5 μ m, 検出温度差0.1 $^{\circ}$ C/30 $^{\circ}$ C, 水平分解能400画素/1走査線)により、フィルム濃度は光電濃度計(マクベス)を用いて測定した。

4 実験結果および考察

4.1 含水比と赤外線温度、フィルム濃度および74 μ m通過率との関係

図1に供試体A~Fの含水比と赤外線温度との関係を示す。いずれの供試体の場合でも、赤外線温度の低下は、含水比の増加にほぼ直線的に比例している。両者の回帰式は一次式で表わされ、相関係数 r は0.986~0.995と1に近い値を示している。

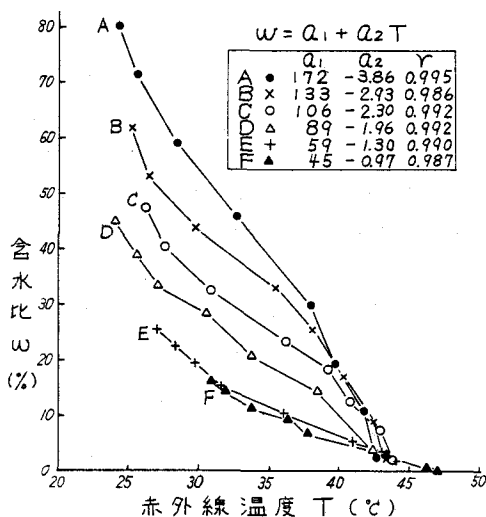


図1 含水比と赤外線温度

また、A～Fの各供試体の勾配が顕著に異なっているのは、土壌の74μm通過率と相関があり、74μm通過率の減少に比例して勾配も小さくなる傾向にある。(表1参照)

含水比が0%付近では各供試体の赤外線温度は約44℃に集まり、土の種類、土色、密度、表面粗さなどが赤外線温度に及ぼす影響は比較的小さいことを示唆している。

図2に含水比とパンクロネガフィルムの透過濃度の関係を示す。両者は直線的関係を示さず、S形曲線や指数曲線に近い曲線となっているが、一次回帰式の相関係数 r は0.833～0.966と意外に大きい値である。

含水比 w と赤外線温度 T およびフィルム濃度 D の線形重回帰分析を行なった結果、次の回帰式を得た。

$$w = a_1 + a_2 T + a_3 D$$

係数 a_1, a_2, a_3 は74μm通過率 Q と相関が高いようなので、関数を線形とみなして計算した結果は次のとおりである。

$$a_1 = 36.8 + 2.90 Q \quad (r = 0.94)$$

$$a_2 = 0.577 - 0.109 Q \quad (r = 0.98)$$

$$a_3 = 7.58 + 1.43 Q \quad (r = 0.87)$$

従って、最終的に w は T, D, Q の関数で表わされ次の一般式が導かれる。

$$w = K_0 + K_1 T + K_2 D + K_3 Q + K_4 TQ + K_5 DQ$$

実験で得た48組のデータにより、重相関係数を計算すると $r = 0.902$ となった。

従って、含水比 w は赤外線温度 T 、フィルム濃度 D 、74μm通過率 Q を測定すると求められるものと考えられる。

4.2 飽和度と赤外線温度

図3に全供試体の飽和度と赤外線温度の相関を示す。

飽和度は土の空隙に占める水分量を百分率で表わしたものである。図から、関東ローム、標準砂、その中向混合土のいずれの土でも、飽和度と赤外線温度は一本の直線上に分布していることがわかる。

飽和度と土壌表面の水分面積とが一次比例するものとみなすと、飽和度の増加に伴う赤外線温度の低下は、水分の赤外線吸収作用によるものと考えてよからう。

5 あとがき

本研究は関東ロームと標準砂を供試体とした実験から ①含水比は赤外線温度、フィルム濃度、74μm通過率の3者を測定すれば推定できる。②粘性土含有率の異なる土壌でも、飽和度と赤外線温度は $Sr = a_0 + a_1 T$ なる比例関係にある。と考えられる結果を得た。今後、現場の土壌を採取し実験する計画である。

終りに実験に協力戴いた パシフィック航業：横山利晴、力丸厚 東海大学生：田龍孝高、宮崎勉、藤本哲男 鈴木弘幸、津又井政嗣、砂子邦弘の諸氏に厚く謝意を表する。

参考文献 1) 極種、渡辺、君島 赤外線カメラによる土の含水量の推定(1) 第32回土木学会講演会
2) 極種、渡辺 赤外線カメラによる土の含水量の推定(2) 第33回土木学会講演会

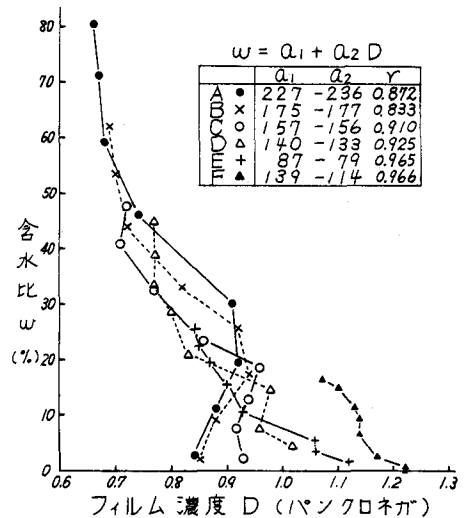


図2 含水比とフィルム濃度

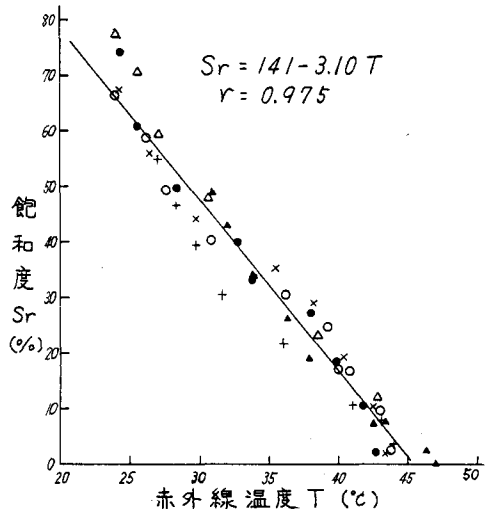


図3 飽和度と赤外線温度