

電気探査法による地盤内の含水比分布予測に関する室内模型実験

九州工業大学大学院	学生会員	○ 小林 睦
九州工業大学工学部	正会員	廣岡 明彦
九州工業大学工学部	正会員	永瀬 英生
九州工業大学工学部	非会員	梶原 誠也

1. はじめに

斜面崩壊を事前に予測するためには、その要因の一つである含水比の変化を容易に、かつ正確に予測する必要がある。そこで、本研究では均質な模型地盤を作製して加水実験を行い、比抵抗法(Wenner法)を用いた簡易的な地盤内含水比分布予測手法の確立に資する知見を得ることを目的とした。以前より電気探査法は地下水探査に用いられているが、ここで模型地盤にて実験を行うのは、実際の地盤は複雑な構造をしており、その工学的性質を十分把握した上で探査を実施することが極めて困難だからである。

2. 実験方法

実験に用いた試料は、九州工業大学々内の建設残土であり、その物理的性質としては、比重が2.674で図-1に示すような粒度分布を有している。これは、統一分類法によると比較的粘土分を多く含むシルト質砂である。

図-2に模型地盤の概要を示す。模型地盤は地下水上昇を想定して、土槽下部より全層が飽和に至るまでの水量の1/5を1回分として加水を行い、水を浸透させるために1日以上放置した後、Wenner法により比抵抗値を測定する。模型地盤の初期状態は締固めの施工性および含水比を変化させた時の比抵抗値の変化量から含水比 $w=15.5\%$ 、間隙比 $e=0.78$ 、飽和度 $S_r=60\%$ とする。また、比抵抗値測定の際の電極間隔 a は4~24cmまで2cm間隔で広げていき、その際の電流値および電圧値を測定し(1)式により比抵抗値を算出し ρ - a 曲線を求める。ここで、比抵抗値の問題点の一つである再現性の問題を解消するために比抵抗値は各実験ケース毎に複数回測定し、その平均を取って ρ - a 曲線を求める。その後に深さ方向に10cm程度の間隔で測定した含水比を用いて解析結果と比較する。なお、解析には一般的なSundbergの2層標準曲線、Hummelの補助曲線を用いて各層の比抵抗値を求め、比抵抗値と含水比の関係から地盤内の含水比分布を予測する。さらに、比抵抗値と含水比の関係を明らかにするため、7.0×7.0×9.0cmの亚克力性の箱の両端に電極を設け、模型地盤と同様の間隙比のもとに含水比のみを変えその間の抵抗を測定し(2)式より比抵抗値を求めた。その関係を図-3に

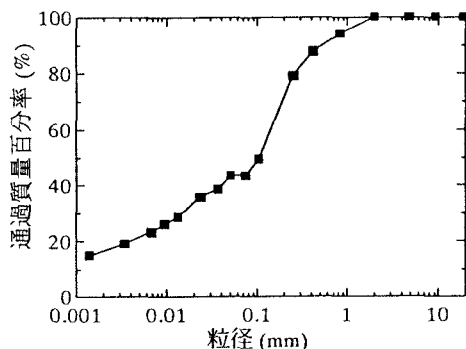


図-1 粒径加積曲線

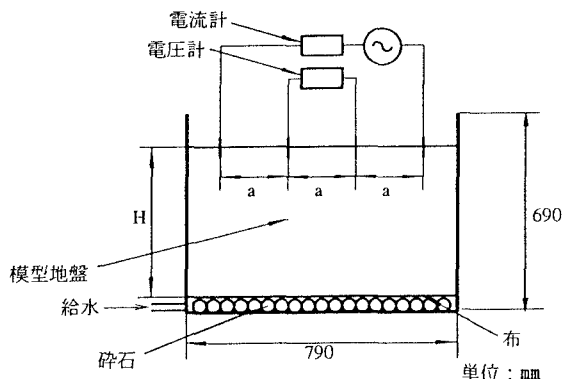


図-2 模型地盤寸法および比抵抗測定回路

示す。

$$\rho = 2\pi a \times \frac{E}{I} \quad (\Omega \cdot m) \quad (1)$$

$$\rho = R \times \frac{S}{l} \quad (\Omega \cdot m) \quad (2)$$

ここで、(2)式において S : 電極面積、 l : 電極間隔である。

3. 実験結果および考察

実験結果の代表的な例として模型地盤の層厚 $H=30\text{cm}$ における 1 回目加水 24 時間後の比抵抗測定結果を図-4 に、含水比測定結果および解析結果を図-5 に示す。参考までに加水前の ρ - a 曲線も図-4 中に示してある。

図-4 の ρ - a 曲線を用いて解析を行った結果、この模型地盤は $H=15\text{cm}$ を境界とした $\rho_1 = 46(\Omega \cdot m)$ 、 $\rho_2 = 35(\Omega \cdot m)$ の水平 2 層構造であることが推測できる。この解析結果より得た各層の比抵抗値と図-3 から地盤内の含水比分布を予測し測定結果と比較すると、1 層目は $w_1=13\sim 15\%$ となり実測値より若干小さくなる結果となった。ここで、図-4 から分かるように電極間隔の小さいところでは加水前と加水後では比抵抗値は殆ど変化していないことから、地盤上層部の含水比は初期状態からあまり変化していないと推察される。また、2 層目は $w_2=15\sim 18\%$ となりこちらも実測値より小さめの結果となった。しかしながら、1 層目のように含水比の予測範囲の大きいところをとれば $w_2=18\%$ となり 2 層目全体の平均値となることが分かる。また、図-5 のように含水比予測範囲が比較的幅を持つのは図-3 を見ても明らかのように、測定結果にばらつきがあるために、それを考慮して得られた解析結果であることによる。ここで、解析方法の都合上、電極間隔の最大が $a=24\text{cm}$ であるため、深さ方向 $z=24\text{cm}$ 以深は解析不可能となるということを付け加えておく。このように、地盤下層の含水比が大きくなったという傾向は的確に捉えていると言える。

4. まとめ

本研究では、比抵抗値と含水比の関係を正確に把握した上で、比抵抗法による地盤内の含水比分布の変化を予測することを目的とした。その結果、均質な材料で構成される地盤において地下水上昇に伴う含水比分布の変化を、多少の誤差はあるものの的確に捉えられた。

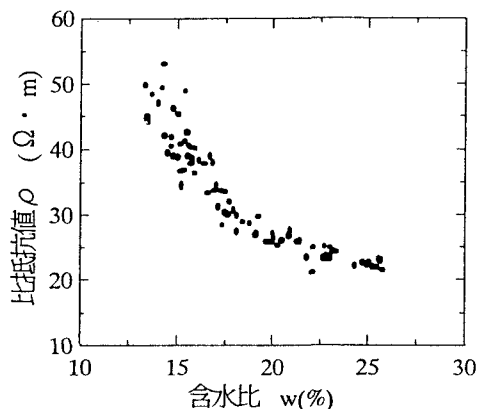


図-3 比抵抗値と含水比の関係

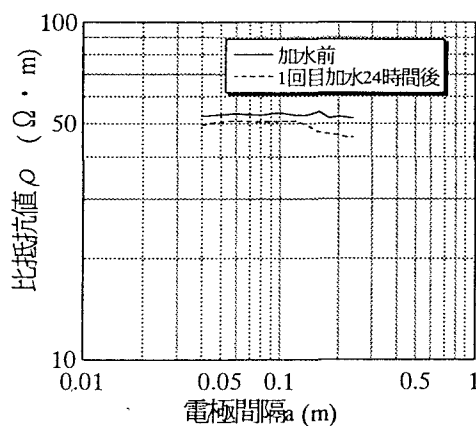


図-4 ρ - a 曲線 ($H=30\text{cm}$)

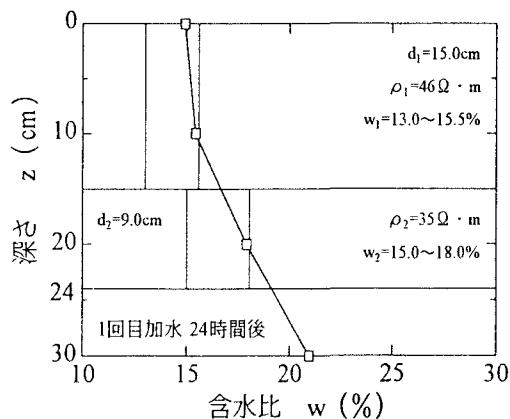


図-5 実測値と解析結果の比較