

Ⅲ-A375

比抵抗法を用いた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 永瀬 英生
福岡県(元九州工業大学工学部) 梶原 誠也

1. はじめに

以前から、電気探査法は地下水探査に用いられてきた手法であるが、実地盤は複雑な地層構造をしているため、それらの工学的性質との関連付けが極めて困難である。そこで、筆者らは比抵抗法を用いた簡易的な地盤内の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て、比抵抗値と含水比の関係を明らかにした上で均質な地盤を作製し、これに加水を行い、比抵抗値ならびに含水比を測定するという模型実験を実施してきた。以下、これについて報告する。

2. 実験方法

実験に用いた試料は、九州工業大学内の建設残土であり、比重が2.674の比較的粘土分を多く含むシルト質砂である。

模型地盤は締固めにより作製し、その初期状態は、含水比 $w=15.5\%$ 、間隙比 $e=0.69$ 、飽和度 $S_r=60\%$ とする。実験方法は地下水上昇を想定して、土槽下部より加水を行い、1日以上放置した後、Wenner法により比抵抗値を測定する。比抵抗値は(1)式により算出し、その後に深さ方向に10cm程度の間隔で試料を採取し含水比を測定する。なお、実験システムおよび実験方法の詳細は参考文献¹⁾を参照されたい。さらに、比抵抗値と含水比の関係を明らかにするため、 $7.0 \times 7.0 \times 9.0 \text{ cm}$ の供試体を作製し、そ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 R を測定し(2)式より比抵抗値を求めた。この $e=0.69$ における真の比抵抗値と含水比の関係を図-1に示す。

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

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

図-1によると、真の比抵抗値の測定結果にばらつきが見られ、含水比が小さくなるほど同一含水比における比抵抗値のばらつきがより顕著に現れている。この原因として、比抵抗測定箱の寸法が小さく、締固めの施工上供試体を均一に作製することが難しく、供試体と電極板との有効接触面積が測定毎に異なり、含水比の減少とともにこれが顕著になることが挙げられる。

含水比分布予測の代表的な例として、層厚 $H=30 \text{ cm}$ の模型地盤の実験ケースにおける加水前および1、2回目加水24時間後の測定結果を取り挙げる。また、他の実験ケースと比較するために $H=27 \text{ cm}$ のケースにおける1回目加水24時間後についても併せて、図-2にこれらの比抵抗測定結果である ρ - a 曲線を示す。

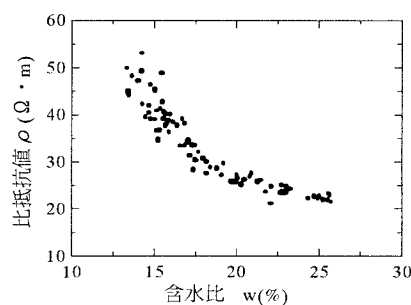
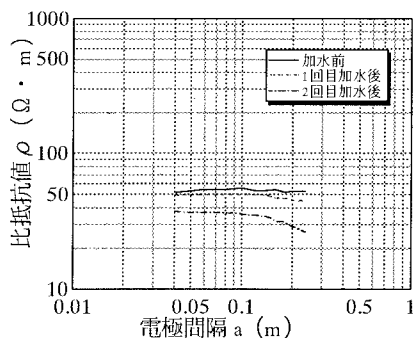


図-1 比抵抗値と含水比の関係

図-2(a) ρ - a 曲線 ($H=30 \text{ cm}$)

電気比抵抗、含水比、地下水位、模型実験、浸透

〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町1-1 Tel 093-884-3111 Fax 093-884-3100

図-2(a)の ρ - a 曲線を用いて解析を行った結果、 $H=30\text{cm}$ における1回目加水後の場合では、この模型地盤は層厚 d_1 、 d_2 がそれぞれ15.0、9.0cmの水平2層構造であるとみなすことができる。この解析結果より得られた各層の比抵抗値と図-1から地盤内の含水比分布を予測したものが図-3である。これより、実際の含水比分布は予測範囲とほぼ合致する結果となった。また、2回目加水後の場合では、図-4に示すようにこの模型地盤は層厚 d_1 、 d_2 、 d_3 がそれぞれ5.5、7.5、11.0cmの水平3層構造とみなされる。この解析結果より得られた各層の比抵抗値を用いて前述のような予測を行うと、こちらも前回と同様に予測範囲は実際の含水比分布と良い一致を見せている。さらに、それぞれの ρ - a 曲線と比較すると、1回目加水後については、 $a=14\text{cm}$ まで ρ は一定でおかつ変曲点を越えてもまた ρ はほぼ一定の曲線である。これに対して2回目加水後については全体的に比抵抗値は小さくなっており、電極間隔が広がるにつれて右下がりの傾向が見られる。これより、加水に伴う地盤内の、特に地盤深部の含水比が増加したということが推測される。これは、図-3、4の解析結果を比較しても見られる傾向であり、すなわち、加水に伴う地盤内の地下水面上昇という現象を解析結果が的確に捉えているといえる。

次に、 $H=27\text{cm}$ における1回目加水 (図-2(b)) については、この模型地盤は層厚 d_1 、 d_2 、 d_3 がそれぞれ4.0、7.0、13.0cmの水平3層構造とみなすことができる。この解析結果をもとに前述のような操作を行ったものを図-5に示すが、これも予測範囲は実際の含水比分布と良い一致を見せている。ここで、1回目加水に関して、模型地盤の高さの違いが解析結果に与える影響について比較すると、両者は ρ - a 曲線、予測含水比分布ともども異なった形状を有している。しかしながら、含水比分布の予測については両者とも実測値と良い一致を見せている。このように模型地盤の高さ、および地下水の浸透状況が異なる二つの実験ケースにおいても含水比分布を良い精度で予測でき、これにより地下水面上昇という現象を的確に捉えることができた。

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試みた。その結果、均質な材料で構成される地盤において地下水面上昇を想定した加水に伴う含水比分布の変化を、相違なる浸透状況においても実測値と予測値は比較的良く一致しており、地下水面上昇という現象を的確に捉えられたものと考えられる。

<参考文献>1)小林ら：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、第33回地盤工学研究発表会、1998

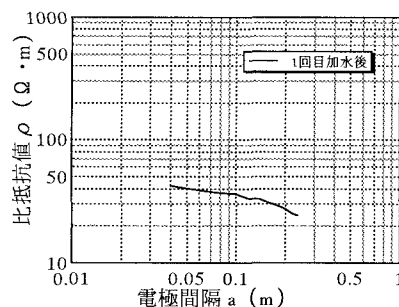


図-2(b) ρ - a 曲線 ($H=27\text{cm}$)

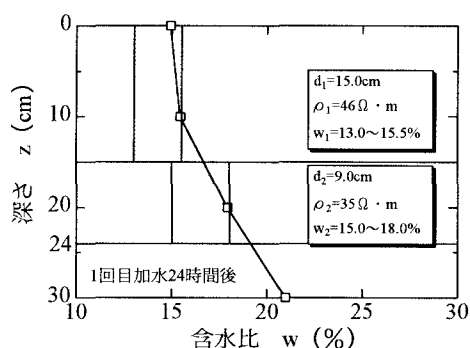


図-3 実測値と解析結果の比較

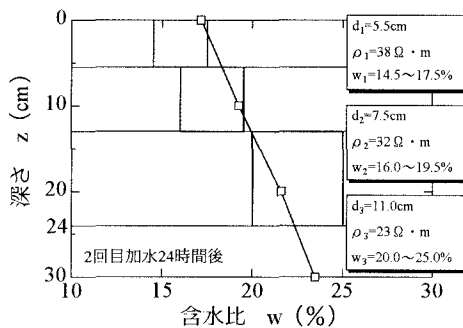


図-4 実測値と解析結果の比較

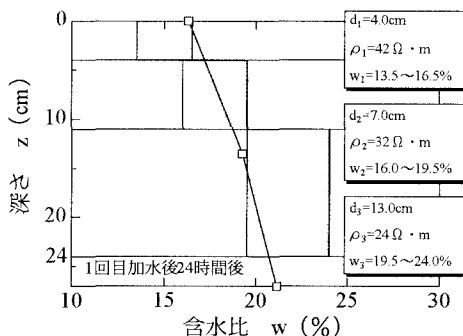


図-5 実測値と解析結果の比較