

電気比抵抗コーンによる河川堤防地盤の電気比抵抗の深度分布

京 都 大 学

フェロー

三村 衛

学生会員

宇野匡範

(財)地域地盤環境研究所

フェロー

岩崎好規

ソイルアント・ロックエンジニアリング(株)

正会員

○吉村 貢

1. はじめに

河川堤防地盤の安全性評価の一環として統合物理探査の手法が適用されている。この手法の1つの柱である電気探査では堤体の電気比抵抗分布が求められている。地表に発信・受信部を配置することから、地盤深部の探査には限界があり、また、地盤の地層構成変化のみならず、材料の物理性状変化、特に水分変化に応答する。これらから生じる測定結果の揺らぎ・バラツキによって、結果の解釈には経験が必要なケースがある。筆者らは得られる電気比抵抗値と別途、代表点で実施する地盤構造調査から堤体の地盤構造モデルを構築する手法の開発を検討している。この一環として、地盤のサウンディング手法の1つである静的コーン貫入試験(CPT)に組み合わせる電気比抵抗コーンプローブ(図-1)を適用して、地盤深度方向の電気比抵抗を調べた。別途実施した室内実験^{1), 2)}と比較して得られた電気比抵抗分布を検討した。現場調査は図-2に示す木曽川の右岸25kp付近で実施した。

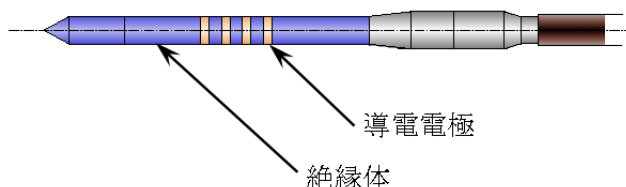


図-1 電気比抵抗コーンプローブ



図-2 調査位置

2. 電気比抵抗分布

堤体断面について実施した電気比抵抗コーン貫入試験の結果を、同時に実施したRI-CPT(RIコーン貫入試験)から推定した土性柱状図と共に図-3に示す。地下水位以下で見ると粘性土の領域で電気比抵抗が小さく、

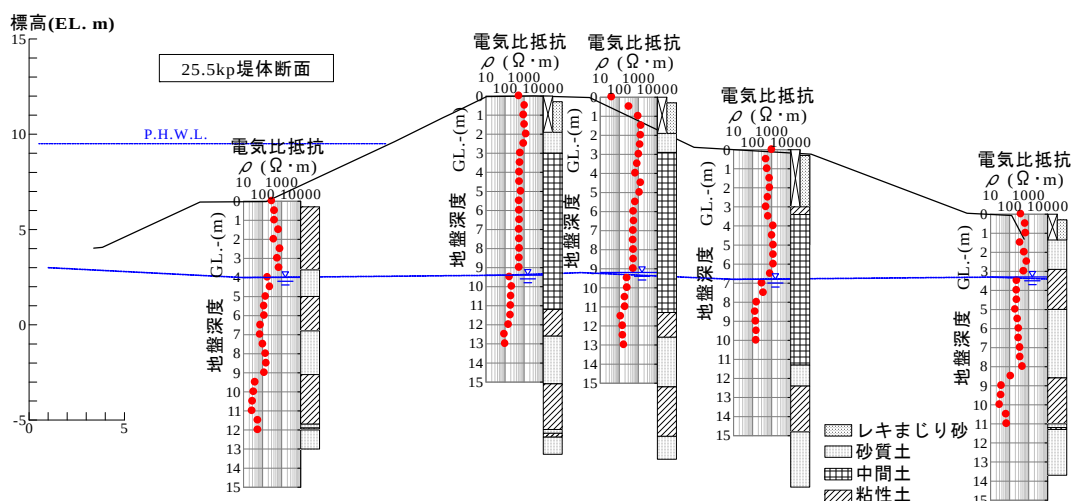


図-3 木曽川右岸25.5kpの堤体内の電気比抵抗の分布

砂質土でやや大きいという特徴を示している。また、同じ土性であっても地下水面深度の上下で電気比抵抗が変化しており、地下水位以深の方がやや大きい。これは地盤材料中の水分量を反映したものと考えられる。

キーワード 電気探査, 電気比抵抗, コーン貫入試験, 堤防

連絡先

〒561-0832 大阪府豊中市庄内栄町2丁目21-1 ソイルアント・ロックエンジニアリング(株) TEL. 06-6331-6031

3. 地盤材料の水分と電気比抵抗の関係

木曽川、紀ノ川、由良川で採取した試料を、含水比をパラメータとして締め固めた (JIS A 1210) 上で電気比抵抗を測定する実験を行った。過去には前世紀の半ば以降、岩石試料の電気比抵抗測定を多くの研究者が行っている。中でも Archie(1942)³⁾は間隙率 n が 10~40%の比較的大きい砂岩に、20~100g/l (約 2~9%) の塩化ナトリウム(NaCl)溶液を間隙水として電気比抵抗の測定実験を行い、電気比抵抗と間隙率 n (原文は ϕ)、飽和度 S_r (同 S)、および間隙水の電気比抵抗 ρ_w の関係を Archie の式 (1) で表した。

$$\rho_R = a \cdot (\phi/100)^m \cdot (S_r/100)^n \cdot \rho_w \quad (1)$$

ここに、 ρ_R :岩石の比抵抗

ϕ :間隙率(%)

S_r :飽和度(%)

ρ_w :間隙水の電気比抵抗

a :迂回係数=0.5~2.5(砂岩)

m :膠結係数=1.3~2.5

n :飽和係数=2

式 (1) は飽和度が大きくなると電気比抵抗が低下し、その関係は飽和度を横軸、電気比抵抗を縦軸にとった両対数グラフ上で右下がりの直線となる関係である。係数 a , m , n をすべて 2 とした場合の計算値を、実験値と共に図-4 に A 線 (B 線は間隙水の電気比抵抗が A の 10 倍) で示す。Archie の式が直線であるのに対し、実験値は下に凸の曲線を示している。これは Archie が、間隙が変化しない岩石 (砂岩) を用いたのに対し、地盤材料は締め固めて供試体を作成したため間隙が変化し、それは含水比と乾燥密度の関係を示す締め固め曲線が山型 (間隙率は逆に谷型) となるためと考えられる。

4. 考察とまとめ

図-4 に示した木曽川材の実験データを両対数に関して二次式で回帰した。結果は図-4 に示した。相関係数は 0.9973 である。得られた回帰式を用いて、RI-CPT で得られた飽和度の深度分布から電気比抵抗の分布を算定した。結果を図-5 に示す。測定値と計算値はほぼ一致しており、室内試験結果を適用した飽和度の深度分布から電気比抵抗の分布が推定できる可能性が示された。

5. あとがき

本研究は、国土交通省河川技術評価委員会において採択された研究課題「電気探査および統合型貫入試験による堤防断面土質モデルの構築に関する技術開発」の一部である。また本試験の実施に当たって、国土交通省中部地方整備局河川部河川計画課、木曽川上流河川事務所調査課の各位にご指導いただいたことに深く感謝する。

参考文献 1) 宇野ら：電気比抵抗測定装置の開発と地盤材料への適用に関する基礎的研究、平成 27 年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集 (投稿中), 2015.5. 2) 宇野ら：電気比抵抗測定試験装置の開発と河川砂を用いた基礎的実験、第 60 回地盤工学研究発表会講演集 (投稿中), 2015.9. 3) Archie, G.E.: The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics, Trans.AIME, 146, pp.54-62, 1942.

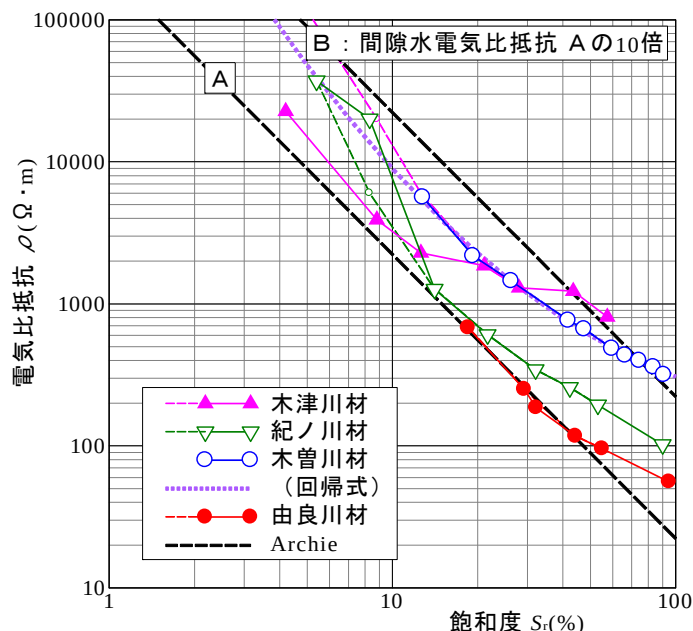


図-4 飽和度と電気比抵抗の関係

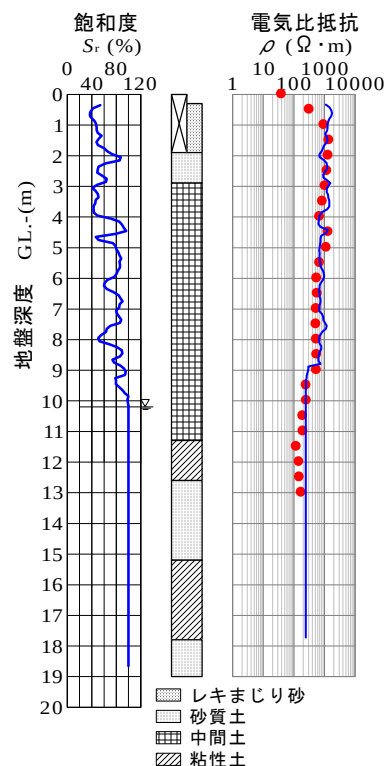


図-5 測定値と計算値の比較