電気比抵抗コーンによる河川堤防地盤の電気比抵抗特性の検証

京 都 大 学　　フェロー　　三村　衛
(財)地域地盤環境研究所　　フェロー　　岩崎好規
ｿｲﾙｱﾝﾄﾞﾛｯｸｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ(株)　　正会員　　○吉村　貢

はじめに

地盤探査の手法としての表面電磁探査は非破壊であること，広範囲を比較的迅速に評価できることから河川堤防の地盤調査などに適用されている。図-1 のような電気比抵抗のコンターマップに調査結果が整理されるが，これから調査断面の地盤材料構成や電磁気応答に影響する水分賦存状態を読み解くことはなかなか難しい。というのも，電気比抵抗は，a)砂質土で大きく粘性土で小さい，b)水分が多いほど小さくなる，が定性的に述べられているに過ぎないことによる。このような事情の下，筆者らは表面電気探査の結果と，RI-CPT による地盤土層構成とを比較検討し，電気比抵抗コンターマップの解釈方法を検討している。

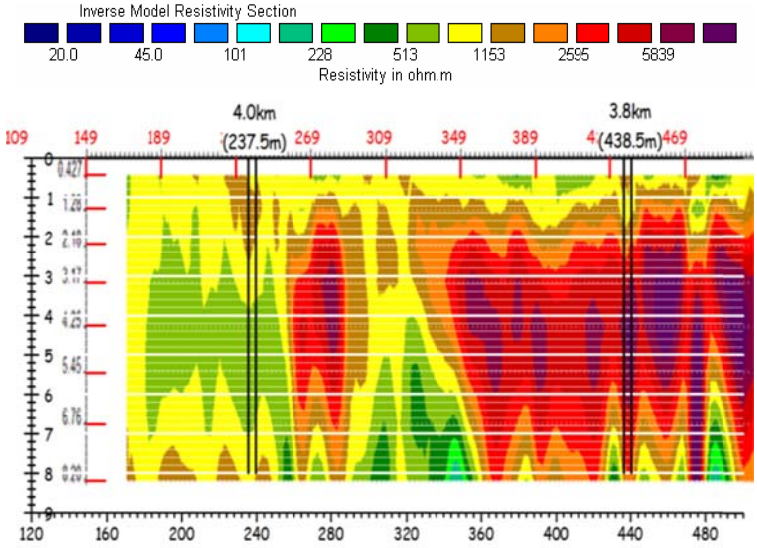

図-1　電気比抵抗コンターマップの一例

この一環として，地盤中の電気比抵抗を直接測定するコーンプローブを製作して，貫入試験を実施した。電気比抵抗測定結果に与える塩分の影響を調べる目的で，塩水くさびが侵入する河口付近と，塩水の影響がない河口から約 40km 上流の 2 か所で試験を実施した。その結果，間隙水中の塩分の影響が明らかなデータが得られた。

1. 電気比抵抗コーンプローブ

電気比抵抗コーンはCampanella, R.G.ら[1)]がコーン貫入中の砂質土のダイレイタンシー挙動を検討する目的で適用したことを報告している。その後，我が国においても福江ら[2)]が土壌汚染物質の賦存状態について適用を報告している。これらの一般構造は，絶縁体中に 4 つ以上の電極を配置して，外側 2 極に高周波電流を与え，内側 2 極で抵抗を測定する，4 極ウェンナー法を適用している。これらを模倣して図-2 のようなプローブを製作した。測定値である電気抵抗 $R(\Omega)$と比抵抗 $\rho(\Omega\cdot m)$との関係は，比抵抗値が既知である所定の濃度の塩化カリウム溶液を用いて校正した。校正結果を図-3 に示す。

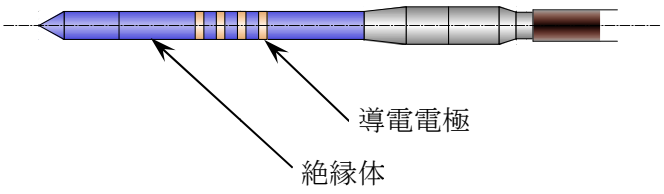

図-2　電気比抵抗コーンプローブ

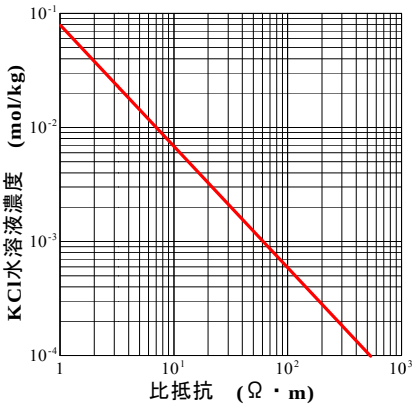

図-3　校正試験結果

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　ｿｲﾙｱﾝﾄﾞﾛｯｸｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ(株)　TEL.　06-6331-6031

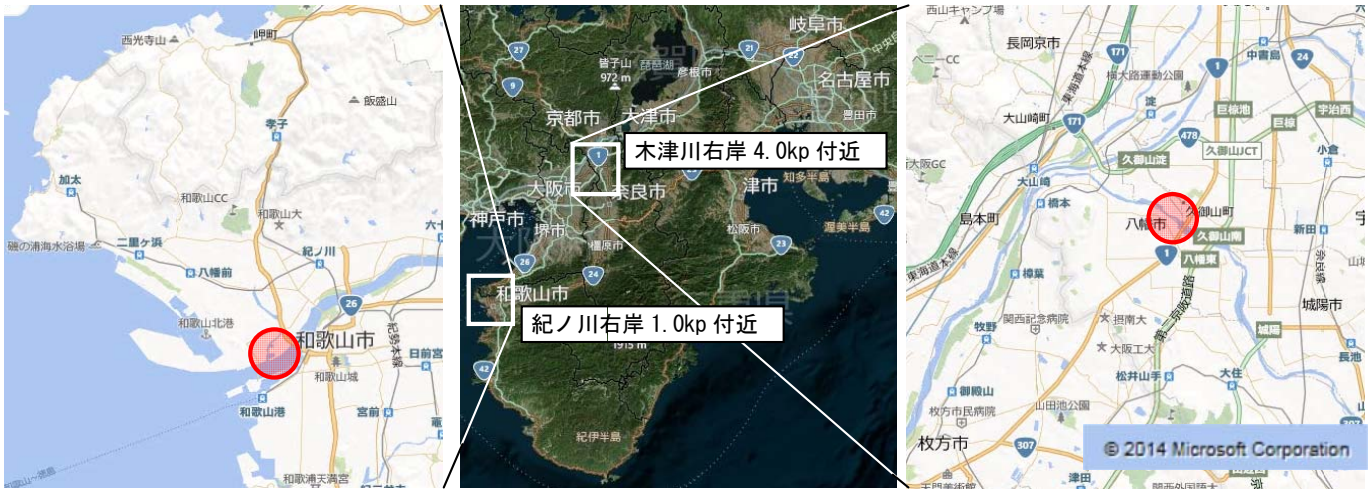

図-4　試験位置

2. 試験位置

木津川と紀ノ川の河川堤防付近において電磁探査，RI-CPT を含む統合型貫入試験を実施した。2 地点の位置を**図-4** に示す。紀ノ川の試験地点は河口から約 1km で河川水位が潮位の影響を受ける「感潮域」にあり，地盤中にも塩水くさびが侵入していると考えられる。地盤は四万十帯など含む日本外帯の堆積岩類・変成岩類を母岩とする砕屑物からなる砂泥から構成されると考えられる。木津川の試験地点は大阪湾に注ぐ淀川の河口から約 40km に位置し，海水の影響は皆無である。地盤は，木津川の流域に広がる領家帯の花崗岩類を母岩とする硅質の砂泥と考えられる。電気伝導度は硅質，つまり石英質でかなり小さく，前者より後者の方が電気比抵抗は大きいと考えられる。

3. 試験結果

紀ノ川右岸の 0.8kp と 1.4kp，および木津川の 4.0kp と 4.2kp の電気比抵抗コーン貫入試験の結果を**図-5** に示す。紀ノ川の 2 点は川表側，木津川の 2 点は堤防の川裏側で実施している。いずれの地盤も砂質土である。

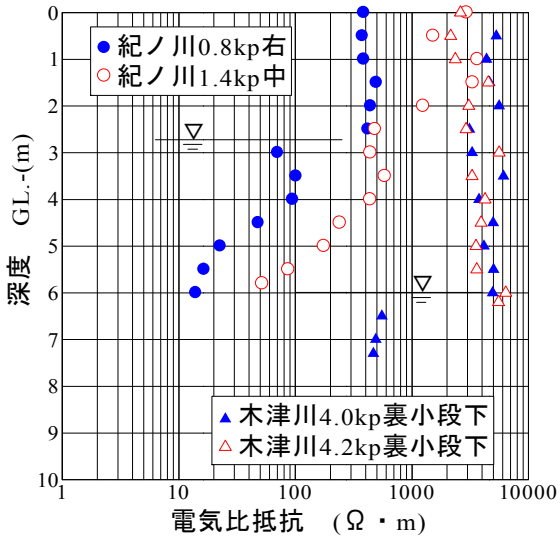

図-5　電気比抵抗コーン測定結果

紀ノ川では不飽和領域の電気比抵抗は 400 Ω･m，飽和領域では深くなるほど電気比抵抗が小さくなる。つまり導電性が大きくなることを示している。これは間隙水中の塩分が深いほど高いと考えると理解でき，塩水くさびが侵入していることと調和的である。また，紀ノ川の 2 点では上流に位置する 1.4kp の方が飽和領域の電気比抵抗が大きい。これも塩水くさびの影響と考えられる。

木津川では不飽和領域の電気比抵抗は約 5000 Ω･m と，紀ノ川より 1 オーダー大きい。地盤の構成鉱物として石英粒子を多量に含み，電気を通しにくくしていると考えられる。飽和領域のデータが少なく，確定的には言い難いが，飽和領域においても紀ノ川とは 1 オーダー以上の差違があること，深さ方向の変化が小さいことが指摘できる。木津川の堤防地盤の電気伝導度が小さい。このことから土中水の電気比抵抗を測定したところ，木津川右岸 3.8kp で 700Ω･m，紀ノ川右岸 1.4kp で 0.2Ω･m であった。土中水の電気比抵抗特性が反映されたものと考えられる。

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。

参考文献　1) Campanella, R.G. and Weemees, I.: Development and use of an electrical resistivity cone for groundwater contamination studies, Canadian Geotechnical Journal, Vol.27, No.5, pp.557～567, 1990.　2) 福江正治ら：コーン貫入型原位置比抵抗測定装置の開発，第 32 回地盤工学研究発表会講演概要集，第 1 巻，pp.173～174, 1997.