

# 牽引式電気探査による堤体及び基礎地盤の効率的な調査

応用地質株式会社 ○田中 悠暉, 上野 俊幸, 謝 建明

## 1. はじめに

長大な線形の防災構造物である河川堤防は、1箇所での越水や決壊でも堤内地に甚大な浸水被害をもたらすことから、効果的かつ効率的な維持管理が求められる。沖積河川では氾濫平野や旧河道といった複雑な基礎地盤上に堤防が整備されるが、堤体も嵩上げや拡幅等が繰り返されて現在の形状となっており、堤体および基礎地盤の構造を把握することが重要である。

そこで本論文では、牽引式電気探査を用いた堤体および基礎地盤の土質構造の把握事例を紹介する。A川およびB川において牽引式電気探査を実施し、電気探査から得られる比抵抗値と簡易ボーリングの採取試料から得られる細粒分含有率の関係から土質区分の閾値の参考とし、さらに地下水位の影響も考慮して土質構造を把握した。

## 2. 牽引式電気探査の概要

電気探査は地盤内に電気を流し、電気の流れにくさ(電気抵抗)を測定し、地盤内の比抵抗値を推定するものである。一般的に、高比抵抗値を示す場合は砂質土や礫質土と推定され、低比抵抗値を示す場合は粘性土として推定される。牽引式電気探査はキャパシタ電極を利用することにより、電極棒を地盤内に打設することなく測定ができる。このため、牽引式電気探査は従来の電極設置型の電気探査と比較して測定時間が1/2~1/3程度と短く作業効率が良いほか、探査費用も電極設置型の電気探査よりも1/2程度に抑えられる。

図-1は牽引式電気探査の測定状況である。牽引式電気探査の測定深度は、同図の送受信機の間隔により変更でき、必要な深度までの比抵抗値が得られるように同一測線で複数回測定する。なお、1日あたりの探査可能な測線長は1km程度である。

電気探査は地盤の比抵抗値を連続的に把握することができるが、飽和度や鉱物等によって比抵抗値は変化する。このため、対象地の土質構造を把握するためには、土質と比抵抗値を比較する必要がある。なお、土質構造の把握は、仮設が不要な簡易ボーリングによって確認した。

## 3. A川における探査事例

図-2はA川での調査範囲および周辺の迅速測図である。明治初期において、当該地点の堤防は既に整備されており、堤防川裏は水田として利用されてきた。

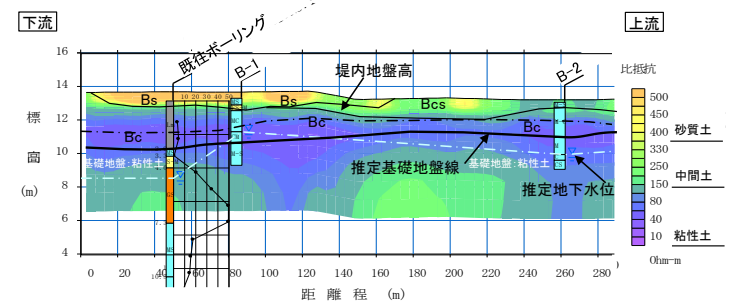
図-3a), b)はそれぞれ地下水位以下の比抵抗値コンターを明確にするため、比抵抗値の表示レンジを変化させた比抵抗値の堤防縦断分布図である。なお、同図には簡易ボーリングや既往ボーリング調査結果、地下水位も示



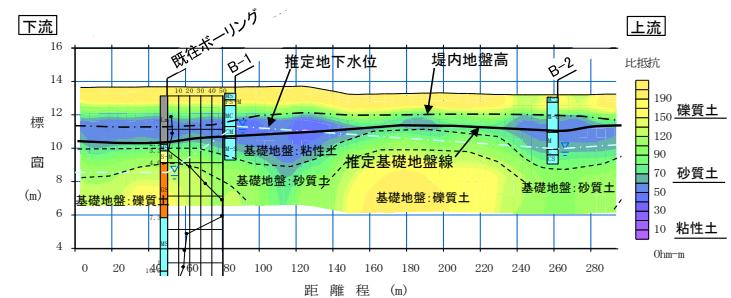
図-1 牽引式電気探査の測定状況例



図-2 A川の調査範囲及び周辺の土地利用状況 1)に加筆



a) 比抵抗値と  $F_c$  のみで閾値を設定した場合



b) 地下水位の影響も考慮した場合

図-3 A川における調査結果の抜粋(縦横比 1:10)

している。また、図-4はA川での比抵抗値と細粒分含有率  $F_c$  の関係を示し、図中に示す土質区分の閾値を参考として図-3b)の土質区分を行った。

まず、地下水位を考慮しないレンジ幅の広い比抵抗分布図-3a)に着目すると、天端からGL-1.0m程度までは

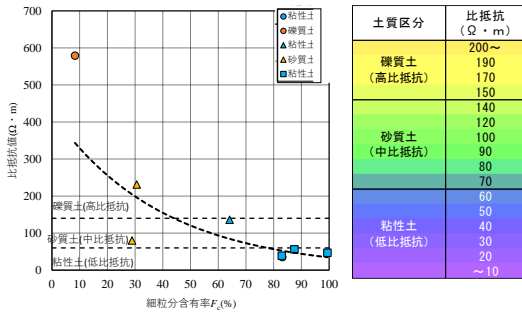


図-4 A川における比抵抗値と  $F_c$  の関係

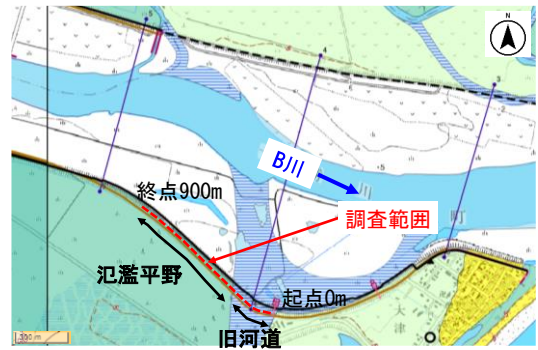


図-5 B川の調査範囲及び地形地質分類図 2)に加筆

比抵抗値が  $150 \Omega \cdot m$  程度以上と相対的に高比抵抗であるが、土質は砂質土を混入する粘性土が主体である。特に距離程  $0 \sim 120m$  での高比抵抗部では、堤防天端の砂利舗装により高比抵抗値を示したものと推察した。また、GL-1.0~2.0m 程度までの比抵抗値は  $50 \sim 120 \Omega \cdot m$  程度と相対的に低比抵抗で、土質は粘性土が主体であり探査結果と整合する。

一方、地下水位以深に着目したレンジ幅の狭い比抵抗分布図-3b)では、比抵抗値が  $30 \sim 70 \Omega \cdot m$  程度の粘性土の下層に  $70 \sim 150 \Omega \cdot m$  程度の砂質土および  $150 \Omega \cdot m$  以上の礫質土が分布していると推察でき、簡易ボーリングおよび既往ボーリング結果で確認された土質区分と整合し、網羅的に土質構造を把握できた。

#### 4. B川における探査事例

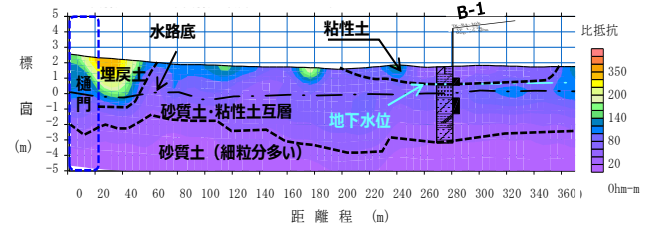
図-5 は B 川での調査範囲および地形地質分類図である。当該地点、氾濫平野および旧河道に該当する。

図-6a), b) はそれぞれ比抵抗値の表示レンジを変化させた比抵抗値の堤防縦断分布図である。なお、同図にも簡易ボーリングにより作成した柱状図と、地下水位を示している。また、図-7 は B 川での比抵抗値と  $F_c$  の関係を示し、図中に示す土質区分の閾値を参考にして図-6a) の土質区分を行った。

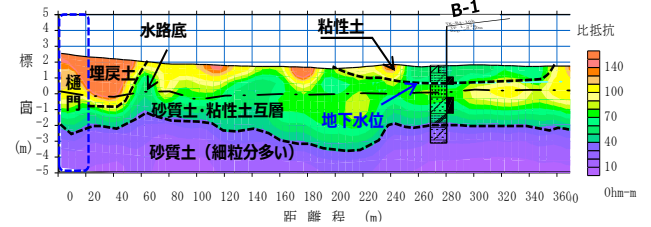
まず、地下水位を考慮しないレンジ幅の広い比抵抗分布図-6a)に着目すると、全体的に比抵抗値が  $20 \sim 100 \Omega \cdot m$  程度と相対的に低比抵抗であるが、土質は砂質土も主体としている。これは、簡易ボーリングを実施した地点の地下水位が GL-1.15m と浅く、深さ方向に対して土質と比抵抗値が整合していないことが影響していると推察した。一方、地下水位以深に着目したレンジ幅の狭い比抵抗分布図-6b)に着目すると、距離程  $60 \sim 180m$  付近の地表面付近では  $100 \Omega \cdot m$  以上と相対的に高比抵抗であり、砂質土を主体とする。また、標高+2~-3m 付近では比抵抗値が  $40 \Omega \cdot m$  以下となっており、簡易ボーリング結果で確認された土質区分と整合性が高く、地下水位以下で判別が困難な土質構造を把握できた。

#### 5. まとめ

河川毎に比抵抗値と細粒含有率  $F_c$  の関係を整理し



a) 地下水位を考慮しない場合



b) 地下水位を考慮した場合

図-6 B川での調査結果の抜粋(縦横比 1:10)

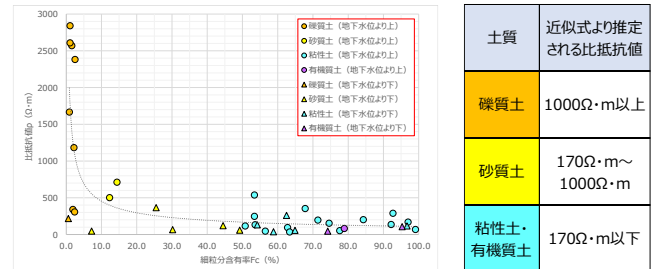


図-7 B川における比抵抗値と  $F_c$  の関係

て土質の閾値を設定することで、土質構造を縦断方向において連続的に把握することができた。

また、地下水位以深の基礎地盤の土質構造の把握では、比抵抗値の閾値と表示レンジを狭くすることで、基礎地盤の土質区分の違いを把握しやすくすることができた。

#### 《引用・参考文献》

- 農研機構農業環境研究部門：歴史的農業環境閲覧システム(最終閲覧日2024. 5. 24), [https://habs.rad.naro.go.jp/habs\\_map.html?zoom=13&lat=36.08382&lon=140.19843&layers=B0](https://habs.rad.naro.go.jp/habs_map.html?zoom=13&lat=36.08382&lon=140.19843&layers=B0)
- 国土地理院:地形地質分類図(最終閲覧日2024. 5. 24), <https://maps.gsi.go.jp/#15/42.689786/143.639545/&base=ort&ls=ort%7C1cmfc2&blend=0&disp=11&vs=c0glj0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1d&m>