

2次元電気探査による地盤の亀裂範囲簡易探査手法

A simplified method for monitoring open cracks by 2-D resistivity survey

○井上 敬資*・中里 裕臣*・川本 治*・吉迫 宏*・正田 大輔*

Keisuke INOUE, Hiroomoi NAKAZATO, Osamu Kawamoto,

Hiroshi YOSHISAKO and Daisuke SHODA

1. はじめに

大規模地震が発生した場合、ダムやため池において亀裂等が発生している。これらの被災は、2次被害を与える可能性があり、早急な地盤内の亀裂範囲の把握が必要である。地表面から地盤内の亀裂状況を非破壊で迅速に計測する2次元電気探査により、地震で発生した亀裂等の被災範囲を簡易に把握する手法を提案し、数値実験と模型実験の結果からその適用性の検討を行った内容を報告する。

2. 簡易推定手法

土構造物が被災し、亀裂が発生した場合は、石灰水を注入し復旧工事の際に掘削しながら亀裂範囲を把握することが行われている。注入する石灰水に電気伝導度を高める物質を添加し、電気探査により比抵抗低下部分を亀裂範囲として把握することで、掘削する前に被災範囲を把握でき、対策の検討を支援できる。

亀裂は図1に示すように、深さDと広がりLを持つ3次元構造であり、3次元比抵抗探査を行うのが理想であるが、一般的に3次元探査は計測・解析に時間がかかる。一方、比抵抗構造が2次元であると仮定する2次元電気探査の場合は、比較的迅速に計測・解析を行えるが、対象物が2次元構造から離れるに依り、解析上の偽像を含む。そこで、亀裂に対し

平行・交差の2測線を検討することにより、深度方向の推定誤差を緩和し、亀裂範囲を2次元解析から簡易に探査する手法を提案する。本手法は図2に示すように、注入前後の直交2測線の2次元電気探査から、比抵抗分布を計測し、比抵抗変化率を逆解析する。そして、平行測線の結果から長さL方向への浸透範囲を推定し、その後、交差測線の結果から、深さD方向への浸透範囲を平行測線の結果に対応して推定する。

3. 研究方法

数値モデル地盤(100Ωm)において、開口亀裂(幅W=0.5m)に1Ωmの材料が注入されたと仮定し、亀裂深さD(3, 6, 12, 24m)、亀裂長さL(2, 6, 12, 24m)を変化させた場合において、モデル深さと推定深さの比較を行った。まず、交差測線、平行測線の2測線に

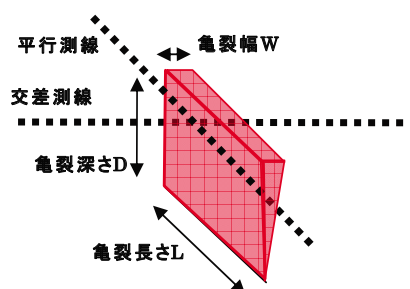


図1 測線と亀裂モデル模式図

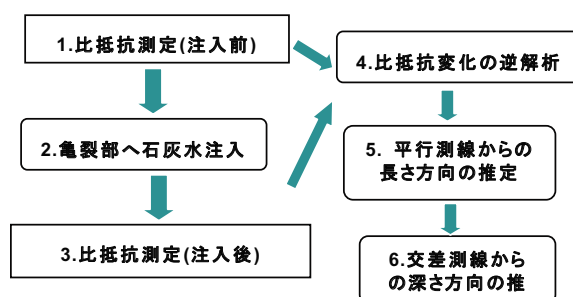


図2 推定手法の流れ

* (独) 農研機構 National Agriculture and Food Research Organization, 地震, 亀裂, 2次元電気探査

において、電位分布の3次元順解析を行い、一様比抵抗モデルと亀裂モデルでの擬似観測データを作成した。そして、比抵抗変化を2次元逆解析により求め、亀裂深さDの推定を行った。電極間隔2m、1測線当たり43電極とし、電極配置はダイポール・ダイポール法を用いた。

模型地盤において、亀裂(幅 $W = 0.1 \sim 4$ cm)を作成し、石灰水を注入し、注入前後で比抵抗を計測し、比抵抗変化を2次元逆解析し、亀裂深さDの推定を行った。亀裂深さD(25cm, 50cm)、長さL(30, 60cm)を変えて、実験を行った。電極間隔10cm、1測線当たり30電極とし、電極配置はダイポール・ダイポール法+変形2極法を用いた。

数値実験、模型実験とも解析にはダイヤコンサルタント製E-Tomoを用いた。

3. 結果

図3に数値実験の結果を示す。亀裂に平行する測線において、比抵抗の変化がある水平範囲はモデル亀裂長さLに対応しており、注入材料の亀裂方向の広がりを把握することが可能であることがわかった(図3-a)。亀裂に交差する測線において、亀裂深さD/亀裂長さLが1.0より大きい場合は、推定深さと実深さの相関は悪くなっているが、D/Lが1.0より小さい場合は、注入材料の深度方向への広がりを推定することが可能であることがわかった(図3-b)。

図4は模型実験の結果を示す。D/Lが1.0より小さい条件で、石灰水が充填された鉛直方向の範囲を推定でき、模型実験においても数値実験と同様な結果が得られることが確認された。

4. おわりに

本報告では亀裂幅Wが電極間隔の0.1倍~0.5倍までの検討であり、細い亀裂幅の場合についても、検討していく必要がある。また、地下水面以下等、注入物質が浸透しない範囲は検出が困難であるが、亀裂を充填した石灰水は亀裂部周辺地盤へ浸透するため、浸透過程を連続的にモニタリングすることで、亀裂部および周辺地盤の緩み領域を探索できることが期待される。

参考文献 杉本芳博(1995):比抵抗トモグラフィによる電解質トレーサのモニタリング 数値的検討, 物理探査学会学術講演会講演論文集, 92, 57-62.

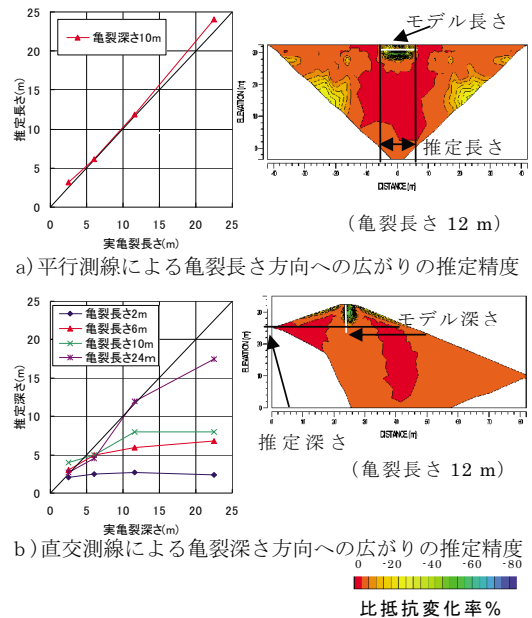


図3 数値実験による浸透範囲の推定精度

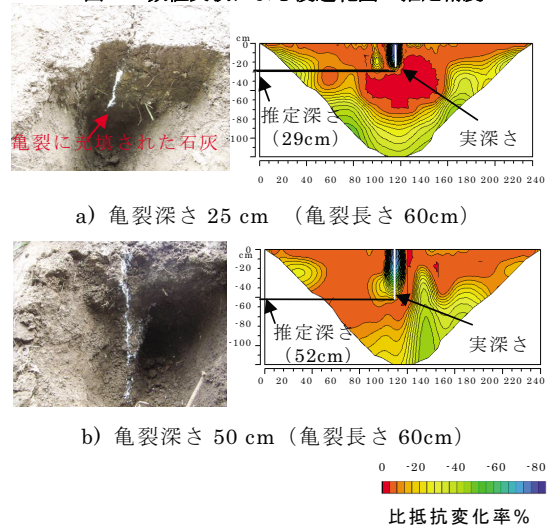


図4 模型実験による浸透範囲の
実深さと推定深さの比較