

関西大学工学部 正 員 楠見 晴重
 関西大学工学部 学生員○明田 佳久
 関西大学工学部 正 員 西田 一彦

1. はじめに

斜面において、その斜面内を流動する地下水の挙動は、斜面の安定に少なからず影響を与える。特に岩盤斜面において地下水は、その岩盤に存在する亀裂や破碎部を主な水みちとしており、岩盤内には亀裂や破碎帯が複雑に存在していることから、その地下水流動の把握は非常に複雑である¹⁾。

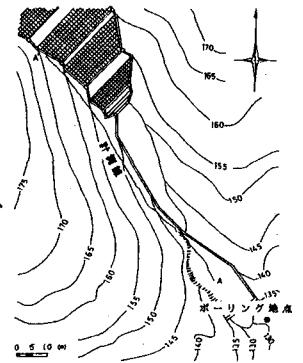
本研究では、弾性波探査を行い地下断面を推定し、それをもとに岩盤斜面における降雨浸透を把握するために、ダイポール・ダイポール電気探査法を用いて連続的に比抵抗の計測を行い、この比抵抗の変化状況から降雨に伴う、岩盤斜面における降雨浸透と比抵抗との関係について検討を行った。

2. 計測現場付近の地形・地質概要

計測現場は大阪府高槻市に位置し、標高150～200mの丘陵地で比較的不規則な稜線が連続する。計測現場付近の地質は中生代ジュラ紀から古生代二畳紀に形成された丹波層群の砂岩・粘板岩・チャートを基盤とし、これらを不整合に覆う大阪層群の砂礫・粘土が分布している。

図一1は計測現場付近の地形図である。図中のAA'は計測線を示しており、図一2にAA'の断面図を示している。計測線は図一1に示されるように谷部に設けており、全長95m、標高差24m、平均斜度14.5°である。

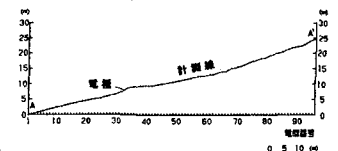
さらに、A点の下流側約23mの地点でボーリング調査を行っており、その結果、地質構成は深度2.0mまで粘土層、深度2.0～5.0m程度までは風化の進んだ軟岩層、それ以深は砂岩層であることがわかっている。



図一1 計測線平面図

3. 計測方法

計測線の位置は図一1に示したとおりである。この計測線上に1m間隔で96点の計測点を設けた。また、計測は応用地質製McOHM-21を使用した。各電極から3台のジオエレクトリックスキャナにケーブルを介して接続し、各スキャナは1本のケーブルで制御装置に接続されている。比抵抗の計測はダイポール・ダイポール法で行い電位電極P₁、P₂および電流電極C₁、C₂の間隔aは2mとし、P₁C₂間はaの整数倍naとして計測を行った。また計測中の降雨は計測地付近に設置してある雨量計によって求めた。

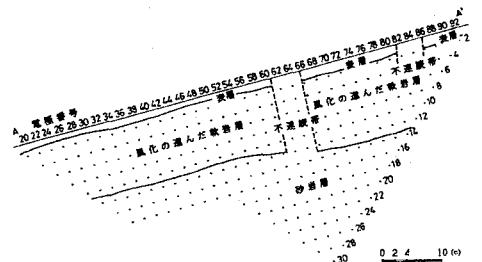


図一2 計測線断面図

4. 計測結果および考察

図一3は計測現場付近の弾性波探査の結果より推定される地下断面である。地下構造は深度1.5mおよび12m付近に境界面があり、ボーリング調査とほぼ同ような結果となった。また、電極番号62～64番付近、電極番号82～84番付近において、不連続帯が認められた。

図一4に計測期間における6時間毎雨量の一例を示している。図一5は、この降雨期間中における、電極番号74番の深度4m（以下No. 74-4と表す）地点の見掛け比抵抗変化を示している。この図より、見掛け比抵抗の変化はほとん



図一3 弾性波探査によって推定される地下構造図

どみられないことから、地表面からの降雨の浸透は、ほとんどないと思われる。図-6 は、同じ降雨における不連続帯中測点No. 62-6の見掛け比抵抗の経時変化を示している。この図より、各降雨に伴い見掛け比抵抗が低下していることから、この不連続帯部分より斜面内に降雨の流入があるものと考えられる。また、各降雨量によって見掛け比抵抗の変化量に差があることから、降雨量と見掛け比抵抗変化率との関係について検討を行った。見掛け比抵抗変化率 α は、式(1)のように表される。

$$\alpha = \frac{\rho_s - \rho_x}{\rho_s} \times 100 \quad \dots (1)$$

- α : 見掛け比抵抗変化率(%)
- ρ_s : 乾燥状態の見掛け比抵抗($\Omega \cdot m$)
- ρ_x : 各降雨に対する最小見掛け比抵抗($\Omega \cdot m$)

図-7 は、No. 62-6、No. 82-6、No. 60-12、No. 64-8における降雨量と見掛け比抵抗変化率の関係を示したものである。これらはいずれも不連続帯に存在している測点である。降雨量が増加すると見掛け比抵抗変化率も増加するが、その変化率は収束すると考えられ、次式によって近似した。

$$\alpha = \frac{R}{a + Rb} \quad \dots (2)$$

- R : 降雨量(mm)
- a, b : 定数

これにより、降雨量 R が無大になると、見掛け比抵抗変化率 α は、 $1/b$ の値に収束されると考えられる。さらに、各測点において増加傾向が異なるのは、地下水が流動する亀裂の大きさ、もしくは破碎状況の違いによるものと考えられる。表-1 は定数 $1/b$ を示した。これにより、各測点によって $1/b$ の値が異なり、 $1/b$ の値が大きいほど見掛け比抵抗変化率 α は高くなり、この値が高いほど水みち部が大きいことが予測される。しかし、この事に関しては今後さらに詳細な検討を行う予定である。

4. まとめ

ダイポール・ダイポール電気探査法を用いて、降雨に伴う岩盤斜面内の見掛け比抵抗変化を求め、降雨量と比抵抗との関係について検討してきた。その結果、一つの分数関数によって表されることが、収束値を推定できることが判明した。今後は、先行降雨の影響を更に考慮することにより、より詳細に降雨と比抵抗の関係が判明されるものと考えられる。

参考文献

1) H. Kusumi, K. Taniguchi and M. Nakamura: Monitoring of Groundwater Behavior in Rock Slope by Dipole-Dipole Electric Resistivity Technique, Eurock'93, Safety and Environmental Issues in Rock Engineering, pp. 331~336, 1993

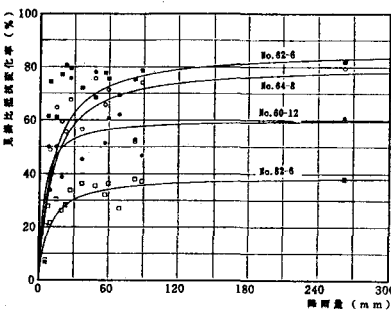
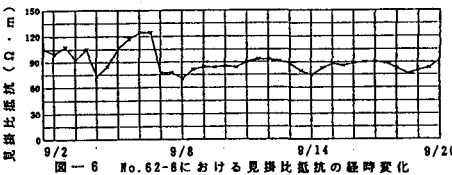
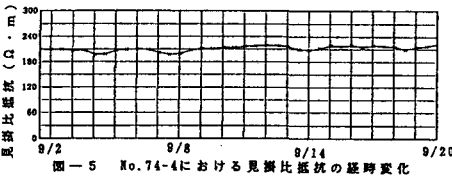
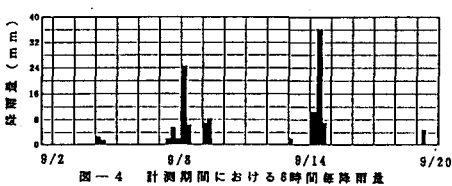


表-1 1/bの値

測点	1/bの値(%)
No. 62-6	88.4
No. 82-6	38.2
No. 60-12	60.4
No. 64-8	80.8