

関西大学工学部 正会員 楠見 晴重
 関西大学工学部 正会員 谷口敬一郎
 (株)ニュージェック 正会員○中村 真

1. まえがき

自然斜面や人工斜面のいずれの場合でも、その斜面内を流動する地下水挙動は、斜面の安定に少なからず影響を与える。特に岩盤斜面内の地下水は、岩盤に存在する亀裂や破碎帯を主な水みちとなることから、その流れ特性を把握することは非常に困難である。

本研究では、降雨に伴う岩盤斜面内の地下水挙動を把握するために、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内の地下水挙動を把握と、水みちの工学的特性について明らかにすることを試みた。

2. 計測概要

計測現場は標高150~200mの丘陵地の谷部で、平均斜度14.5°の岩盤斜面である。地質構成は上から粘土混じりの風化層、軟岩層、硬岩層であり風化層の厚さは場所によって異なるが、約2m~8m程度である。比抵抗の計測はダイポール・ダイポール法を用いて連続的に行い、計測点は岩盤斜面内に289点設けた。計測線および計測方法については前年報告したもの¹⁾と同様である。

3. 計測結果および考察

比抵抗計測は、計測期間(a)から計測期間(e)の合計5回行った。各計測期間中3回もしくは4回の降雨が観測されている。図-1に計測期間(d)における6時間毎降雨量を示している。この図より12月7日には42.0mm、10日には8.5mm、13日には6.5mm、20日には10.5mmの降雨が各々観測された。また25日には雨量計では記録されなかった降雪が観測されている。

図-2は計測期間(d)における電極番号74番の深度6m(以下No.74-6と表す)での見掛け比抵抗の経時変化を示している。なおこの付近は露頭面の観察および水平探査結果から、亀裂帯の存在が認められている。この図より、各降雨に伴い見掛け比抵抗が急激に低下しているのが判る。しかし降雨後は、徐々に見掛け比抵抗は増加している。このことより、雨水が露頭面の亀裂から進入し、この亀裂帯を通過して地下に浸透していくものと推定され、降雨後はその進入がなくなることから、亀裂帯が湿潤から乾燥へと移行する状況が現れているものと思われる²⁾。また12月25日頃に、降雨が観測されていないにもかかわらず、見掛け比抵抗の低下がみられるが、これは降雪によるものと考えられる。以上のような見掛け比抵抗変化を示す点は他に数点存在しており、これらの点を考察することにより、岩盤斜面内の雨水の浸透による地下水流動状況が把握できるものと思われる。

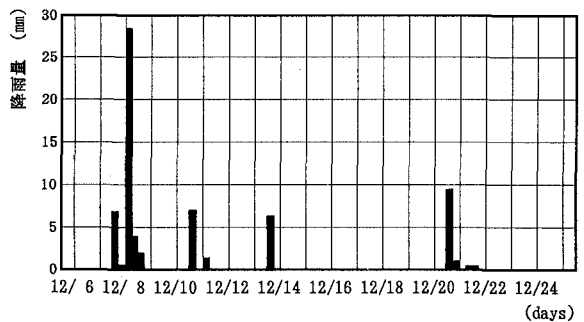


図-1 計測期間(d)における6時間毎降雨量

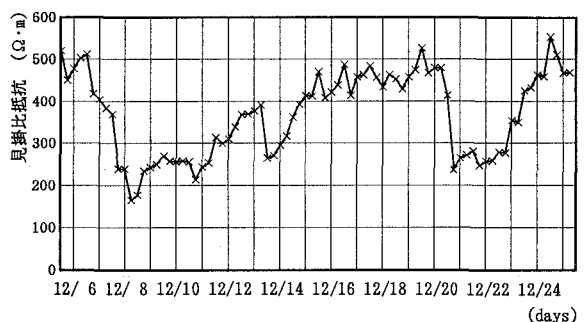


図-2 No. 74-6における見掛け比抵抗の経時変化

次に、各降雨に対する見掛け抵抗変化は、図-2からも推測できるように降雨量に関係するものと考えられる。さらに、各降雨量によって見掛け抵抗の変化量に差があることから、降雨量と見掛け抵抗変化率との関係について検討を行った。見掛け抵抗変化率 α は、式(1)によって求めることができる。

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

α : 見掛け抵抗変化率 (%)

ρ_s : 乾燥状態の見掛け抵抗 (Ωm)

ρ_x : 各降雨に対する最小見掛け抵抗 (Ωm)

図-3は、No.44-12、No.58-22、No.74-6、No.78-12における降雨量と見掛け抵抗変化率の関係を示したものである。これらはいずれも亀裂帯に存在している点である。この図より降雨量が増加すると、見掛け抵抗変化率も増加することが判る。しかし、その増加傾向はそれぞれの点で異なるが、すべて指数関数的な関係を有し、次式によって近似することができる。

$$\alpha = a \cdot R^b \quad (2)$$

R : 降雨量 (mm)

a, b : 定数

さらに、各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。

図-4は、No.74-6における計測期間(a)から計測期間(e)までのすべての降雨量と見掛け抵抗変化率の関係を示したもので、計測期間が異なっても降雨量と見掛け抵抗変化率は1つの指数関数によって表され、このことより岩盤斜面内に存在する水みちの流れ特性を、定量的に把握できるものと考えられる。

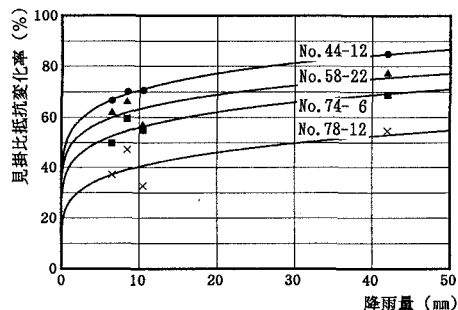


図-3 各測点における α と R の関係

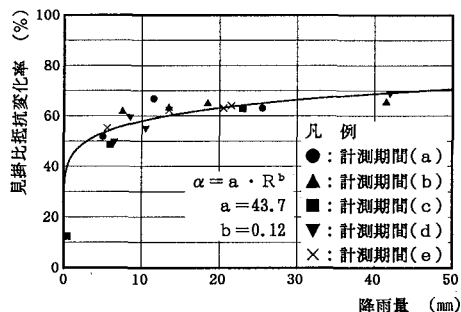


図-4 No.74-6における α と R の関係

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抵抗変化を求め、地下水の浸透および流動状況について検討してきた。その結果、計測断面内に降雨の浸透に伴う見掛け抵抗の低下が顕著に現れる測点が数点存在し、各測点における降雨量と見掛け抵抗変化率は、1つの指数関数によって表されることが判明した。今後は、先行降雨の影響を考慮することによって、より詳細な岩盤斜面内の地下水流動特性が把握できるものと思われる。

(参考文献)

- 1) 中村真・谷口敬一郎・楠見晴重：電気探査による降雨に伴う地下水挙動の現地計測，土木学会第47回年次学術講演会講演概要集，Ⅲ-559，pp.1158～1159，1992.
- 2) H.Kusumi, K.Taniguchi and M.Nakamura: Monitoring of Groundwater Behaviour in Rock Slope by Dipole-Dipole Electric Resistivity Technique, Eurock'93, Safety and Environmental Issues in Rock Engineering, 1993.