

大阪大学工学部 学生員 ○大西貴之 大阪大学大学院 正会員 小泉圭吾
 大阪大学大学院 正会員 小田和広 西日本高速道路エンジニアリング関西 正会員 上出定幸

1. はじめに

近年、地震、集中豪雨により、土砂災害が多発し甚大な被害をもたらしている。日本国内における年間の土砂災害発生件数は約 1000 件で、土砂災害危険箇所は全国に 52 万箇所存在している。斜面は水が浸透すると地盤内の強度が低下し不安定な状態となるため、地盤内の水分変動を面的に時系列で把握することは、斜面の安定を把握する上で重要なことである。そこで本研究は、水分環境を面的にとらえる手段として比抵抗探査による地盤内のモニタリング手法に着目し、降雨による水分挙動と比抵抗値の関連性を明らかにすることを目的とする。

2. 比抵抗探査

比抵抗法は電気探査法の一つであり、地盤に交替電流を流して電位応答を測定し、地下の比抵抗の分布を求めるものである。対象とする地下構造の複雑さや測定・解析法の違いによって多くの手法が存在し、数十 cm から数千 m のスケールで実施することが可能である。電極の配置方法には様々なものが考えられており、探査の目的や規模に応じて選択する。本研究では、地盤の浅部において詳細なデータを取得する際に適している 4 極法(ウェンナ配置)を採用した。比抵抗測定には McOHM Profiler-4(OYO 社)を用い、得られたデータの解析には ElecImager/2D(OYO 社)を使用する。

3. 降雨と比抵抗の関係

斜面における比抵抗探査の長期的かつ連続的な測定を行うために、大阪大学吹田キャンパス内の斜面を対象とし、0.5m 間隔で計 13 本の電極棒を設置する。斜面の概要を図 1 に示す。また、地盤内の水分環境及び降雨状況を観測するために、法肩の表層から 25cm、50cm の深度に土壌水分センサ (EC-5, DECAGON 社製) を設置し体積含水率を測定する。降雨は転倒ます型雨量計に雨量記録監視装置 (RF-3, T&D 社製) を接続し測定する。図 2 は 2012 年 11 月 14 日から 22 日の降雨量と体積含水率を示している。

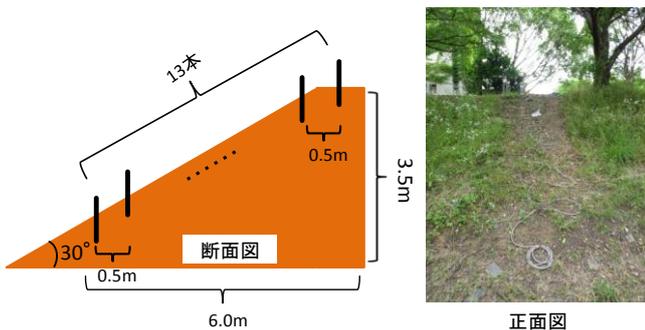


図 1 現地の概要

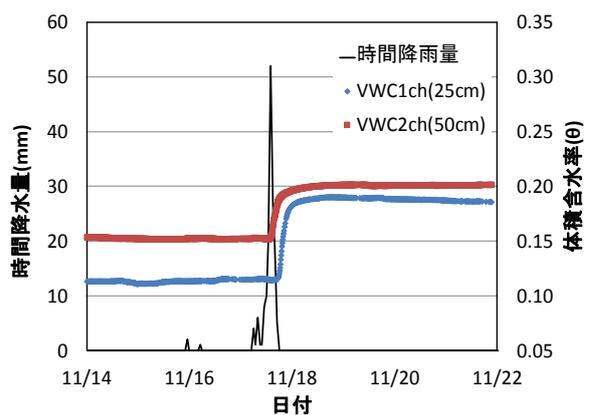


図 2 降雨量及び体積含水率

図 2 より 17 日に降雨があり、降雨後に体積含水率が上昇していることが分かる。これに対し、図 3 は 2012 年 11 月 16 日と 11 月 19 日の比抵抗分布を示している。両図を比較すると 19 日の方が低比抵抗になっていることが分かる。このことから、比抵抗分布が 19 日の方が低比抵抗を示しているのは、

降雨による体積含水率の上昇を反映していることが考えられる。つまり、地盤内の体積含水率の変化が比抵抗分布の変化としてとらえることができると考えられる。

また、図 3 より、斜面上部よりも下部の方が高比抵抗となっていることが分かる。図 4 は 2012 年 10 月から 12 月における斜面上部と下部の比抵抗値の変動を示している。このグラフからも、斜面下部の方が高比抵抗であることが分かる。また、同図より、

比抵抗値の変動幅を比較すると、下部の方が変動幅が大きいことが分かる。現地調査により、上部、下部で地質に違いが見られないことから、これらの要因としてここでは、間隙比と体積含水率が影響しているのではないかと考えた。ここで、間隙比及び体積含水率と比抵抗値の関係を調べるために室内実験を行った。室内実験は、準備した容器に、間隙比及び含水比を変化させて試料を充填し、比抵抗値と体積含水率を測定する。結果を図 5 に示す。図 5 より、体積含水率が低いほど高比抵抗になっていることが分かる。また、プロットした点が概ね同一曲線上にあることから、間隙比の変化は比抵抗値の変化に影響している可能性は低いものと考えられる。

斜面の体積含水率を直接測定するために、斜面上部と下部に土壌水分センサ (EC-5) を設置し、体積含水率を測定した。結果を降雨量と合わせて図 6 に示す。図 6 より、平常時は斜面下部の方が体積含水率が低いことが分かる。また、降雨に伴う体積含水率の変動幅は下部の方が大きいことが分かる。これらのことから、斜面下部の方が低比抵抗である要因として体積含水率が上部より低いことが考えられる。また、比抵抗の変動は体積含水率の変動を反映しているものと考えられる。

4. 比抵抗値に影響を与える要因

本研究において、以下のことが明らかになった。

- ・降雨による地盤内の体積含水率の相対的な変化は、比抵抗を連続的にとらえることで観測することが可能である。
- ・斜面上部より下部の方が高比抵抗である要因は、下部の体積含水率が上部に比べて低いためであると考えられる。また、斜面上部と下部の比抵抗値の変動挙動の違いは体積含水率の変動を反映しているものと推測される。

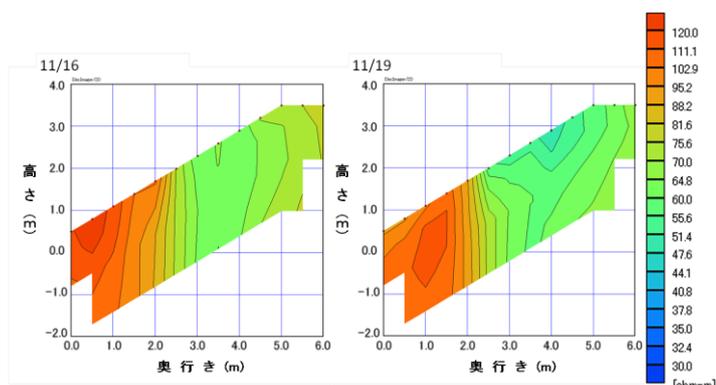


図 3 比抵抗分布

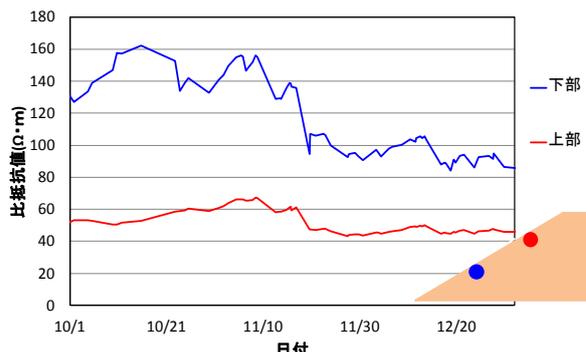


図 4 斜面上部と下部の比抵抗値

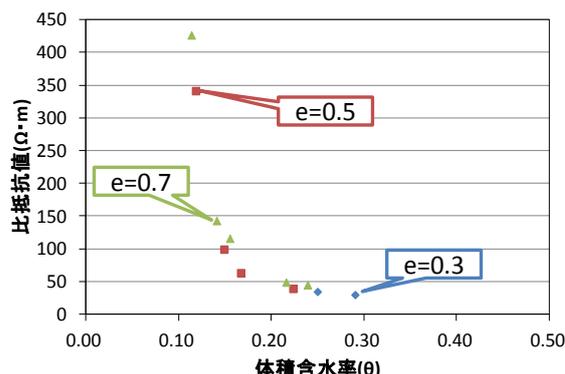


図 5 間隙比及び体積含水率と比抵抗値の関係

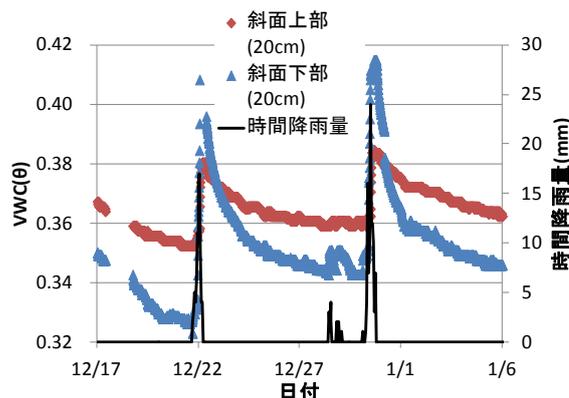


図 6 斜面上部と下部の体積含水率の変動