

電気探査法を用いた降雨時の盛土斜面の安定性評価の可能性について

九州工業大学大学院 学正会員 ○ 小林 睦

九州工業大学工学部 正会員 廣岡 明彦 永瀬 英生

1. はじめに

我が国では、梅雨・台風期といった降雨の多い時期に斜面崩壊が多発しており、現在までに、この斜面崩壊を予知・予測する手法は考案・実用化されてきている。しかしながら、崩壊時期および崩壊形態・規模の予測手法は依然として十分に確立されていないのが現状である。そこで筆者らは、遠心模型実験装置を用いて、浸透流を受ける盛土斜面の崩壊機構を再現し、電気探査法による盛土の安定性評価の可能性について検討したので以下に報告する。

2. 実験システム

実験に用いた試料は、九州工業大学構内で採取した土に豊浦砂を重量比で1:1に混合した人工調整試料であり、統一分類法によるとSMに分類される。Fig.1に模型地盤の概要を示す。模型斜面は縮尺1/50を想定し、含水比 $w=10.0(\%)$ で調整した試料を乾燥密度 $\rho_d=1.40(g/cm^3)$ で締固めて作製してある。これを、遠心模型実験装置に搭載し、50gの遠心加速度を付与した後に、給水タンクへ水を供給し、先ず基盤部を飽和させる。その後、さらにタンク内の水位を上昇させることで、模型地盤内に浸透流を発生させる。なお、模型土槽背面に設けた排水孔は基盤表面の高さに一致させており、これにより模型地盤下流側の水位を規定している。電極配置としては、模型地盤の奥行き方向に電極間隔 $a=3.5(cm)$ のWenner配置を採用している。ここで、測点をL1~L3で表記し、Fig.1中の法先からの距離はそれぞれ5, 8, 11(cm)としている。比抵抗値を測定する際には、Fig.2に示すような測定回路を用いているが、測点の変更はスイッチを操作して行い、各測定時刻における電流値および電圧値より見掛け比抵抗値を算出し、浸透実験中の比抵抗値の経時変化を記録する。

3. 結果および考察

浸透実験中の盛土天端の沈下量の時刻歴をFig.3に示す。これより、盛土天端にクラックが観察された時点から、天端の沈下速度が上昇しているのが分る。また、同時に法先部にせん断ひずみの卓越する領域が形成されているのが撮影されたビデオにより観察された。これは、法先部の飽和度の上昇によるせん断抵抗力の低下と盛土内水位の上昇に伴う土塊重量の増加に起因するものと考えられる。すなわち、天端の沈下量の急増は盛土の安定性が激減していることを表していると考えられる。Fig.4に見掛け比抵抗値の時刻歴を示す。ここで、比抵抗測定箱¹⁾を用いて、模型地盤の初期状態および飽和時における試料の真の比抵抗値を測定したところ、それぞれ300, 30(Ωm)であった。また模型地盤を遠心模型実験装置に搭載した段階では、各測点における見掛け比抵抗値は300(Ωm)を示していた。しかしながら、Fig.4において、浸透実

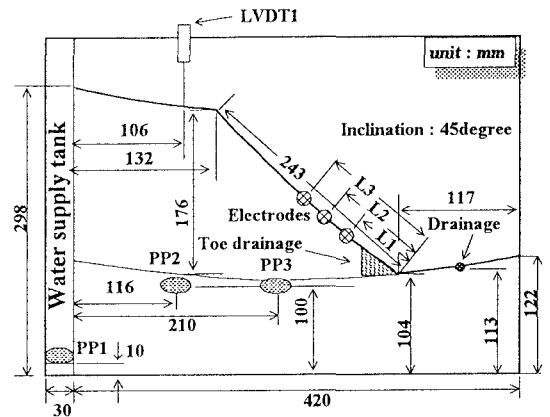


Fig.1 実験システム

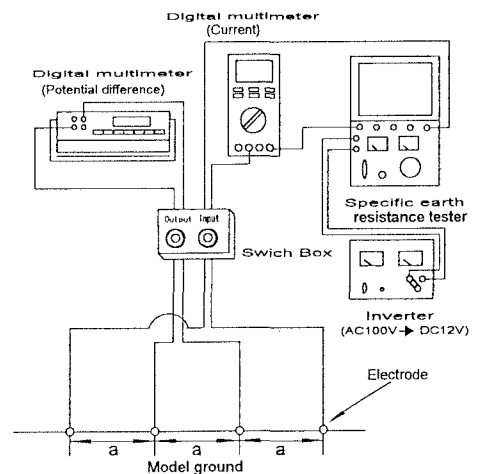


Fig.2 比抵抗値測定回路

験開始時の比抵抗値が各測点で異なり、かつそれぞれが真の比抵抗値と一致していないのが分る。これは、法先からの距離の順に比抵抗値が小さな値を示していることを考慮すると、飽和した基盤部の影響を受けているためであると考えられる。また、時間の経過、すなわち盛土内の地下水位の上昇に伴い、比抵抗値が減少していることは、それぞれの測点と地下水位との距離が減少していることを表しており、この現象が法先に近い測点の順に生じていることより、地下水位が上昇している様子を推察することができる。さらに、測点L3において、盛土天端にクラックが観察された時点より、比抵抗値が著しく減少し始めているのが分る。これにより、今回の実験における電極配置では、盛土の安定性が激減する時期を把握することできたといえる。また、Fig.5に浸透実験中に撮影した写真より観察された盛土内水位の変移と電極位置を示す。これより、測点L1に関しては浸透実験中期、L2に関しては崩壊直前にそれぞれ地下水位と電極がかなり接近しているが、Fig.4よりこの時点での見掛け比抵抗値は両測点ともに約50(Ω m)を示しているのが分る。これは、それぞれの測点において斜面表層までほぼ飽和していることを表していると考えられる。

4. 斜面の安定解析

Fig.5に示す水面形に対して、一面せん断試験により求めた強度定数 c' 、 ϕ' を用いた修正Fellenius法による斜面の安定計算を行い、その結果をFig.7に示す。これより、盛土天端にクラックが観察された時点より安全率の減少率が大きくなっているのが分る。さらに、盛土内水位の上昇により安全率がほぼ1に近づいた時点に着目すると、Fig.4より、この時点での見掛け比抵抗値は、L1、L2の両測点において50(Ω m)を示しているのが分る。これは、前述のように法先部表層が殆ど飽和した時点であることから、浸透流を受ける盛土斜面において、法先部の水位を把握することが斜面の崩壊時期を予測する第一歩であることを表していると考えられる。さらに、不飽和浸透解析を行い、種々の水面形状に対する盛土の安全率の推移を予測したうえで、測点の配置を決定することにより盛土斜面の崩壊直前時期を捉えることは可能であろう。

5. まとめ

本研究では、電気探査法を用いて降雨時の盛土斜面の安定性評価を試みるために遠心模型実験装置を用いて盛土の崩壊実験を実施した。その結果、今回の実験における測点配置では、盛土の安定性が激減する時期および崩壊直前時期を捉えることができた。今後、比抵抗法により盛土内の地下水位を定量的に把握するためには、二次元解析を含めた更なる研究を要するものの、電気探査法により降雨時の盛土斜面の安定性を評価することは十分に可能である。

<参考文献>1)小林ら：電気探査法による地盤内の含水比分布予測に関する室内模型実験，第33回地盤工学研究発表会概要集，1998，pp329-330

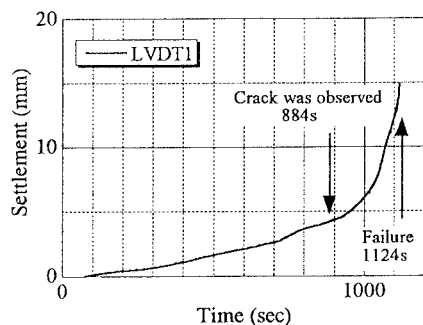


Fig.3 盛土天端の沈下量

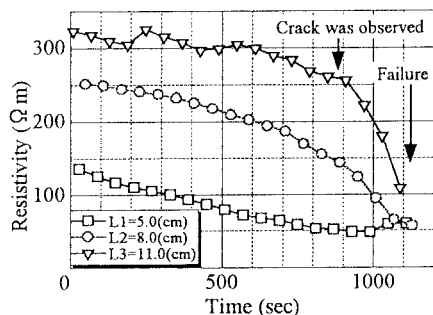


Fig.4 浸透実験中の見掛け比抵抗値

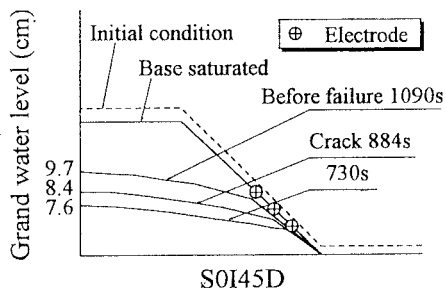


Fig.5 盛土内水位の変移

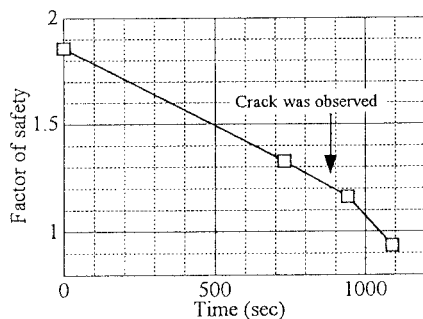


Fig.7 安全率の時刻歴