

Ⅲ-A226 斜面崩壊予測手法としての電気探査法の有効性に関する遠心模型実験

九州工業大学大学院 学生会員 ○ 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

盛土は、施工性が良く経済的であるため、鉄道や道路等で広く使用されているが、施工後において降雨などにより崩壊する事例は少なくない。現在までに、斜面崩壊の予知、予測に関する手法は考案・実用化されてきているが、崩壊の時期および崩壊形態、規模の予測手法は未だ十分には確立されていない。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を再現し、斜面崩壊時期を予測するに際して電気探査法を適用した場合の検討を行い、予測手法としての可能性を検証した。

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る。統一分類法によるとこれは SM に分類される。模型斜面は縮尺 1/50 を想定し、乾燥密度 $\rho_d = 1.30(\text{d13i38})$ 、 $1.40(\text{d14i38})(\text{g/cm}^3)$ と実験条件を変えて作製する。その概要を Fig.1 に示す。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、先ず基盤部を飽和させ、給水タンク内の水位を上昇させることで盛土斜面内に浸透流を発生させる。なお、模型土槽背面に基盤の高さに設けた排水孔により、模型地盤下流側の水位を規定する。また、電極配置を Fig.2 に示す。ここで、①、③はシュランベルジャー配置であり見掛け比抵抗値は、電位電極間隔 a に対して電流電極間隔を na として $\rho_a = \pi an(1+n)(E/I)$ で算出される。なお、今回実施した盛土の崩壊実験において、測定される比抵抗値の絶対量に一貫性が見られなかったことから、それぞれ浸透開始時の比抵抗値を初期値とし、これに対する比抵抗値の変化率を比抵抗値変化率と定義して整理している。

3. 実験結果および考察

Fig.3、4 に、それぞれ d13i38、d14i38 における浸透実験中の比抵抗値変化率と PP3、PP4 での水位との関係を示す。これより③については、両実験ケースともに浸透初期の段階で比抵抗値変化率が一度急低下しているが、これは測定点が低い上に、電極が小さく両電極の埋め込み状況を完全に一致させることは不可能なため、片方の電極のみが浸水し、両電極間の電位差が一旦小さくなったものと考えられる。しかしながら、d13i38 において①、②に着目すると、比抵抗値変化率は、PP3 での水位がそ

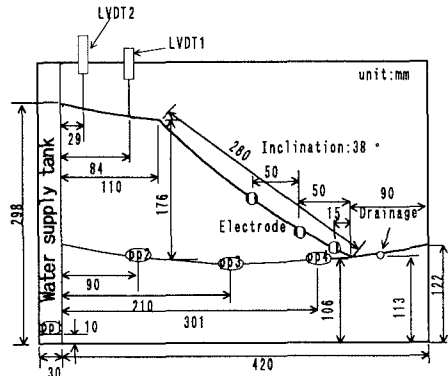


Fig.1 模型地盤概要

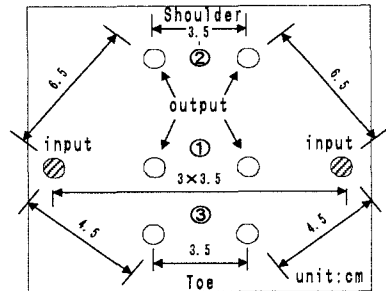


Fig.2 電極配置

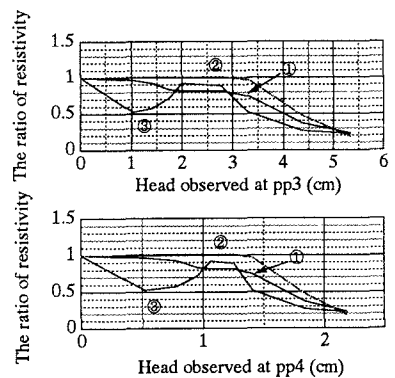


Fig.3 比抵抗値変化率と斜面内水位の関係

斜面安定、電気比抵抗、浸透、遠心力模型実験、安定解析

〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 Tel 093-884-3113 Fax093-884-3100

れぞれ 1.5、3.2(cm)、PP4 では 0.8、1.3(cm)に達した時点で減少しているのが分る。これは、各測定点において、地盤内の含水比分布が変化していることを捉えているものと考えられる。同様に d14i38 においても、比抵抗値変化率は PP3 での水位がそれぞれ 1.8、3.5(cm)、PP4 では 0.4、1.0(cm)に達した時点で減少しているのが分る。このように、両実験ケースにおいて、締固め度が異なるために同一の電極間隔においても比抵抗値変化率が減少し始めた時点での斜面内水位は完全に一致したものとはならないが、比抵抗法により斜面内の含水比分布の変化、すなわち地下水の上昇という現象は捉えられたといえる。ここで、この時点での斜面内の地下水位がどのようにになっているかを調べるために、PP3、PP4 間の水位を直線近似すると、Fig.5 のようになる。図中には、同様の操作により求めた d14i38 における水位も示す。これより、①、②の電極の配置状況が異なり、比抵抗値が減少し始める時点に時間差が生じたことで、斜面内の水位が上昇している様子を知ることができる。また、締固め度の異なる実験ケースにおいても、それぞれの測定点とその地下水位までの距離がほぼ等しいことから、比抵抗法により、地下水位を予測することは可能であるといえる。

4. 斜面の安定解析

CD 試験により求めた強度定数 c' 、 ϕ' および一軸試験により求めた非排水せん断強度 c_u を用いて、修正フェレニウス法による斜面の安定計算を行った。Fig.6 に斜面内水位(PP3)と安全率の関係を示す。これによると、両者ともに斜面内水位がある程度上昇すると安全率の減少率が大きくなっているのが分る。さらに、d13i38 については、この時点での PP3 上の水位は 1.5(cm)であることから、Fig.3 において測定点①の比抵抗値変化率が減少し始めた時点とほぼ一致することになる。d14i38 に関しても同様に、測定点①での比抵抗値変化率が減少し始めた時点での PP3 上の水位を超えると安全率の低下は著しくなっている。このように、締固め度が異なる盛土において、斜面の安全率が激減する水位は必ずしも一致しないことから、比抵抗値により捉えた地下水位に対する斜面の安定性は異なるが、浸透流を受ける盛土斜面の崩壊機構には法先の挙動が大きく関与しているので、法先部の地下水位の状態を把握することが斜面崩壊時期の予測の第一歩であると考えられる。特に、これらの実験ケースにおいては比抵抗法により斜面の安定性が急低下する時期を捉えられたといえる。

5. まとめ

本研究では、斜面崩壊予測手法としての電気探査法の可能性を検討す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、浸透流を受ける盛土に関して、法先の崩壊が壊滅的な崩壊を招くため、斜面の崩壊時期を予測するに際して特に法先部での水位を迅速に知る必要があり、ある決まった電極間隔において測定される比抵抗値と地下水位との関係を知ることが可能であることが分った。今後、これらの関係を追究していくことで、電気探査法により斜面崩壊時期を予測することは十分可能であるといえる。

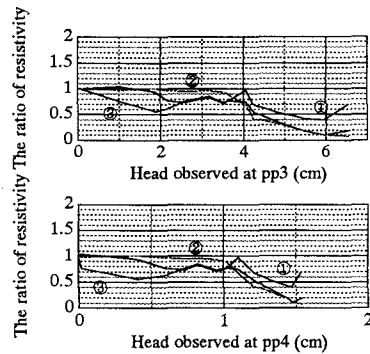


Fig.4 比抵抗値変化率と斜面内水位の関係

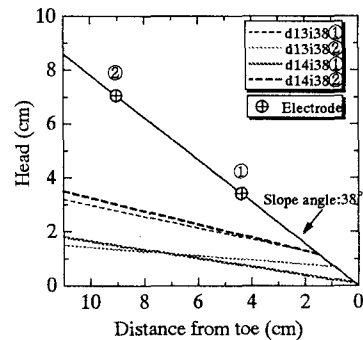


Fig.5 斜面内の仮定水位

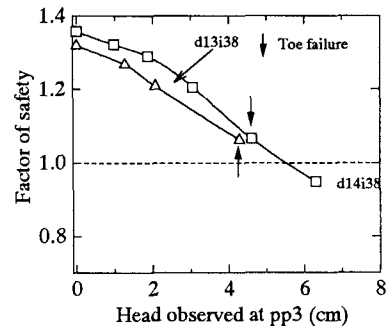


Fig.6 安全率と斜面内水位(PP3)の関係