

地電位観測による地盤災害の予測技術開発への試み

(株)フジタ技術センター 正会員 ○村山 秀幸 加藤 卓朗
東海大学地震予知研究センター 長尾 年恭
(株)地盤調査事務所 小野 義之
(株)東建ジオテック 入野 寛彦

1. はじめに

従来から、地震発生前後に様々な電磁気学的な現象が発生することが主に定性的あるいは現象論として報告されてきたが、最近、その科学的な論拠が固体物理あるいは固体力学分野の研究によって議論¹⁾されつつある。地盤における電磁波現象のうち特に地電位観測の特徴は、主に測線配置と精密な観測(頻度1～10秒)にある。一方、地盤破壊現象における電磁気的特性の解明は、岩盤崩落や地すべりなどの地盤防災の観点から重要であると考えられる。筆者らは、このような観点から地盤災害の予測技術として地電位観測の利用に関していくつかの報告^{2)～6)}を実施している。本報告では、電磁波現象に関する既往研究を整理すると共に、室内実験における地電位現象を紹介し、本手法の地盤災害の予測技術に対する適用性について述べる。

2. 地盤における地電位観測の概要と既存研究の整理

本報告における地電位測定は、ギリシアにおける地震予知手法であるVAN法に相当し、地盤内に設置した電極間の電位差(地電位)を精密かつ連続的に観測し、地震前後に発生すると考えられている電位信号(SES: Seismic Electric Signalsと称する)を捕らえようとする手法である。本手法は、国内では主に岩石材料の力学試験(一軸圧縮試験、せん断試験、引張試験など)において実証実験がなされ、岩石の破壊過程における電磁波の発生現象^{2),3),6)}が明らかになりつつある。土質材料を用いた室内実験に関しては、岩石と比較してその実施例が少ないが、筆者ら^{2),4)}の豊浦標準砂を用いた土槽実験では、模擬斜面のすべり・崩壊過程において電位差の発生現象を明らかとしている。一方、地すべりや斜面崩落などの現場への適用は、現在のところ非常に限られているが数例の報告^{5),7)}がなされており、今後現場への適用と検証が大きな課題となる。

以上より、地盤材料が破壊・崩壊する過程において、何らかの電磁波現象が発生していることは明確であり、その発生メカニズムを踏まえた地盤工学的な計測・物理量としての評価が今後最も重要となると言える。表-1に地震工学における固体力学的な立場からの電磁波発生メカニズムに関する諸モデルを示す。また、本手法を地盤防災予測に適用するためには、①すべり・崩壊過程で発生する電磁気現象の把握 ②地下水変動(地下水位の変動や降雨水の地盤への浸透、間隙水圧の上昇など)の把握などを明らかにする必要がある。

表-1 電磁波発生メカニズムに関する諸モデル(固体力学的観点より)

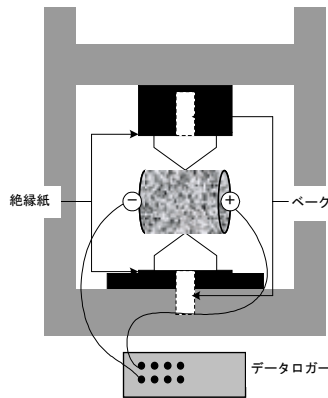
モデル名称	必要な仮定	発生メカニズム
流動電位	応力勾配、間隙水	岩石表面との電気的な相互作用のために、岩石中の空隙を圧力勾配によって流れる間隙水が電荷を運ぶ。
クラック形成による電磁放射	応力変化・導体	クラック形成に伴い電荷分離が生じることによって電流が流れる。
圧電分極の補償電荷(Ikeya, 1997)	応力変化・圧電物質・導体	圧電物質に応力が加わると分極が生じ、この分極を遮蔽するために自由電荷が再配置される。応力がなくなるとこの自由電荷の対消滅によって電磁波が放出される。
圧力誘導電流(Varotsos, 1998)	応力変化・格子欠陥	価数の異なる不純物イオンによって、結晶中に電気双極子が生成される。圧力が高くなるとこの双極子が回転し易くなり、ある圧力のとき外部電場の方向に向きが揃う。このとき双極子の回転にともなって電流が流れる。

キーワード：地盤災害、地電位観測、電位差、地すべり、斜面崩落、地下水
連絡先：〒243-0125 神奈川県厚木市小野2025-1 tel046(250)7095, fax046(250)7139

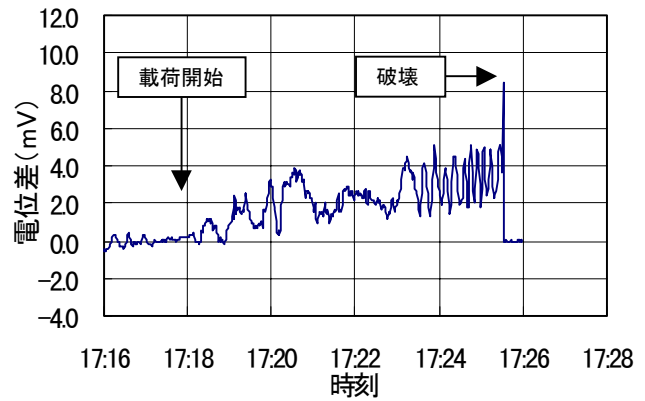
3. 室内実験

3-1) 岩石簡易試験

図-1に簡易引張強度試験であるポイントロード試験における地電位の測定例を示す。用いた供試体は自然乾燥状態の花崗岩であり、図より破壊過程において明らかな電位変化(電位差の絶対量の変化, 周波数の変化)が計測されている。



(a) ポイントロード試験による測定方法

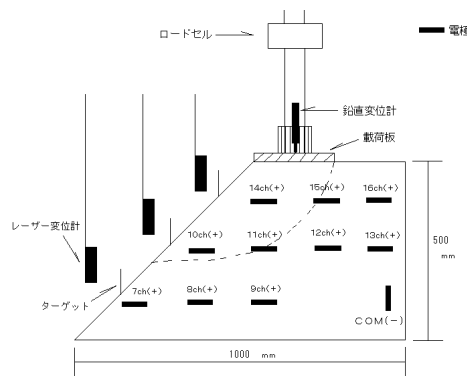


(b) 電位変化事例(花崗岩, 自然乾燥状態)

図-1 岩石の簡易引張試験(ポイントロード試験)における電位変化例

3-2) 土槽斜面のすべり・崩壊実験

図-2に室内土槽実験として、豊浦標準砂を用いた模擬斜面を作成し上載荷重を作用させることによって強制的にすべり・崩壊を発生させた実験例を示す。図-2には、斜面深部の電



(a) 実験状況

(豊浦標準砂, 含水比約5%)

(b) 地電位の変化状況

(電位変化/電極間距離)

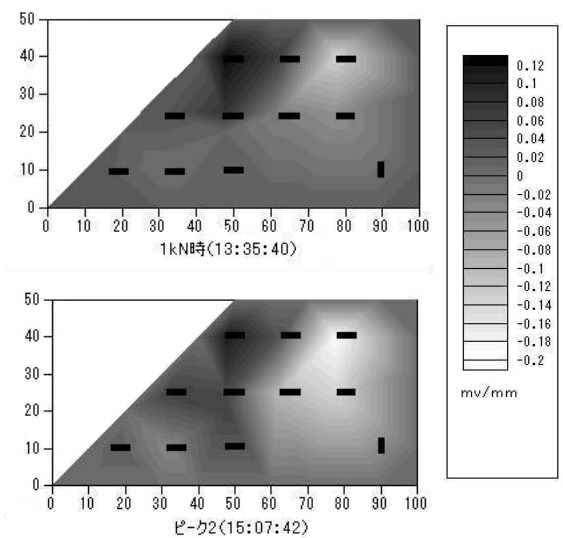


図-2 室内土槽実験におけるのり面崩壊過程における地電位変化事例

極を共通電極(COM(-)):全ての電位測定チャンネルで共通の(-)極)とし、この相対的な電位変化を電極間距離で除してその変化量がある上載荷重の応力レベルに従って示している。図より、地電位変化量は、発生したすべり土塊領域(不安定領域)と斜面深部(安定領域)において明らかに異なることが示されている。

以上より、室内実験レベルにおいては岩石や砂などの破壊・すべり現象において顕著な電磁波現象が発生し、それらを計測可能であることが分かり、本手法の地盤災害予測技術への適用性が示唆される。

4. おわりに

本報告では、地すべりや斜面崩壊などの地盤災害の予測技術に対する地電位観測の適用性に関して、既存研究を整理すると同時に、室内実験から本手法の適用性を検証した。その結果、室内実験では本手法の適用性が充分示唆されるものの、今後の現場計測においては様々な周波数領域の電磁波が錯綜しているなかでの計測となり、地電位データの評価におけるノイズ除去(波形処理)がキーポイントとなると考えている。

【参考文献】1)長尾年恭:自然電位高精度観測による地震予知可能性の探求とその理論的メカニズムの解明,平成6年度〜平成8年度科学研究費補助金(基礎研究(B)(2))研究成果報告書,1996. 2)加藤・村山・長尾・小野・入野:室内簡易実験による地盤材料の電位特性について,第54回土木学会年次講演会(Ⅲ),1999.9. 3)加藤・村山・長尾・小野・入野:地電位観測を利用した地盤災害の予測技術の開発(その1,岩石の簡易破壊実験),第36回地盤工学研究発表会(投稿中) 4)河口・福村・加藤・村山・小野・長尾:地電位観測を利用した地盤災害の予測技術の開発(その2,模擬斜面の崩壊実験),第36回地盤工学研究発表会(投稿中) 5)小野・太田・村山・加藤・入野・長尾:地電位観測を利用した地盤災害の予測技術の開発(その3,切土のり面における現場測定),第36回地盤工学研究発表会(投稿中) 6)福井・大久保・寺嶋:一軸圧縮試験における岩石からの電磁波の発生,土木学会,第31回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集,pp.141-145,2001.1. 7)伊藤・南雲:地すべり地の斜面変動に伴う土地電位の挙動,地すべり,Vol.29, No.3, pp.27-34,1992.