

株式会社フジタ 正会員 ○加藤卓朗
 東海大学地震予知研究センター 長尾年恭
 株式会社地盤調査事務所 小野義之
 株式会社東建ジオテック 入野寛彦

1. はじめに

地盤深部の破壊現象である地震活動に伴い、その前兆現象として地盤に様々な電磁波現象が発生することが多く報告され、特に電位（地電位）の変化は、地震予知手法として注目されている¹⁾。地電位観測手法は一種の電気探査法であり、その特徴は主に電極配置（直交に長測線と短測線を配置）と精密な観測（計測頻度1秒から10秒）にある。一方、地すべりや斜面崩壊などの地殻極表層の破壊現象は、地殻変動に伴う現象ではなく、風化作用や地下水の変動など地表の影響を強く受けた現象であると考えられ、これらの地盤破壊現象を電磁波現象の立場からアプローチする試みは現在のところ未知の研究領域である。

本報告では、地電位観測手法を地盤の破壊予測に適用することを目的として実施した室内簡易実験の計測システムと実験結果について、また現場にて実施した計測についてその概要を述べる。

2. 実験方法

室内簡易破壊実験として、豊浦標準砂を用いた簡易盛土斜面の崩壊時および岩石の点載荷試験（ポイントロード試験）における引張破壊時の電位測定を実施した。電位測定には地電位差測定転送装置SES-96（入力範囲：約±10V、A/D変換分解能：20bit、メモリ容量：4MB）を使用し、サンプリングタイムは1秒とした。

2.1 簡易盛土斜面の崩壊

実験状況を図1に示す。実験はアクリル土槽内に豊浦標準砂を上辺200mm、底辺350mm、高さ150mm、幅120mm、斜面勾配45°に整形し、銅製の電極を図2のように設置した。この試料の上面に載荷板を設置し、鉛直方向に強制的に変位を生じさせ、崩壊過程における電極間の電位差を測定した。実験は電極形状、電極配置など数種類のパターンで実施し、鉛直変位は、連続的および断続的に増加させる2通りの方法で実施した。

2.2 岩石の引張破壊

実験状況を図3に示す。一対の電極を設置した岩石試料を点載荷試験機にて載荷し、破壊過程における電位差を測定した。なお、載荷機と供試体を電氣的に絶縁するため、載荷ピンのシャフト部をベークライト製とし、その周辺部には絶縁紙を挟在した。供試体としては稲田花崗岩、来待砂岩を用いた。実験は連続的および断続的に荷重を加える2通りの載荷方法にて実施した。

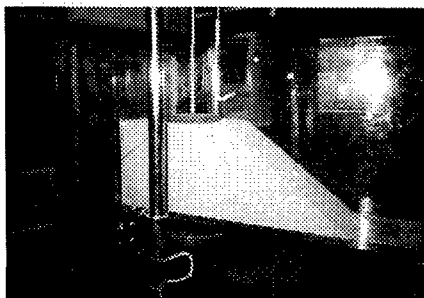


図1 実験状況（斜面崩壊）

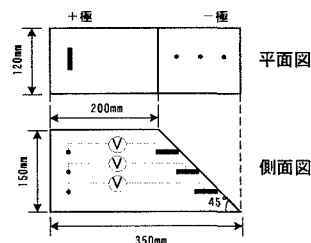


図2 電極配置例（V:デ-タカ-）



図3 実験状況（岩石破壊）

キーワード：電磁波現象，斜面崩壊，地すべり，電位計測

連絡先：〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 TEL 046(250)7095 FAX 046(250)7139

3. 実験結果

3.1 簡易盛土斜面の崩壊

実験では簡易盛土斜面の崩壊に伴う電位差として数 mV から数 10mV の電位変化がいくつかのパターンで測定された。そのうち特徴的な電位変化として、載荷直後にパルス的に電位変化が生じ、すぐに 0 に戻る現象が、電極形状、電極配置、鉛直変位の作用方法に関わらず、多くの場合に測定された。実験開始から崩壊に至る電位変化の一例を図 4 に示す。図 4 は電極を図 2 に示したように浅部、中央部、深部の 3 箇所配置し、鉛直変位を 2 分毎（約 1.5mm/回）に断続的に作用させた例である。図より電位変化は深部より浅部の電極に顕著に発生し、破壊が進行するに伴って電位差は大きくなる傾向を示している。すなわち、浅部の電極では全ての変位増加時に約 1 mV の電位変化が生じ、変位中断時の約 2 分間で徐々に電位変化が減少している。中央部の電極では載荷開始時は浅部ほどの変化はみられず、2 回目の荷重増加時から浅部と同様の傾向がみられる。深部はごく微小な電位差変化であり、浅部、中央部と傾向が異なっている。これらの電位変化は斜面に発生するクラックの位置と進展に関連していると考えられる。

3.2 岩石の引張破壊

実験では岩石破壊に伴う電位差として、数 mV～10 数 mV の電位変化が測定された。電位変化は多くの場合、載荷開始直後と破壊時に瞬間的にみられ、載荷中は比較的小さい場合があり、それらの傾向は様でない。載荷中に比較的大きな電位差が発生した例として、稲田花崗岩を連続的に載荷したケースにおける測定結果を図 5 に示す。図 5 より電位変化は載荷前の安定した状態と比較して、載荷直後に振幅が大きいが分かり、約 3 分後以降には、短周期な電位変化の発生がみられる。このように電位の振幅と周期の変化が載荷時ならびに破壊直前に発生しており、電位測定により破壊の兆候を捉えた可能性があると考えられる。

4. 現場計測

現場計測システムの構築、データ処理技術の向上を目的として、トンネル施工現場にて地電位連続計測を実施した。電極としてはトンネル側壁に穿孔し鉛棒を設置するか、図 6 のようにロックボルトを使用した。電極タイプの違いによる接地抵抗の差異はあまりみられないことから、ロックボルトは電極として有効に機能することが示された。掘削の進行に伴い電極を増設していき、トンネル縦断方向および横断方向の電位差を測定した。なお、サンプリングタイムは 10 秒とした。計測結果と掘削作業との関係については現在検証中である。

5. おわりに

実験結果より、各々の破壊過程において特徴的な電位変化が計測され、地盤の破壊予測への地電位観測手法の適用可能性が示唆されたと考えられる。今後、室内実験における測定精度を向上させると共に、現場実験を継続して地電位観測システムの信頼性や課題について検証する予定である。

【参考文献】 1) 長尾年恭, 1996, 自然電位高密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

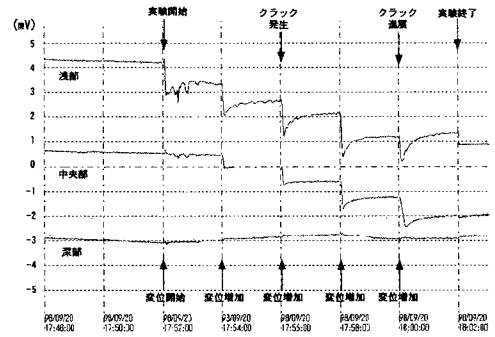


図 4 測定結果（斜面崩壊）

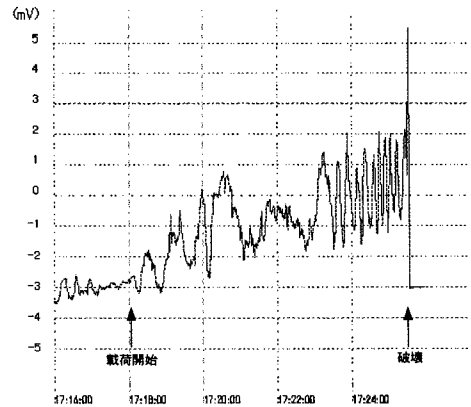


図 5 測定結果（岩石破壊）

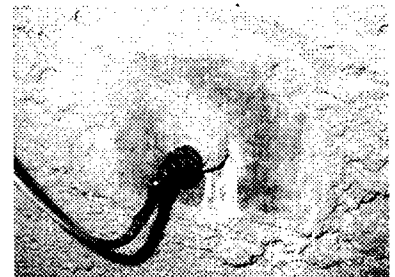


図 6 ロックボルト電極