

VI-62

A Eによる斜面の動態観測について

フジタ工業(株)技術研究所

正員 ○秩父顕美 正員 城 和裕

同上

正員 香川和夫 正員 鎌田正孝

1. はじめに

地すべりや、斜面の崩壊が予想される地点での建設工事では、設計時の不確実性を補足する目的で、地山の挙動を計測しながら施工する、情報化施工が採用されるケースが多くなる傾向にある。このような情報化施工では、計測値とあらかじめ決められた管理基準値を対比し、安全を常時確認しながら施工する。しかし、地表面変位や、地中変位などの値は、地山の条件などによって大きく異なるため、管理基準値の合理的な決定方法は必ずしも明確ではない。本報告では、斜面の動態観測を行なうにあたり、従来より計測されている変位のほかに、斜面などが崩壊する際に発生するA E (アコースティックエミッション) を計測し、これを用いて安全性の評価を試みたので、その結果を報告する。

2. 計測概要

工事は、急傾斜地における道路の改良工事である。図-1に計測を行なった地点の断面図を示す。付近の地質は、表土、崖錐が極めて薄く、風化が深くまで進んだ玄武岩で構成されている。改良前の道路の切土斜面(図中点線)は、約2カ月前に図に示すすべり面で崩壊した。改良計画では、再び崩壊の恐れがあることから、上部の未崩壊部分の一部を切り取り、法枠とロックアンカーで斜面を押える方法が採用され、道路部分にはボックスカルバート(延長30m)が計画された。早急に道路を確保する必要から、山留めを設置してボックスカルバートを先に施工し、完了後法枠工、アンカーを施工する工程が組まれた。このため、山留め壁施工時の斜面上部の崩壊、および山留め壁の転倒などが、安全管理上重要なポイントとなった。

図-2に計測概要を示す。A E計測は、山留め壁のロックアンカーと、上部の未崩壊部分に打ち込んだワイヤの先端にA Eセンサーをそれぞれ取り付けて行なった。使用したA Eセンサーは、カテナ内蔵の圧電型加速度センサーである。作業中の雑音の影響を考慮して、作業休止時間に計測し、さらに、バックグラウンドノイズを取り除くために、1 KHzのハイパスフィルターを通してカットした。計測の対象となるA Eの周波数範囲は1~20 KHzである。1回当たりの計測時間は10分間とし、利得80 dB、しきい値0.5Vでカウントした。計測は、山留め壁の1段目のアンカー打設完了後から始めた。

3. 計測結果とその考察

1) 未崩壊部分の挙動とA E特性

図-3に、未崩壊部分におけるA Eと、地表面変位の計測結果を示す。計測を開始した時点からしばらくの間はA E、地表面変位ともほとんど変化が見られなかったが、8日目(2月2日)の午後にかかなり激しい降雨があり、その日の夕方の計測では、かなりのA Eの発生が認められた。A Eは構造物が外力を受けて、変形や破壊を生じる時に放出される弾性エネルギーであり、A Eが観測されたということは、斜面の内部にお

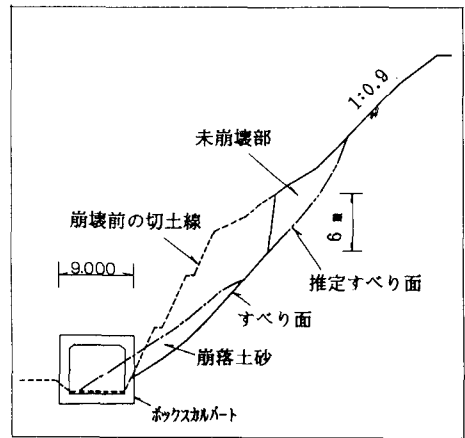


図-1 断面図

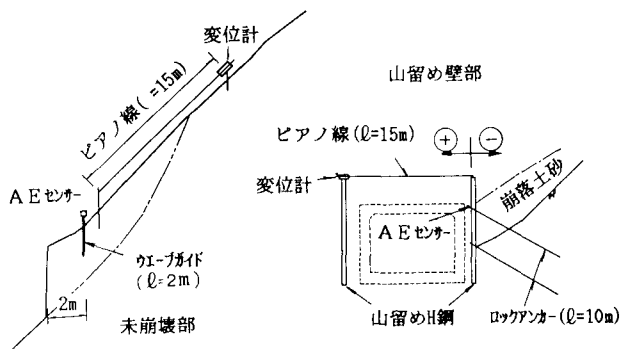


図-2 計測概要

いて微小なクラックや変形が生じたものと考えることができる。雨水の浸透により土塊の重量が増え、内部の応力のバランスが乱されたものと思われる。斜面の不安定性が増長されると、A Eのカウント数はさらに増加するが、翌朝にはA Eは収束し、ほとんど発生が認められなかった。内部応力の再分配により、斜面は再び安定状態を回復したと思われる。その後、この部分においてA Eはほとんど観測されなかった。このように、A E計測法では内部において発生するA Eを直接計測することによって、そこで起こりつつある現象を直接的に推定することが

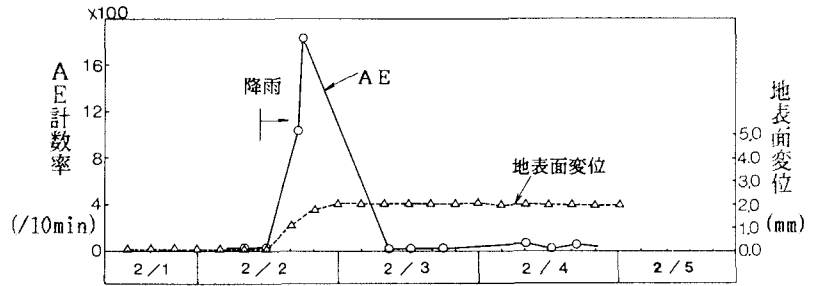


図-3 未崩壊部分における計測結果

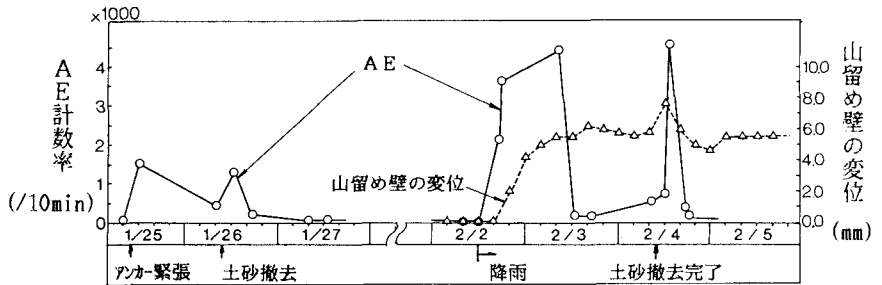


図-4 山留め壁の変位とA E計数率

可能であるため、動態観測の一手段として非常に有効である。一方、地表面変位の計測においても、降雨時微小な変化が観測された。しかし、今回のように、変化の値が非常に小さい（約2.0mm）場合には、それが崩壊の前兆を示す値であるかどうかの判断は非常に難しい。地表面変位などのように外部に現われた変化から、その内部で起こりつつある現象を間接的に推定することには、おのずと限界があると思われる。

2) 山留め壁の挙動とA E特性

山留め壁の変位と、A Eの計測結果を図-4に示す。変位は、2段目アンカーの緊張完了後から計測を開始した。山留め壁のロックアンカーに取り付けたセンサーで計測されたA Eは、アンカー固定部の引抜き破壊、崩落土砂の移動、地山のすべり破壊、などがその発生原因と考えられる。1月25日～26日にかけてのA Eの変化をみると、緊張前にはほとんど発生していなかったA Eが、緊張後の計測では（4 h経過）かなりの頻度で発生している。アンカーの緊張荷重により、その固定部で微小なクラックが生じているためと思われる。その後、A Eは収束する傾向にあるが、2段目のアンカー打設のために、受動側の土砂を取り除くと再び増加している。2月2日の降雨時にもA Eがかなり発生している。これは降雨により、崩落土砂が下方に移動し、山留め壁の主働土圧が増え、アンカーの引抜き荷重が増加したためと思われる。また、2月4日に秒スカルパトの施工基面まで受動側の土砂を取り除いた時にかなりのA Eが発生している。これらの結果は、山留め壁の変位と非常によく対応している。しかし、いずれの場合も、A Eの発生は比較的短時間の内に、収束していることから、山留め壁が崩壊する恐れはないものと判断して、工事を続行した。

4. おわりに 今回、斜面などの動態観測一つの手法として、A E法の適用を試みた。その結果、この方法が非常に有効な方法であることがわかった。しかし、動態観測法としてさらに実用化を進めるためには

- 1) A Eの発生状況を連続的に把握するための自動計測
- 2) 作業中に発生する重機などの雑音を効果的に取り除く方法
- 3) A Eによる崩壊予知の判断基準

などの検討が今後の課題であると考えられる。