

(35) 地滑り実験時のAE観測

大成建設 技研 正会員	○ 川上 純
東京農業大学農学部	山口 伊佐夫
三重大学 生物資源学部	川邊 洋
東京大学 農学部	西尾 邦彦
	芝野 博文

Acoustic Emission Monitoring of Landslide

Jun KAWAKAMI, Taisei Corporation
Isao YAMAGUCHI, Tokyo University of Agriculture
Hiroshi KAWABE, Mie University
Kunihiko NISHIO, Tokyo University
Hirofumi SHIBANO, Tokyo University

To elucidate the mechanism of landslide, landslide test was performed on site. AE monitoring was performed using steel wave guide at this test also, to evaluate use of the AE technique in the monitoring of landslide.

As the test results, At the AE monitoring points near surface crack were developed, AE event rate increased rapidly when surface cracks were developed. And good relation between AE event rate and ground surface slide rate was recognized. In this respect, AE event rate could be good index.

On the other hand, at the AE monitoring points where surface crack was not developed, almost no AE events were detected. Therefore, to apply AE method to prediction of landslide moving, it is necessary to develop more sensitive monitoring technique.

1. はじめに

地滑りや斜面崩壊予測のためのモニタリング手法として、従来の計測方法では感知できないような微小な変化をとらえられるAE手法が注目されている。AEの計測方法としては、通常の地盤の場合、数mのウェーブガイドを地中に刺し、その上部にAEセンサーを取り付ける方法が一般的である。このウェーブガイドを用いる方法は、

- ・機動性があるため、広域測定が容易に行える。
- ・短時間の測定で、斜面の安定性が判断できる。
- ・計測装置が簡単である。

等の点で優れていると考えられており、地滑りや斜面崩壊予測のためのいくつかの試みがなされている。しかし、実際に現位置において、崩壊時のAE観測を行うチャンスは少なく、その有効性を評価するには、より多くの現位置測定が必要と考えられる。

筆者等は、現位置における地滑り実験を行う機会を得、ウェーブガイドを用いて地滑りに伴うAEの観測を行い、その適用性について検討を行った。

2. 地滑り実験の概要

地滑り実験は、静岡県由比地区の自然斜面において実施した。図-1に実験場の平面図と断面図を示す。斜面下部には、幅2m深さ2m程度の溝を掘削し、斜面が滑り易いようにした。そして、斜面上部に掘った長さ12mの注水溝に注水した。注水は2月2日14:00に開始し、途中2回程度中断されたが、ほぼ $0.85\text{m}^3/\text{hr}$ の速度で連続的に行った。そして斜面が約50cm滑った2月15日に下部の溝を埋め戻し、2月28日に注水を打ち切り、実験を終了した。

斜面変状の計測は図-1に示すように、伸縮計3箇所、孔内傾斜計3本（深さ10m）、水位計2箇所、間隙水圧計3箇所（1箇所当たり-1m、-3m、-5m）により行った。また約150m離れた斜面の谷を挟んだ反対側から光波測量により、地表面の移動量を測定した。光波測量用の測点は、メッシュ状に50箇所設置した杭を用いた。

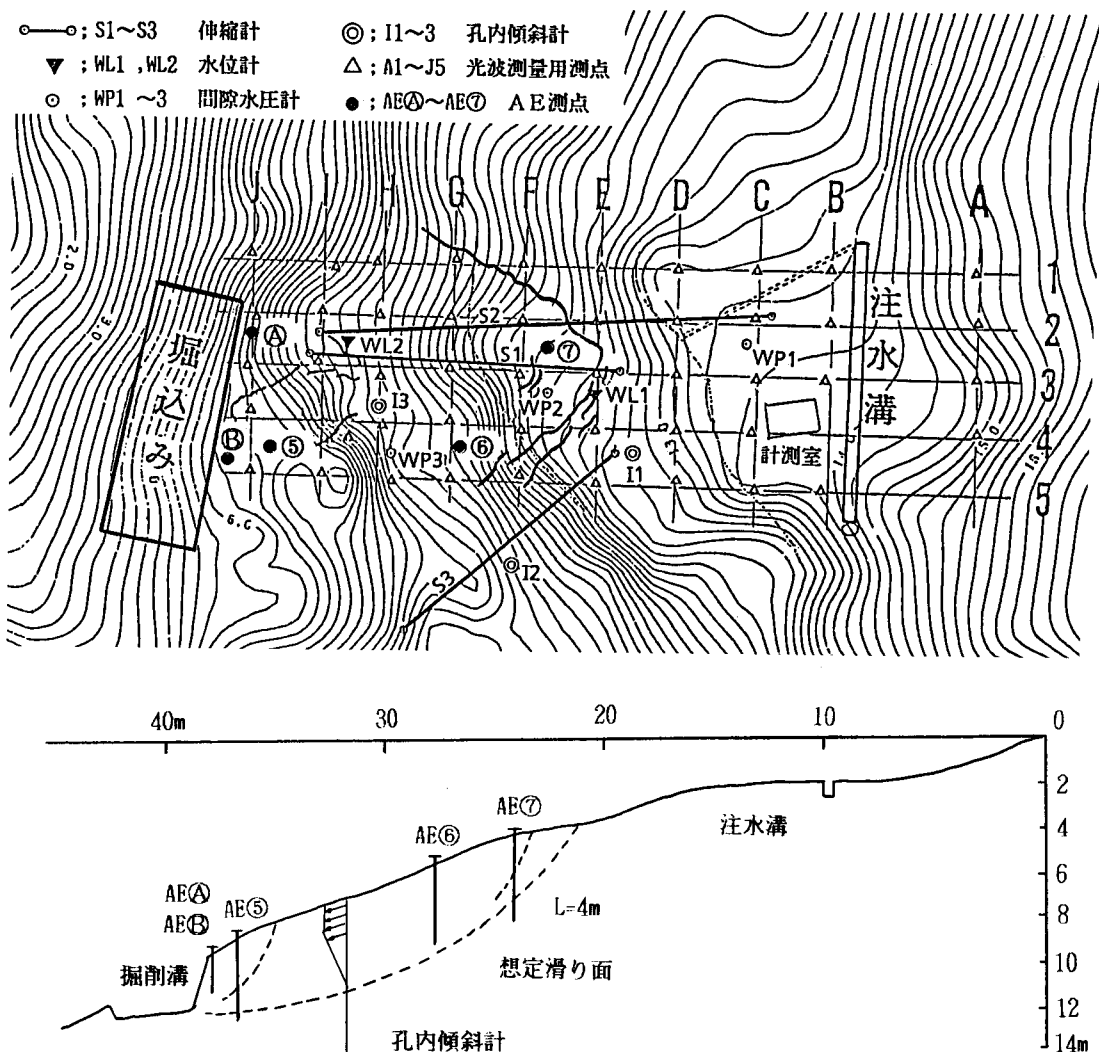


図-1 実験場の平面図と断面図及び計測点の位置

3. ウェーブガイドによるAE計測方法

AE計測位置は、図-1に示すように、

- ・斜面下部に掘削した溝のすぐ上部に2点 ——— AE④, AE③
- ・斜面上に3点 ——— AE⑤, AE⑥, AE⑦

の計5点である。

測点AE④, AE③は、長さ2mのウェーブガイドを打ち込んだだけの測点であり、測点AE⑤, AE⑥, AE⑦は、深さ3mの孔内に4mのウェーブガイドを打ち込み、周囲を砂で埋め戻した。

AEセンサーには、プレアンプ内蔵型の加速度計7071Sを使用し、0.1gal以上のAEを計測した。なお、ノイズ除去のために100Hz～1000Hzのフィルターを使用している。

4. 実験結果

4.1 地滑り発生状況

地滑りは図-1に示したように、斜面の中腹を頂点とし、斜面に向かってやや左側で発生した。図-2に光波測量から求めた地表面の移動量を、2日間毎に示した。注水開始後斜面の下部が動き始めたが、一時小康状態となり、そ

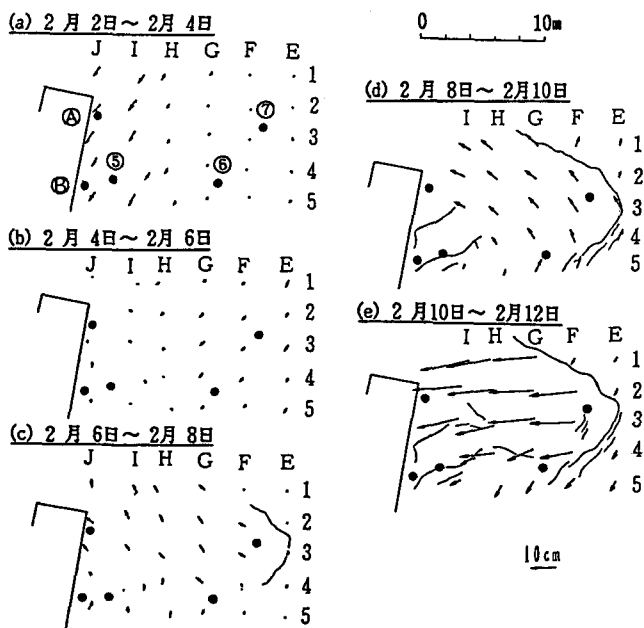


図-2 地表面の移動量の変化

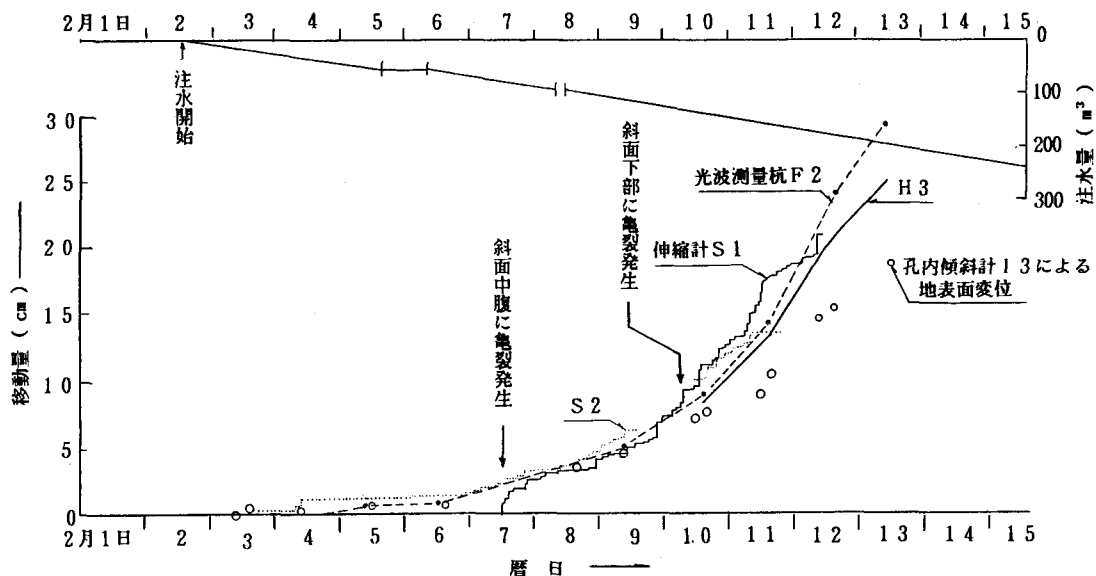


図-3 注水量と斜面変位の経時変化

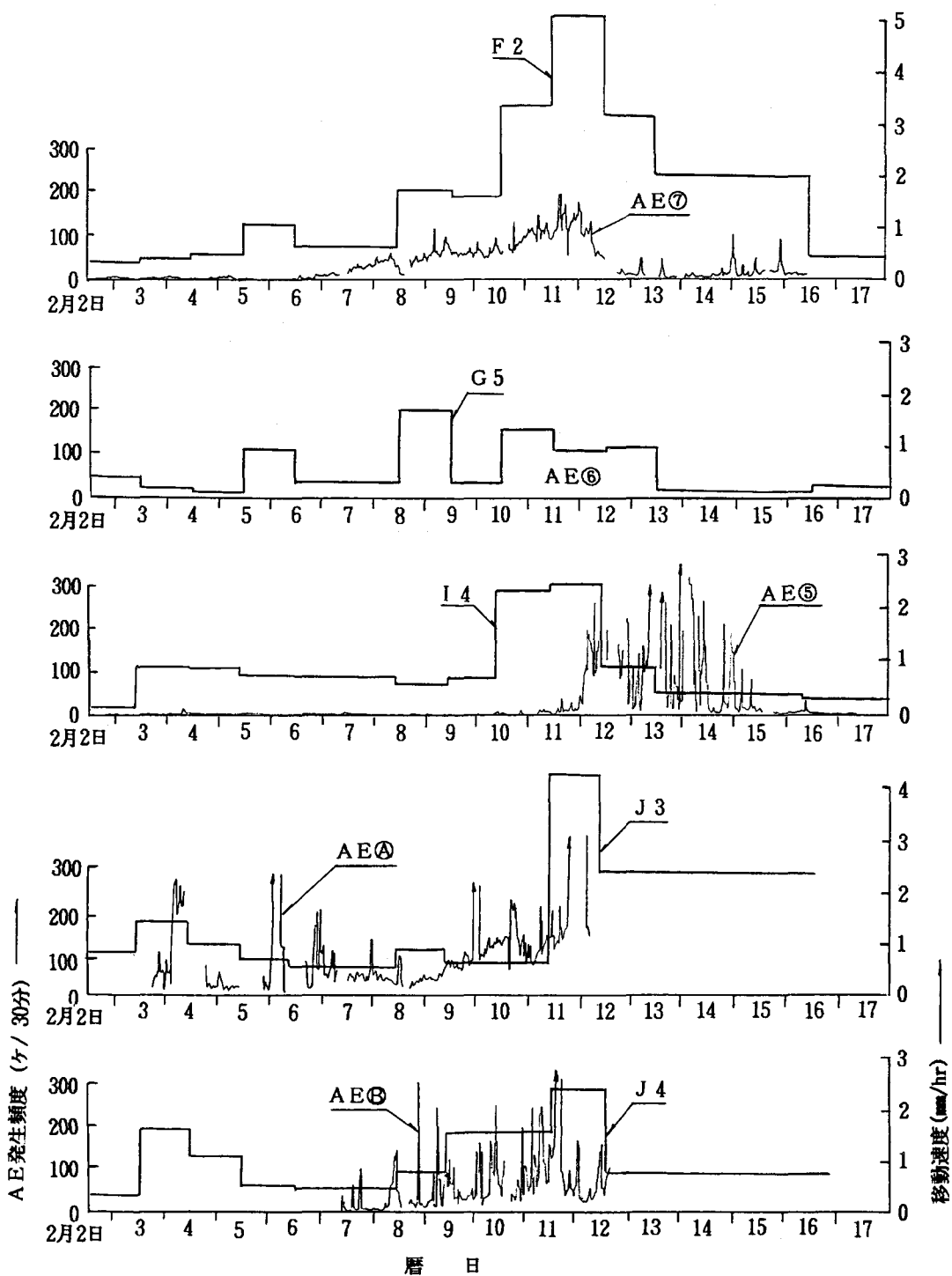


図4 各測点のAE発生頻度とその付近の光波測量杭の移動速度の経時変化

の後斜面が回転するように動き出し、最終的には斜面下部の掘削溝に向かって滑っているのが分かる。

図-3は地滑りの頭部付近の地表の動きの経時変化を示したものである。斜面は 2月 6日頃から動きが早くなり、同時に斜面の中腹（AE⑦の直上）に亀裂が発生した。その後 2月10日に、斜面下部の測点AE⑤付近に亀裂が発生するとともに、さらに移動速度が増し、最終段階では地滑り上部の亀裂は、落差40cm幅30cmに達した。

4. 2 AEの発生状況と地山変化の関係

図-4には、各測点の30分当たりのAE発生頻度とその付近の光波測量杭の移動速度を示した。この図から各測点のAE発生頻度と地山の変状の関係をを見ると、以下のようになる。

(1) 斜面下部の溝付近の測点AE④、AE③

斜面下の溝の側壁からは、2月 3日に水が滲み出し始め、以後側壁が少しずつ崩壊し始めていた。測点AE④では、2月 3日からAEが観測され始め、一旦AEの発生頻度は減少したが、2月 9日頃から再び増大している。測点AE③では 2月 7日から測定しているが、やはり 2月 9日からAE発生頻度が増大している。この付近の地表の移動速度も、図-2に示すように、2月 9日から大きくなっており、AE発生頻度と良い相関が見られる。

(2) 斜面上の測点AE⑤、AE⑥、AE⑦

測点AE⑦では、2月 6日の昼頃からAEが観測され始め、時間とともに発生頻度が増大している。この付近では、2月 7日に亀裂が発生しており、また移動計、傾斜計も 2月 6日頃から動き始めている。

測点AE⑤では、2月10日頃からAEが観測され始めているが、この付近で亀裂が発生したのも 2月10日であり、両者の時期は一致している。また、両測点とも、AE測点付近の地表の移動速度とAE発生頻度とは、良い相関が見られ、地山の変状とAE発生状況とは、良く対応していた。

一方、測点AE⑥では、地表の動きは他と同程度であったが、地表には亀裂が発生しておらず、AEが観測されるには、亀裂の発生が必要であるように思える。

孔内傾斜計の測定結果を見ると、図-1のように深さ1m～4mの間がせん断変形している。測点AE⑥では、ウェーブガイドは滑り土塊より下部に達しておらず、ウェーブガイドは滑り土塊と一体となって移動していたため、AEが観測されなかったと考えられる。

5. まとめ

自然斜面での地滑り実験においてAE観測を行い、以下のことが明らかになった。

- ・ 亀裂の発生した付近のAE発生頻度とその付近の地表の移動速度とは、良い相関が認められ、AEの発生頻度はある程度の定量的な指標になる。
- ・ AE発生頻度の増大時期と、その付近の亀裂発生時期とは、ほぼ同時であり、今回用いたウェーブガイドによる計測方法では、AEの予測感度に対する優位性はあまり認められなかった。
- ・ 近くに亀裂が発生していない測点（地滑り土塊の中）では、AEはほとんど観測されず、少なくともウェーブガイドは滑り面または亀裂面を横切っている必要がある。

今回の計測では、AE発生頻度は地表の移動速度と良い相関があることが分かったが、崩壊予知にAE手法を適用するには、より感度の良い計測方法が必要となろう。

最後に本実験において、実験場所の提供及び計測に多大な御協力をいただいた、東京営林局由比治山事務所の皆様、及び（財）林業土木施設研究所の飯田様に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) S. Yuda, Y. Hashimoto, K. Takahashi, M. Kumagai, H. Niitsuma and N. Chubachi, Proc. of The 7th Int. Symp, P660 ~667, 1984