

国立防災科学技術センター 森脇 寛・井口 隆

1. まえがき

大規模な地すべりや崩壊発生の前ぶれとして、地鳴りがしばしば発生することが知られている。例えば、昭和57年8月の奈良県西吉野村和田地すべりでは崩壊発生の約20分前、昭和59年9月の兵庫県一宮町抜山地すべりでは約60分前から激しい地鳴りが発生している。これらの地鳴りは山体の変形・破壊に伴うものであろうが、より早い段階で音(微小音)をとらえる手法が確立されれば、有効な予知手段となる。微小音の測定から崩壊時期を予知しようという試みがいくつか行われているが^{1), 2)}、実際の地すべりや崩壊に適用した事例は少なく、崩壊過程における音響特性については十分解明されていないようである。筆者らは降雨による大型斜面崩壊実験を行い、一連の崩壊過程で発生する微小音の測定を試みた。ここではこの実験の概要と測定した音の周波数帯域の変化について報告する。

2. 実験の概要および計測

斜面模型(長さ6m、幅1.5m)の概略と計器埋設位置を図1に示す。供試土は千葉県佐原産山砂(比重2.72)を用いた。実験に用いる土層条件をなるべく自然状態に近づけるため、製作した斜面土層は屋外にて一年間養生している。その後、当センターの大型降雨実験装置(移動型)を本実験区画に移動させ、散水実験を行った。散水は50mm/hrの強度で、崩壊するまで継続した。

音の測定に用いたセンサーはハイドロホン(水中音圧計: 沖電気工業kk製)で外径26mm、長さ20cm、周波数範囲は10

Hz～50KHz、60dBの前置増幅器が内蔵されている。地表面移動量測定には回転摺動抵抗型移動計(2cm/回転、坂田電気kk製)を用いた。これらの測器の測定系および解析系のフローチャートを図2に示す。また、土層の変形・破壊状況を見るために、半練り状の白色カオリン粘土を土層と壁面(強化ガラス)の境界に一定間隔で棒状に注入している。その変形状況を直接観察するとともにモータードライフにて連続撮影を行った。

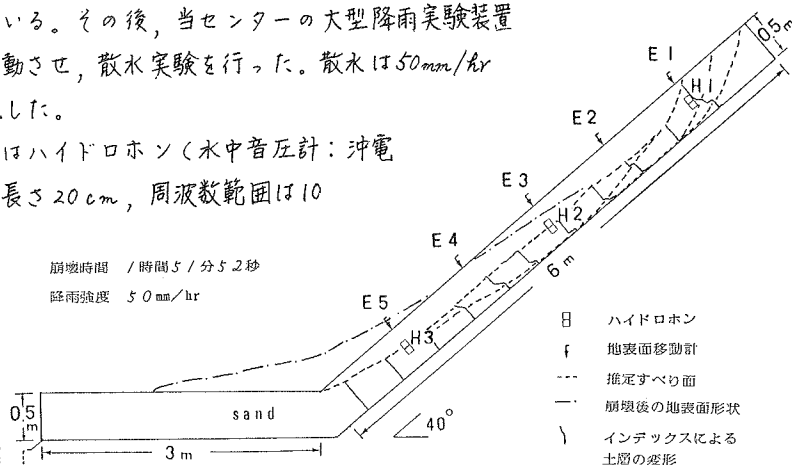


図1 実験模型と計器埋設位置

析系のフローチャートを図2に示す。また、土層の変形・破壊状況を見るために、半練り状の白色カオリン粘土を土層と壁面(強化ガラス)の境界に一定間隔で棒状に注入している。その変形状況を直接観察するとともにモータードライフにて連続撮影を行った。

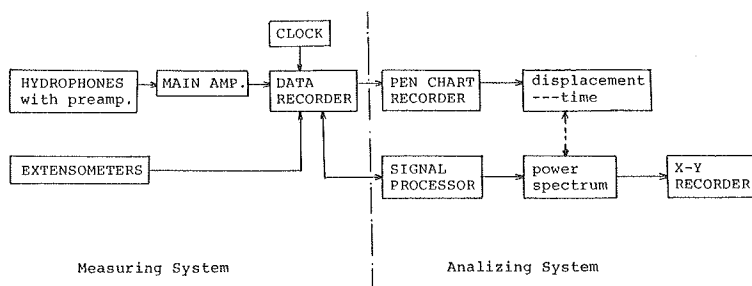


図2 微小音測定および解析系フロー図

この他、間ゲキ水圧、土圧、浸透流量、地下水位の変化も測定した。

3. 実験結果と検討

斜面土層は散水開始後、101分すぎから移動し始め(E2)、その後加速しながら111分52秒に崩壊した。図3は崩壊(矢印)の1分40秒前からの微小音の波形と移動量の記録である。但

し、このペンレコーダの周波数は100Hzである。

この実験でとらえた微小音(H3)のパワースペクトルを時系列に並べたものが図4である(破線はE2地点の移動量変化、Vは各時刻におけるその平均移動速度を示す)。サンプリング間隔はいずれも1msecで、1024個とっている。また、時間軸は崩壊時刻(図3矢印)より前を $-t$ としている。図4によると、ほぼ1分前から100Hz以下の微小音の発生がみられる。そして崩壊が近くなるにつれて、周波数帯域は広がる傾向を示し、崩壊直前では500Hzを越え、全体のパワーも大きくなっている。室内実験の報告(卓越周波数:数kHz)^{1),2)}に比べ、全体としてかなり低い周波数をもつ結果となったのは興味深い。これらのメカニズムの解明は今後の課題であるが、低い周波数は高周波数に比べて地中伝播の際の減衰が小さく、計測しやすいという利点がある。実際の地すべり・崩壊でもその初期の段階では低い周波数が卓越しているとすれば、現地計測により地鳴りと地すべりの関係を明らかにできる可能性がある。

引用文献 1) Koerner, R.M. et al (1976): A.S.C.E Vol. 102, No. GT7. 2) 谷本喜一ら (1982): 土質工学論文報告集. Vol. 22, No. 3

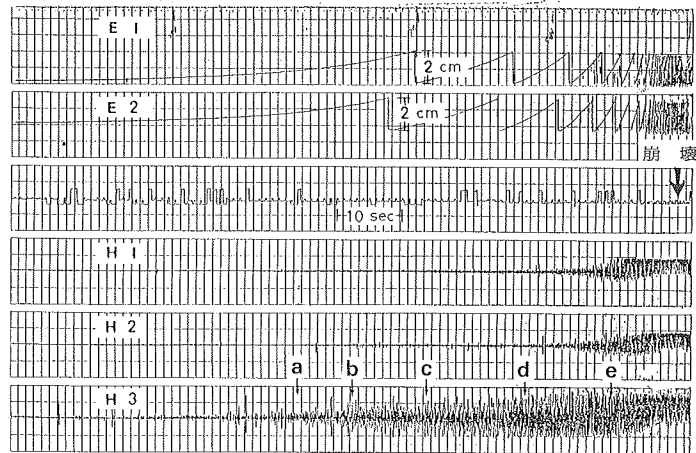


図 3 地表面移動量の増加と微小音

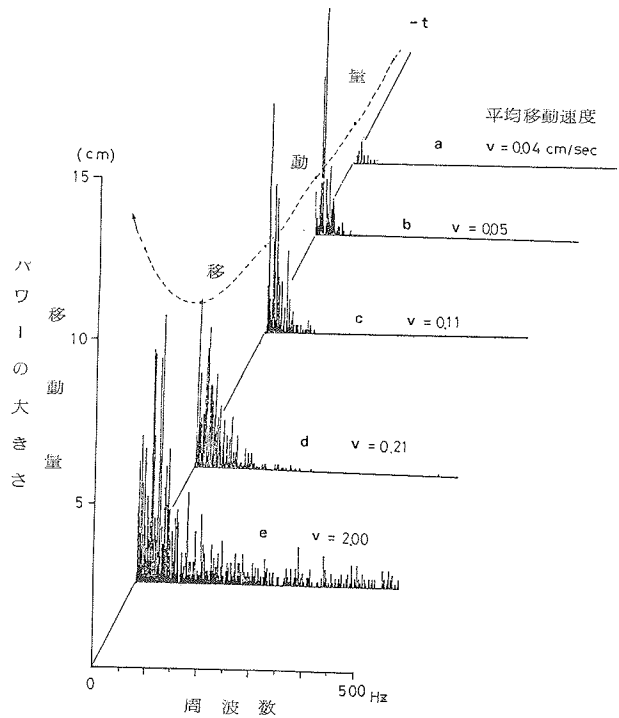


図 4 微小音 (H3) のパワースペクトルと移動量変化 (E2)

表 1 各事象と周波数帯域

