

兵庫県西宮市における地震時の盛土変動に影響する要因の検討

Investigation of Conditions Affecting Landfill Movement during Earthquakes in Nishinomiya City,
Hyogo Prefecture

○大石 怜生・土井 一生

○Ryosei OISHI, Issei DOI

Residential landfills spread in urban areas have collapsed accompanied by earthquakes. In this study, we examined the factors that determine whether landslides took place in the residential landfills or not for the case of the 1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake. First, we created DSM (Digital Surface Model) before and after land development and estimated the distribution of the topographic parameters of the landfills by taking their differences. Second, surface wave exploration and microtremor measurements were conducted in the target area in order to estimate the S-wave velocity structure and to grasp seismic ground motion characteristics. As a result, it is found that the distribution of average thickness for the activated landfills is more concentrated at about 4m than that for the non-activated. In addition, a H/V spectrum peak for 2-6 Hz was observed in the activated landfills, while no clear peaks for similar frequencies in the non-activated landfills.

1. はじめに

我が国では、大地震に伴って多くの斜面災害が発生してきた。地震時の斜面崩壊の発生にはその地形形状、地質、地震動特性などの多様な要因が寄与すると考えられている。一方で、人工的な造成地で発生する谷埋め盛土の地すべりは、地表面が比較的平坦であるなど地形的に単純であり、盛土を構成する材質も盛土内で大きく異なることはないことから、自然斜面が有する地形的複雑さに由来する震動特性や斜面内部の複雑な地質条件などの影響を最小限にしたフィールドとして、地震時の斜面崩壊の発生メカニズムを検討する場を提供する。そこで、本研究では盛土の素因として地形的特徴とS波速度構造、誘因として地震動の震動特性を考え、これらの比較、相互作用の検討により地震時の盛土の地すべり発生メカニズムについて議論を行った。

2. 研究対象領域

本研究では、1995年兵庫県南部地震の際に多数の谷埋め盛土の変動が生じた西宮市を対象領域とした。釜井ほか(1996)、笠原(2002)では、本研究の対象領域において1995年兵庫県南部地震時に発生した盛土における被害調査を実施し、地面に生じた亀裂の長さや形状を分布図としてまとめている。また、釜井ほか(2006)はこれらの変動した盛土の形状の特性から側面摩擦が盛土の安定性に寄与するとしてローラースライダーモデルを提唱している。本研究において、釜井ほか(1996)、笠原(2002)によって変動した盛土と分類され、かつ彼らの調査による亀裂の分布が本研究で推定した盛土の地形形状(3章参照)から推察される地すべり性の運動として矛盾しない盛土を「変動盛土」とした。また、釜井ほか(1996)、笠原(2002)によって変動しなかったとされる盛土を「非変動盛土」とし、それぞれ変動盛土・非変動盛土それぞれ42箇所、30箇所を研究対象とした。

3. 研究手法

釜井ほか(2006)は盛土造成前後の地形図を読み取り、盛土の形状と変動の関係について議論したが、本研究では、より詳細かつ定量的に盛土の形状を把握するため、盛土造成前後(1948, 49年、1994年)における空中写真を用いて、SfM(Structure from Motion)-MVS(Multi-View Stereo)技術を活用することにより、造成前後の地表表層モデル(DSM: Digital Surface Model)を作成し、その差分から盛土を抽出した。これらの盛土のうち、盛土の長さや幅、厚み、曲がり度などの地形を特徴づけるパラメータを測定し、変動盛土と非変動盛土それぞれにおいてどのように分布するかを推定した。次に、表面波探査を実施し、盛土およびその周辺部のS波速度構造を推定した。最後に、盛土周辺において常時微動観測を行い、得られた地震波形記録よりH/Vスペクトル比を計算することで震動特性の推定を行った。

4. 解析結果

変動盛土・非変動盛土ともに平均的な厚みが4m程度にピークを持った一方、そのばらつきは非変動盛土で大きく、変動盛土は小さくなった。また、谷埋め盛土の谷筋がどの程度曲がっているかを示す「曲がり度」については、変動盛土では大きく、非変動盛土では小さくなることが分かった。

次に、表面波探査の結果を解析したところ、造成前後のDSMの差分により抽出した盛土の厚みと、地表付近の比較的S波速度が低い領域の下限がよく一致することが分かった。また、この低速度領域の直下には、速度が深さ方向に増加する傾向が見られた。盛土内のS波速度は、一部の変動盛土で150~180m/s程度と低い値を示したほかは、変動盛土・非変動盛土に関わらず、200m/s程度となった。阪神地域を含む国内の数地域における平均的な盛土内のS波速度を値で示した釜井ほか(2006)同様、盛土の締ま

り具合が盛土の変動の有無を決定づけているわけではないことが示唆された。

最後に、盛土内の震動特性を近傍の地山と比較した結果、5箇所のうち4箇所の変動盛土において2~6Hzの周波数帯で地山では見られなかったH/Vスペクトル比のピークが確認された。一方で、3箇所のうち2箇所の非変動盛土では、盛土内と地山においてほぼ同一のH/Vスペクトル比を示した。

5. 結論

以上の結果より、本研究で得た盛土地盤のS波速度と平均的な厚み、H/Vスペクトル比のピーク周波数を考慮すれば、変動盛土では、盛土だけではなく旧谷地形の沖積層などの深部の地層を含んだ領域で共振が生じていることが示唆された。また、鉛直入射する平面S波であっても、旧谷筋が曲がっていた場合、谷方向に沿う成分の震動が旧谷筋に沿って異なるため、盛土内に内部変形を生じさせていることが示唆された。この事は、地震後の現地調査によって盛土内部に複数の亀裂が観察されており、単一の盛土がいくつかの領域に分離するように変動していたことと調和的であった。

参考文献

- 釜井俊孝・鈴木清文・磯部一洋(1996):平成7年兵庫県南部地震による都市域の斜面変動、地質調査所月報、第47巻、第2/3号、175-200
- 釜井俊孝・関口秀雄・松波孝治・太田英将・榎田充哉(2006):地震による大規模宅地盛土地すべりの変動メカニズム、平成15年度~平成17年度科学研究費補助金(基礎研究(B))研究成果報告書
- 笠原亮一(2002):地震による人工埋没谷地形の変動要因と被害予測、京都大学大学院理学研究科 地球惑星科学専攻地球物理学分野、修士論文