

地震時の盛土変動に影響する要因の検討 Examination of Conditions Affecting Embankment Movement during Earthquakes

○大石 怜生・土井 一生・林 宏一

○Ryosei OISHI・Issei DOI・Koichi HAYASHI

Residential landfills spread in urban areas have collapsed, accompanied by earthquakes and torrential rains. 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. Refraction method and microtremor measurements were conducted in the target area in order to estimate the ground water table and to grasp seismic ground motion characteristics. As a result, a low frequency H/V spectrum peak and a shallow groundwater table were observed in the landfills with ground surface deformation. On the other hand, the H/V spectrum had a peak in the high frequency band or no clear peaks, and the groundwater level was deep in the landfills with no surface deformation recognized. Further studies will be conducted including DEM analysis to evaluate various factors that influence landfill landslides during earthquakes.

1. はじめに

現在都市部に広がっている大規模宅地盛土は、地震や豪雨等の自然災害が発生するたびに崩壊してきた。1995 年兵庫県南部地震では、大規模宅地造成がなされていた仁川地すべりが発生し、34 名の命が奪われた。阪神間及び神戸地域において、盛土造成地のうちため池跡地を加えると 49% (面積比) が被災したと推定されている(釜井ほか、2000)。その後、2004 年新潟県中越地震(釜井ほか、2005)、2007 年能登半島地震(為重ほか、2009)、2011 年東北地方太平洋沖地震(宮嶋ほか、2022)など、地震による家屋の倒壊とともに谷埋め盛土の被害が発生し、問題となっている。

これまでの事例において、盛土であれば必ず地震時に変状が見られるわけではなく、隣り合う盛土であっても地震によって変動したか否かは異なるケースが見られる。そこで、本研究では 1995 年兵庫県南部地震により被災した宅地盛土において、変動・非変動の結果に影響した要因の検討を行った。現行のハザードマップや各種危険度評価においては、盛土造成地を一括りで危険と判断している状況である。変動・非変動の結果に影響した条件を特定することができれば、ハザードマップの精度向上だけでなく、崩壊のメカニズム解明に繋がることが期待される。

2. 対象地域

釜井(2010)における「阪神間都市域における谷埋め盛土の分布と兵庫県南部地震による変動域(西宮市～神戸市東部)」を参照し、兵庫県西宮市内の変動盛土を 7 箇所、非変動盛土を 4 箇所選定し、研究対象とした。変動・非変動に与えた要因を探るために、できるだけ盛土の面積や位置が近い変動・非変動盛土のペアを複数選定した。

3. 研究方法

為重ほか(2009)、釜井ほか(2005)をはじめとした既往研究から、盛土の崩壊に地下水位や盛土内での地震動の共振が寄与していると指摘されている。そこで、本研究では、盛土内の地下水面を検出するために屈折法探査を、震動特性を把握するために微動測定を行った。屈折法探査では、ジオフォンを 1m 間隔で 24 個設置し、掛屋を用いて P 波を発生させた。林ほか(2006)に倣い、水平成層を前提として屈折法により地盤の P 波速度構造を推定した。P 波速度が 1500 m/s 程度の層の上面を地下水面として考え、地下水位の形成や水位を求めた。微動測定では、JU410 加速度計(白山工業株式会社製)を用いた。車通りや人通りを避け、20~30 分設置し微動を測定した。その後、人工的なノイズを除いた時間帯を用いて H/V スペクトル比を計算した。

なお、データの品質や計測機器の不具合により、調査を実施した盛土のうち、屈折法探査は 9 箇所、

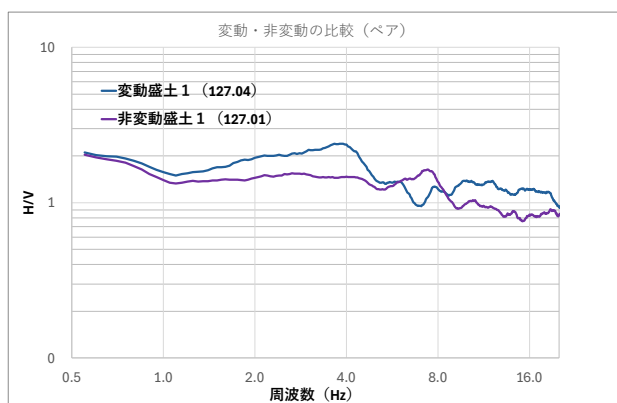
微動測定は7箇所で行った。解析を実施することができた。

4. 解析結果

変動盛土においては、解析できた5箇所の盛土のうち2箇所で、非変動盛土では4箇所のうち1箇所で地下水位が形成されていることが確認でき、その上面の深さは、1.4～4.9m程度と求められた。

また、微動測定の結果から、変動盛土では、解析可能であった3箇所のうち2箇所で0.5～4Hzの低周波数帯のピーク、非変動盛土では、4箇所のうち1箇所で4～8Hzの高周波数帯のピークを持ち、その他3箇所では明確なピークを確認できなかった。図1は、120mほど離れた変動盛土と非変動盛土それぞれにおけるH/Vスペクトル比である。1.0～4.0Hzで変動盛土においてややH/Vスペクトル比がピークを持ち大きな値となった。

今後、得られた常時微動の特徴が、盛土の変動・非変動にどのような影響を与えたかについて、盛土の構造や形状などとも関連づけながら議論する予定である。



(図1) 微動測定により求めたH/Vの比較(変動・非変動)

参考文献

- 釜井俊孝 (2010) : 阪神淡路大震災から15年を経て～わかったこと, わからなかったこと～斜面災害編、自然災害科学、J. JSNDS 29-1 3-15
- 林宏一ほか (2006) : 新潟県中越地震で液状化した宅地地盤における地震探査、物理探査学会学術講演会講演論文集 = Proceeding of the SEGJ Conference 114 154-157, 2006-05
- 釜井俊孝・守随治雄・笠原亮一・小林慶介 (2000) : 都市域における地震時斜面災害のハザードマップ-宅地盛土地盤の変動予測、日本応用地質学会平成12年度シンポジウム予稿集 pp. 25-37
- 為重誠・川村國夫・駒田秀一・宮村雅之・埴原強・室井辰盛 (2009) : 能登半島地震による能登有料道路の被災と復旧-盛土の被害と対策工事について-、地盤工学ジャーナル、4巻 (2009) 4号
- 釜井俊孝・Aurelian C. Trandafir・村尾英彦 (2005) : 2004年新潟県中越地震による郊外住宅地の斜面災害、宅地地盤の安全性と性能評価に関するシンポジウム、平成17年7月、地盤工学会
- 宮嶋愛菜, 福島洋, 中埜貴元, 藤原智 (2022) : InSARを用いた2011年東北地方太平洋沖地震時における宅地造成地での変動検出とその発生背景の考察、自然災害科学、41巻 (2022-2023) S09号