

大規模盛土造成地における微動探査を用いた地盤震動特性の把握 —鳥取市若葉台の事例—

鳥取大学 学生会員 ○西村 武 鳥取大学 正会員 野口 竜也 鳥取大学 正会員 香川 敬生

1. はじめに

高度経済成長期以降、山麓地域や丘陵地の斜面の谷埋め盛土造成地が相次いで開発され、大地震の度にそのような地盤での被害が見られている。東北地方太平洋沖地震の被害調査^{たとえば1)}によると、盛土造成地の盛土部や切り盛り境界部において、地すべりや地盤の隆起・沈下に伴う建物の倒壊などの被害が数多く発生し、切土部に比べて被害が甚大であったことが報告されている。これは谷埋め部分のS波速度が切土部と比較して小さく、地震動の増幅が起りやすいためである。本研究では盛土地盤の地盤震動特性を把握するために、大規模盛土造成地に指定されている鳥取市若葉台地域において常時微動観測を実施した。

2. 微動観測

微動の3成分単点観測を観測時間10分程度として94点で行った。アレイ観測は地震計を円の中心に1台、円周上に3台が正三角形になるように4台配置し、盛土部(WKBAR2)と切土部(WKBAR1)で各1点実施した。アレイ半径は1-30mで、観測時間は10-15分とした。サンプリング周波数は単点観測とアレイ観測ともに200Hzで実施した。地震計は白山工業製のJU410を使用した。

3. GISによる宅地造成地の切り盛り厚さ推定

対象地域の旧地形図と現地形図の標高差をとることにより、その差を切り盛り厚さとした。旧地形図は昭和50年発行の2万5千分の1地形図を使用し、ESRI社製のArcGISを用いて求めた。旧地形図から標高を読み取る方法は以下の通りである。1) 旧地形図をスキャナで読み取りデジタル化する。2) ジオリファレンス機能により、デジタル化したデータを現在の地形図の位置に合わせる。3) 旧地形図の標高線に沿ってラインを作成し、各等高線に標高値を入力する。4) ANUDEM²⁾による内挿補間を行い、ラスタ化された造成前の標高分布を作成する。

現地形図は国土地理院が発行している5mメッシュの数値標高データ(DEM)を使用し、逆距離荷重法(IDW)によって内挿してラスタ化した。その後旧標高と現標高の差をラスタ演算で空間的に標高差を求めた。

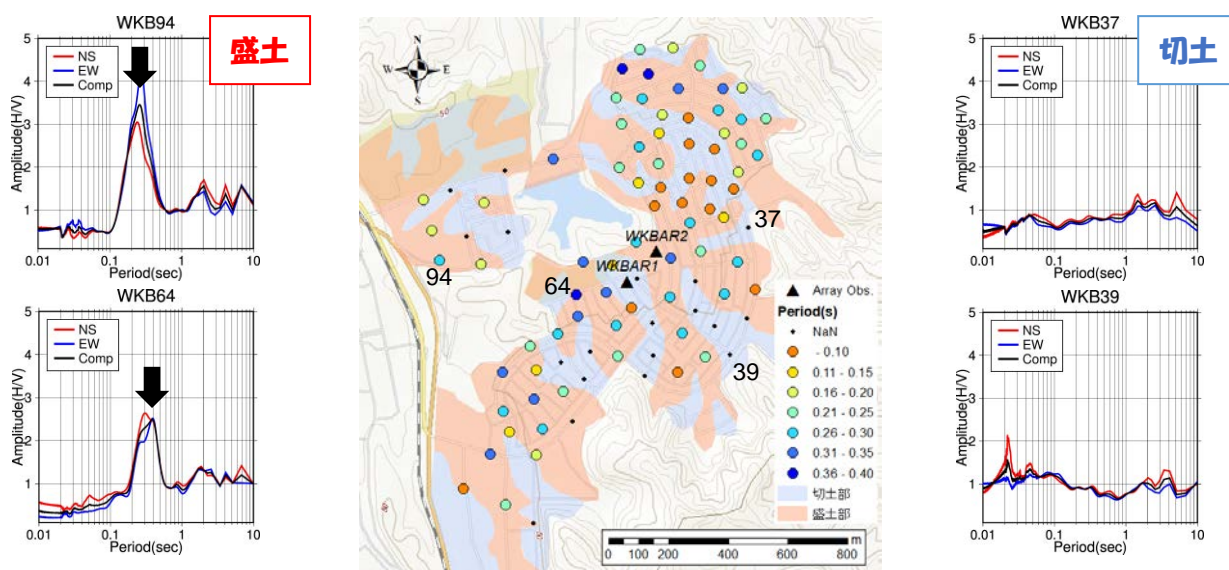


図1 若葉台における微動H/Vの卓越周期分布図

キーワード 微動観測 H/V スペクトル S波速度構造 盛土造成地

連絡先 〒680-8550 鳥取市湖山町南4-101 鳥取大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻土木工学講座
野口 竜也 TEL: 0857-31-6097

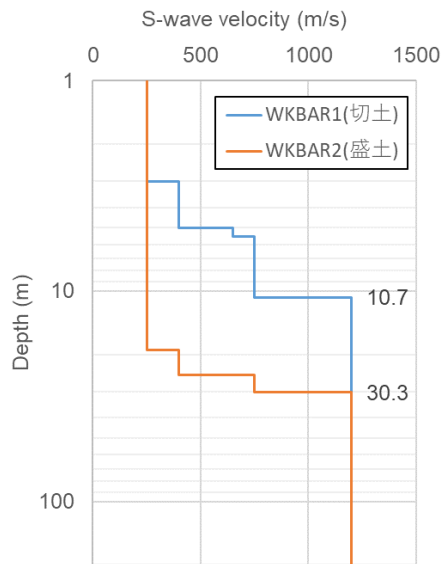


図2 S波速度構造の柱状図

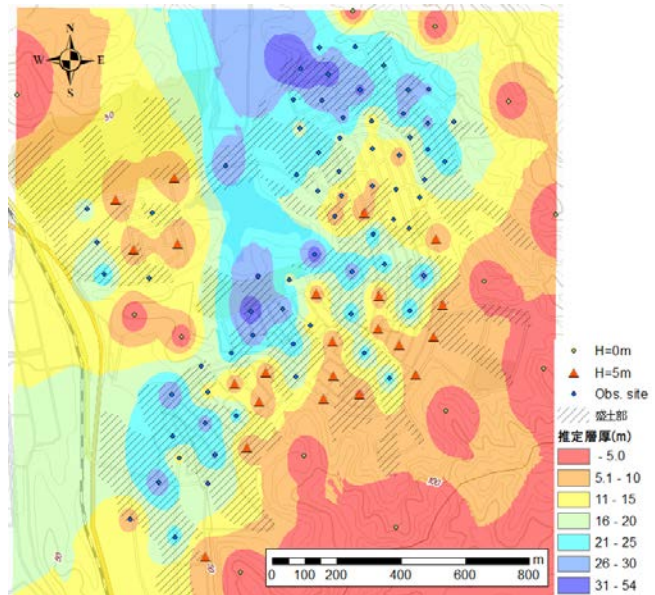


図3 微動H/V卓越周期から推定した表層地盤の層厚分布図

4. 微動探査による地盤構造推定

3成分単点観測では得られた微動記録の3成分フーリエスペクトルを求め、水平動成分の相乗平均と上下動成分の比を取ることでH/Vスペクトルを得た。図1に若葉台地域における卓越周期分布図を示す。なお図中の赤色のエリアは盛土部、青色のエリアは切土部を表す。H/Vスペクトルについて盛土部では明瞭なピークがみられる点が多いが、切土部ではどの周期帯でもピークがみられない点が広く分布していることがわかった。なお後者のような切土部でピークがみられない場合、今回は卓越周期を読み取らないものとする。卓越周期について盛土部では0.1-0.4秒、切土部では主に0.2秒以下の点が分布している。また盛土部で比較的長周期の点が多く、切土部より地盤が軟弱であると想定される。

微動アレイ探査では観測記録よりSPAC法³⁾およびCCA法⁴⁾により位相速度分散曲線を求めた。位相速度分散曲線とH/Vスペクトルの両方を満たすよう、地盤構造モデルを試行錯誤で決定した。図2にS波速度構造の柱状図を示す。図2より切土部のWKBAR1に比べて盛土部のWKBAR2の方が $V_s=250\text{m/s}$ の層が厚く堆積していることがわかった。これらの点近傍のボーリングデータより、礫まじり砂質粘土・礫まじり粘土質砂の盛土層が約20m存在しており、それがWKBAR2地点の表層(1, 2層目)に対応していると考えられる。

推定した地盤構造モデルと微動H/Vの卓越周期から4分の1波長則で表層の層厚を推定した。推定モデルの $V_s=1200\text{m/s}$ 上面を境界として重み付き平均でS波速度を算出し、盛土部を $V_s=367\text{m/s}$ 、切土部を $V_s=535\text{m/s}$ として層厚の推定を行った。ボーリングデータより、卓越周期が読み取れなかった切土地点の層厚を一律5mとして内挿補完して層厚分布を作成した。図3の層厚分布より推定層厚が厚い地点と盛土部が概ね対応しており、その層厚は最も深い場所で30m程度あることがわかった。

5. まとめ

大規模盛土造成地に指定されている鳥取市若葉台地域で微動観測を行った結果、以下のことがわかった。

- H/Vスペクトルの卓越周期は全域で0.1-0.4秒の範囲であり、盛土部でより長周期な点が分布する傾向がみられた。
- 推定した地盤構造より、盛土部では切土部よりもS波速度 250m/s 以下の層が厚く堆積していることがわかった。
- 推定表層厚分布と切り盛り分布を比較した結果、それらの傾向が類似していることを確認した。

参考文献 1) 釜井俊孝：自然災害科学, Vol. 30, No. 2, pp. 193-197, 2011. 2) Hutchinson, M. F. : Australian National University, 2007. 3) Aki, K. : Bull. Earthq. Res. Inst., 1957. 4) Cho, I., et. al : J. Geophys. Res., Vol. 111, B09315, 2006.