

第Ⅲ部門

常時微動観測を用いた大規模盛土造成地の地盤構造推定に関する研究

舞鶴工業高等専門学校総合システム工学専攻建設工学コース 学生員 ○岸本 拓馬

舞鶴工業高等専門学校建設システム工学科 正会員 加登 文学

1. 背景

わが国には、主に高度経済成長期以降の昭和 35～60 年頃に造成された大規模盛土造成地が多数存在する。これらの造成地では近年発生した大地震において、盛土と地山の境を滑り面とする滑動崩落や、切盛境界に建てられた住宅の倒壊などの被害が多数報告されている¹⁾。

国土交通省では大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドラインを作成し、対策を進めているところであるが、多くの自治体で大規模盛土造成地の抽出はほとんど完了しているものの、安定性の検討を完了しているところは 1%程度²⁾である。

大規模盛土造成地の安定性の検討のためには地盤構造を把握する必要がある。造成記録の確認とともにボーリング調査や PS 検層などの物理探査による詳細な調査が必要である。それらの物理探査の 1 つに微動観測による方法がある。ボーリング調査や PS 検層に比べて微動観測は低コストで簡易に地盤構造を推定できることから、近年数多く利用されている^{例例えば 3)}。微動観測から地盤構造を推定する手法として単点観測結果から H/V スペクトル⁴⁾を算出するものや、複数の微動計を配置して行うアレイ観測結果から、レイリー波の分散性を利用するものなどがあるが、いずれも成層地盤を仮定した理論に基づくものであり、不整形地盤での地盤構造の推定に対する微動観測の適用性については不明な点も多い。

2. 研究目的

大規模盛土造成地では地山を切土した部分や、谷部を埋め立てた部分などが複雑に存在しており、かつ基盤面も傾いている場合が多い。このような箇所では高密度で実施できる単点観測による地盤構造の推定が有効と考えられるが、上述のように不整形地盤における常時微動観測による地盤構造の推定には課題も多い。そこで本研究では大規模盛土造成地の複雑な地盤構造を把握する手法としての常時微動観測の有効性について検討することを目的とする。

3. 常時微動観測

3.1 観測地点

本研究での対象地域は昭和 58 年から複数回に別けて宅地として造成された舞鶴市内の大規模造成地である。図 1 に対象地域の地形図および微動観測を行った地点を緑色のプロットで示す。切土盛土部分の抽出は、旧地形図（昭和 47 年）と、現在の地形データ（5m メッシュ DEM データ（2018））との比較により行った。

図 2 に新旧地形図の比較から抽出した対象地域の切土部及び盛土部のコンターを示す。図中のプロットについては後述する。図 2 に示す盛土箇所はいずれも旧地形図において谷筋に相当することから大きく分けて 4 か所の谷埋め盛土であることがわかる。また、盛土厚は最大で 10m 程度であった。

3.2 測定方法とデータ処理

使用した微動計は株式会社サンエス製のサーボ型加速度検出器（V405-BR）である。

測定方法は 3 成分（UD 成分、NS 成分、EW 成分）の単点観測を、1 地点につきサンプリング周波数 160Hz で約 100 秒間の観測を行った。

観測した微動波形から安定した 30 秒間を数区間選択し、バンド幅 0.4Hz の Parzen window をかけたうえで FFT を実施しフーリエスペクトルを算出する。各成分のフーリエスペクトル（EW、NS、UD）から H/V スペクトルを式（1）により算出し、全区間での平均を求める。

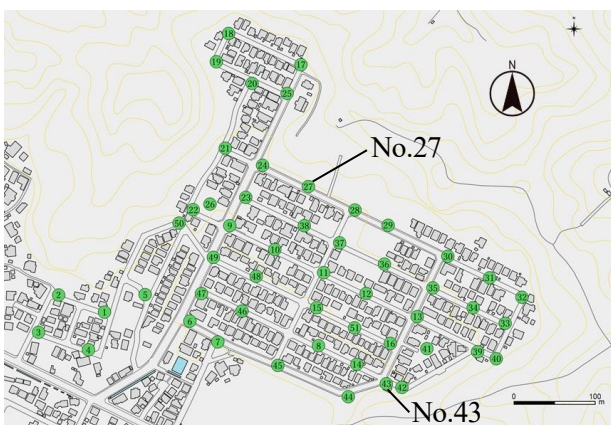


図 1 対象地区及び観測地点

Takuma Kishimoto and Yoshinori Kato

kato@maizuru-ct.ac.jp

$$H/V = \sqrt{EW^2 + NS^2}/UD \quad (1)$$

3.3 結果

新旧地形図の比較から推定した盛土部（代表して測点 No.43）および切土部（代表して測点 No.27）における H/V スペクトル（以下観測 H/V）の結果を図3に示す。図2には観測地点の H/V スペクトルの卓越振動数の結果をプロットで示している。盛土部と切土部での観測 H/V を比較すると、盛土部では約 2~5Hz の間にピークが見られる。

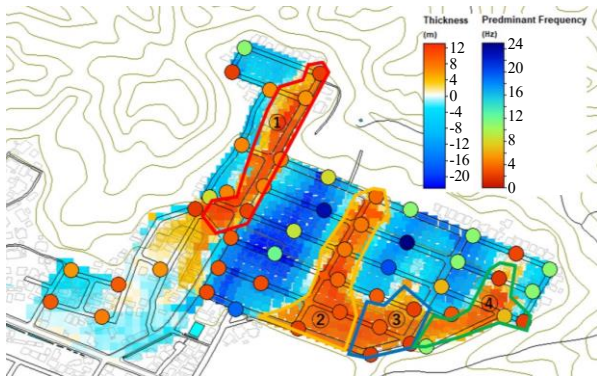


図2 盛土厚と卓越振動数の関係

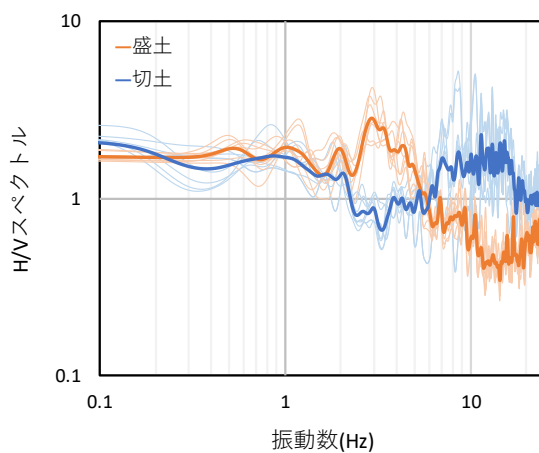


図3 H/V スペクトル

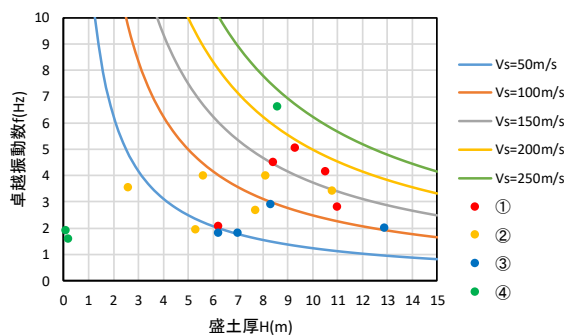


図4 S波速度の推定

一方切土では、高い振動数にピークがみられるものや、明確なピークが見られないものが多い結果となった。

盛土厚と卓越振動数の結果を比較すると、概ね盛土部分では低振動数、切土部分では高振動数域に卓越振動数が見られ、盛土厚さとの相関がみられた。また、切土の中でも低い振動数域に卓越振動数がみられるものもあるが、その箇所が切盛境界付近にあり、地形図の比較における誤差が考えられる。

4. 地盤構造の推定

4.1 1/4 波長則

本研究では盛土部における地盤の S 波速度 V_s (m/s) を簡易に推定する方法として式 (2) に示す 1/4 波長則を用いた。

$$H = V_s/4f \quad (2)$$

f (Hz) は観測 H/V の卓越振動数、 H (m) は地形図の比較から推定した盛土厚である。

4.2 S 波速度の推定

図4に大規模造成地の盛土部での各観測点の盛土厚と観測 H/V の卓越振動数の関係を図2における①~④のエリアごとにプロットで示す。同図中の実線は盛土部の 1/4 波長則の計算結果を盛土厚と卓越振動数の関係として V_s ごとにまとめたものである。観測 H/V の結果の分布から、 V_s は全体として 50~200m/s 程度であると推定され、ばらつきのある結果となったが、盛土部分のエリアごとにはある程度の傾向が見られた。この結果については造成時期の違いが影響していると考えられるが、不整形地盤の影響も含め、さらなる検証が必要である。

5. まとめ

1. 観測 H/V の結果から、盛土部では 2~5Hz の間にピークがみられた一方、切土部では高振動数領域でピークがみられた。
2. 卓越振動数と切盛分布については相関がみられたが、 V_s の推定にはさらなる検証が必要である。

〈参考文献〉

- 1) 国土交通省：大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説「I 編 変動予測調査編」平成 27 年 5 月
- 2) 国土交通省：大規模盛土造成地マップの公表状況等について(http://www.mlit.go.jp/toshi/web/toshi_tobou_tk_000025.html), 2018/09/26 閲覧
- 3) 萩原由訓, 野畑有秀：「単点常時微動観測を用いた基盤深さ推定に関する研究」大林組技術研究所 No.79 2015
- 4) 中村豊：H/V スペクトル比の基本構造, 物理探査学会地震防災シンポジウム, 2008/1/25