

上野～亀戸間における 1923 年関東地震の震度分布と表層 30m の平均 S 波速度との関係

芝浦工業大学院	学生会員	○諏訪 敦士
川崎市		鎌田 康広
広成建設(株)		網岡 祐志
日本管財(株)		山本 雅也
芝浦工業大学	正会員	紺野 克昭
国土技術政策総合研究所	正会員	長尾 毅

1. はじめに

周期 1 秒程度以下の地震特性は、表層付近の S 波速度構造に強く依存する。多くの土木・建築構造物の固有周期は、これらの周期帯にある。従って、表層付近の S 波速度構造の推定する技術の開発は重要である。筆者らは常時微動のアレイ観測を用いて表層地盤の平均 S 波速度を推定する方法を提案している¹⁾。本研究では、提案方法を用いて上野～亀戸間の表層 30m の平均 S 波速度 Vs30 を推定した。1923 年関東地震では、上野～亀戸間で地震被害が急変しており、これらは地形・地質を用いて定性的に説明されている²⁾。文献 2) では、東京区分の震度が記載されており、本研究では、この震度と微動から得られた Vs30 の関係を調べたので報告する。

2. アレイ微動観測概要

アレイ微動観測は、上野～亀戸間(122 地点観測)を対象にし、観測場所は地盤断面図³⁾にできるだけ近い直線 7 km を約 50m 間隔で、街中の十字路、T 字路で観測を行った。

観測方法は、図 1(a)のように GPL-6A3P(アカシ製)の内部センサーと外部センサーを使う方法、図 1(b)のように SMAR-6A3P(アカシ製)の内蔵センサーを 3 台使う方法の 2 通りで行った。Vs30 の推定には、UD 成分を使用し、卓越周期の推定には、内部(内蔵)センサーの EW 成分、NS 成分 UD 成分を使用した。アレイ半径は 5m、10m、15m の 3 通り、L 字形に配置し、それぞれ 1320 秒間をサンプリング周波数 200Hz、ロー・パス・フィルター 50Hz として観測を行った。

3. 上野～亀戸間の地質・地形

図 2 に上野～亀戸間の地盤断面図を示す。上野台地の縁から隅田川にかけては同じ低地でも沖積層が 10m 以下で非常に薄く、その下にすぐ台地上と同じ洪積層が現れる。この部分は上野台地の延長上で、浅草波触台地と呼ばれている。この埋没台地の縁に当たる隅田川より東側では、軟弱な沖積粘土層が急に厚くなり、沖積層の基底は -30m 近くに達し、この縁が地震動の強弱を分ける境界となっている。

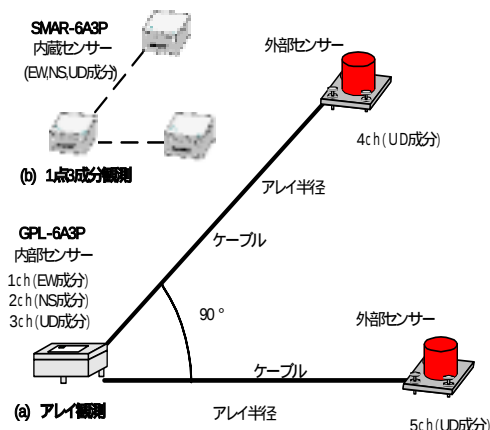


図 1 微動観測概要の説明図

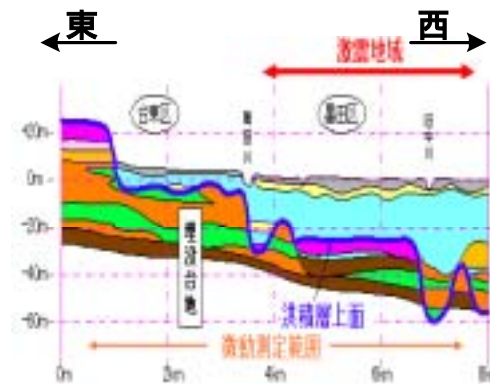


図 2 上野～亀戸間の地盤断面

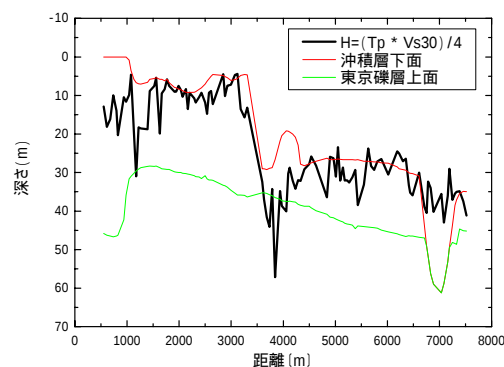


図 3 Vs30 と沖積層厚の関係

キーワード 常時微動, 1923 年関東地震, 震度, 平均 S 波速度

連絡先 〒108-8548 東京都港区芝浦 3-9-14 芝浦工業大学 TEL 03-5476-3046

4. 平均 S 波速度と卓越周期の推定方法

L 字アレイ微動観測で得られた微動の時刻歴波形から空間自己相関法(L-SPAC 法)を用いて,微動の上下動成分に卓越しているレイリー波の位相速度を推定した.微動から得られた波長 40m の位相速度 $C(40)$ を $Vs30$ (微動)とする.なお,側線付近の N 値柱状図(81 地点)を基に $Vs30$ を推定している.

微動の水平動スペクトルを上下動スペクトルで割った水平/上下スペクトル比(以下,H/V スペクトル)を求める方法で地盤の卓越周期を推定した.この H/V スペクトルにおいて最大ピークを与える周期を地盤の卓越周期 T_p とする.

5. 沖積層厚の推定

図 3 は,図 2 から読み取った沖積層の深さを示す.これに微動から得られた $Vs30$ および卓越周期を $H=(T_p \times Vs30)/4$ の 1/4 波長則に代入し,それをグラフにした結果,沖積層の線とほぼ一致した.アレイ微動観測から沖積層の深さがおおよそ推定できることが分かった.

6. 震度との関係

平均 S 波速度と卓越周期を 1923 年関東地震の震度と比較して検討を行った.上野～亀戸間における $Vs30$ と震度の関係を図 4 に示す.0km～約 3.5km では,260(m/s)前後あった $Vs30$ (微動)の値が約 3.5km で小さくなっていく.約 3.5km～7km では,150 (m/s) 前後まで小さくなる.震度データも同様に 0km～約 3.5km では,5.25 前後だった震度が約 3.5km あたりで震度が高くなっていく.約 3.5km～7km では,6.0 前後まで震度が大きくなる.震度が変化している約 3.5km あたりは埋没台地の縁にあたり $Vs30$ (微動)の変化しているところとほぼ一致したため $Vs30$ (微動)からも埋没台地の縁を推定することができた. $Vs30$ (N 値)と $Vs30$ (微動)を比較すると $Vs30$ (微動)の値は, $Vs30$ (N 値)に比べ大きい値をとるが,同じように埋没台地の縁で小さくなるという結果も得られた.

図 5 は, $Vs30$ (微動)と卓越周期の関係を震度別に示したグラフである.この図から $Vs30$ が 180(m/s)以上だと震度が低く,180(m/s)以下の地域においては震度が高くなるという結果が得られた.

7. まとめ

本研究では,上野～亀戸間において微動観測を行い,アレイ微動観測から $Vs30$ や卓越周期を直接的に推定するとともに,N 値から得られる $Vs30$ との対応を比較,検討した.その結果を以下に述べると, $Vs30$ (微動)と $Vs30$ (N 値)がほぼ同じような値をとった.微動から得られた $Vs30$ と卓越周期を 1/4 波長則に代入したところおおよそ沖積層の厚さが推定できた.埋没台地の縁の西側で $Vs30$ の平均が 260(m/s),東側では 150(m/s)と西側と東側で大きな差が出た. $Vs30$ と震度の分布図から $Vs30$ が 180(m/s)以下で震度が 5.75 以上になるという結果が得られた.

謝辞

本研究は,鉄道建設・運輸施設設備支援機構の支援を受けて実施したものである.

参考文献

- 1)長尾毅,紺野克昭,常時微動アレイ観測に基づく表層地盤の平均 S 波速度推定精度に関する研究,土木学会論文集, No696/I-58, 225-235, 2002.
- 2)武村雅之,1923 年関東地震による東京中心部(旧 15 区内)の詳細震度分布と表層地盤構造,日本地震工学論文集,第 3 巻,第 1 号, 2003.
- 3)東京都土木技術研究所,東京総合地盤図 I, (東京都地質図 3), 技報堂出版株式会社, 1969.

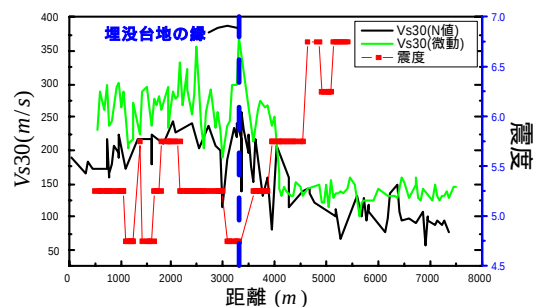


図 4 $Vs30$ と震度の関係

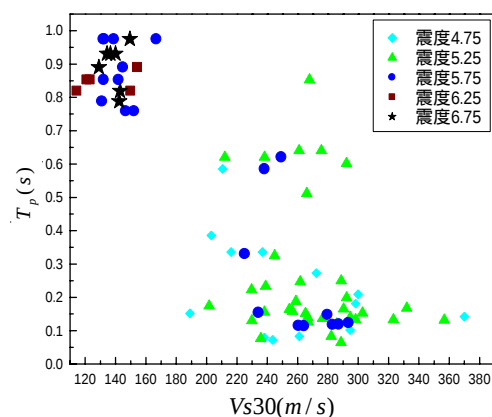


図 5 $Vs30$ (微動)と T_p の震度分布