

SK-net 観測点における微動から得られる表層 30mの平均 S 波速度と地盤増幅率との関係

芝浦工業大学院 学生員 ○山岸 稔
 芝浦工業大学 正会員 紺野 克昭
 東京大学地震研 瀧瀬 一起

1. はじめに

近年、表層の平均 S 波速度を地震動評価に用いることが行われている。これは、表層 30m の平均 S 波速度(以下、 V_{s30})と地盤増幅率には経験的に相関があることに基づいている。しかし、地盤特性は S 波速度構造をパラメーターとした周期の関数であるのに対し、上記の増幅率は V_{s30} のみの関数である。そのため、 V_{s30} から求まる増幅率がすべての地震、地盤において適切に求められているとは限らない。そこで、本研究では SK-net のうちの東京消防庁(40 地点)と東京都(42 地点)の観測点における V_{s30} と増幅率との関係を調べ、検討する。なお、 V_{s30} は微動観測より、増幅率は地震記録より求めている。

2. 微動を用いた V_{s30} の推定方法について

V_{s30} の推定のために、アレイ微動観測を行っている¹⁾。アレイ微動観測は、東京消防庁、東京都の SK-net 地震観測点(82 地点)を対象に、できるだけ地震計設置地点に近い自由地盤を選び観測を行った。観測は、携帯型加速度計 (SMAR-6A3P, ミットヨ社製)3 台を使用し、それぞれ GPS で時刻の同期を行い、地震計周辺のオープンスペースに L 字型に携帯型加速度計を配置して行った。アレイ半径は 5m, 10m, 15m の 3 通りとし、それぞれ 660 秒間、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。

アレイ微動観測の記録に対し空間自己相関法を適用して得られるレイリ - 波の観測位相速度の例を図 2 に示す。 V_{s30} は波長 $\lambda=40\text{m}$ を表す位相速度の線と観測位相速度の交点の位相速度とする²⁾。

3. 地盤増幅率と V_{s30} の関係

SK-net の地震観測点 82 地点の微動から得られる V_{s30} と地震記録から評価される地盤増幅率との関係を検討する。本研究で検討に用いた 6 個の地震は 2000 年 4 月から 2005 年 12 月までの地震で、東京消防庁、東京都ともに 35 観測点以上で地震記録が得られていることを条件として選定している。地盤増幅率は各観測点の振幅最大値と基準点での振幅最大値の比とした。ただし、観測点が広く分布しているため距離減衰の影響をできるだけ取り除くため、距離減衰式を用いて基準点の振幅最大値を観測点でのそれに変換している。東京消防庁、東京都ではそれぞれ地震計設置状況、地

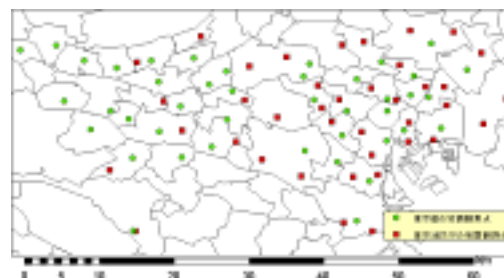


図 1 SK-net 地震観測点

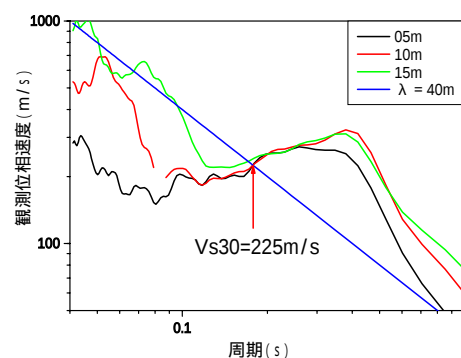
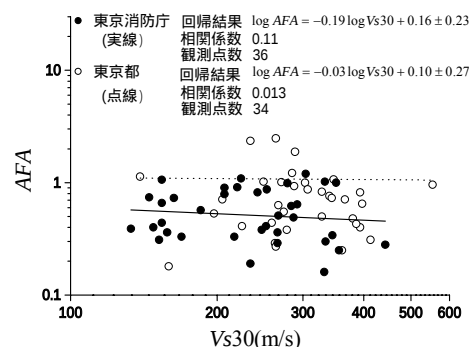


図 2 観測位相速度 (墨田区役所)

図 3 V_{s30} と AFA の関係
(2000/09/29 神奈川県東部, $M_w=4.8$)

キーワード 常時微動, 平均 S 波速度, 地盤増幅率, SK-net

連絡先 〒135-8548 東京都江東区 3-7-5 芝浦工業大学 地震防災研究室 TEL 03-5859-8357

震計の種類が異なるため、基準点は東京消防庁では新宿消防署、東京都は新宿区役所としている。本研究では、距離減衰式として、司・翠川の式³⁾を用いている。加速度最大値に関する地盤増幅率（以下、 AFA と呼ぶ）の定義式を以下に示す。

$$AFA_i = \frac{Aobs_i}{Aobs_r \times \frac{Acal_i}{Acal_r}} = \frac{Aobs_i}{Aobs_r} \frac{Acal_r}{Acal_i}$$

ここで、 $Aobs$ は地震動の水平 2 成分のベクトル和の加速度最大値、 $Acal$ は距離減衰式から得られる加速度最大値であり、添え字の r は基準点、 i は i 番目の観測点であることを示している。速度最大値に関する地盤増幅率（以下、 AFV と呼ぶ）についても同様に定義した。図 3, 4 にモーメントマグニチュード $M_w = 4.8$ の地震と $M_w = 6.3$ の地震における AFA と $Vs30$ の関係を示す。図中の実線は東京消防庁での回帰結果、点線は東京都における回帰結果を表す。どちらの地震も $Vs30$ が大きくなると AFA が小さくなる傾向が見られるが、特に $M_w = 6.3$ の地震で相関係数が大きくなることからわかる。図 5, 6 に AFV と $Vs30$ の関係を示す。 AFA と同様に $Vs30$ が大きくなると AFV は小さくなる傾向が見られ、地震の規模が大きくなるほど相関係数が大きくなることからわかる。また、 M_w が大きい地震では AFA , AFV ともに東京消防庁、東京都の両方でほぼ同様の回帰結果を示すことがわかる。

4. まとめ

本研究では、SK-net のうちの東京消防庁、東京都の 82 地点においてアレイ微動観測を行い、 $Vs30$ を推定した。これと地震記録から得られる地盤増幅率との関係を調べた。得られた知見を以下にまとめる。

- ・地盤増幅率と $Vs30$ とには、逆比例の関係が見られる。
- ・地盤増幅率と $Vs30$ との関係は、 M_w が大きいほど相関性が高くなる。
- ・東京消防庁、東京都で得られる増幅率と $Vs30$ の回帰式は、ほぼ同じ傾向である。

謝辞

本研究では、首都圏強震動総合ネットワーク(SK-net)を利用しました。また、東京都、東京消防庁の強震計、震度計の観測波形データを利用しました。最後に、微動観測は紺野研究室の学生に協力していただきました。尚、本研究にあたって、微動観測への便宜を計っていただきました東京消防庁、東京都の関係者各位に心からの感謝の意を表します。

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，土木学会論文誌，No. 696/I-58，225-235，2002。
- 2) 紺野克昭，片岡俊一：レイリー波の位相速度から地盤の平均 S 波速度を直接推定する方法の提案，土木学会論文誌，No. 647/I-51，415-423，2000。
- 3) 司宏俊，翠川三郎：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式，日本建築学会構造系論文集，第 523 号，63-70，1999。

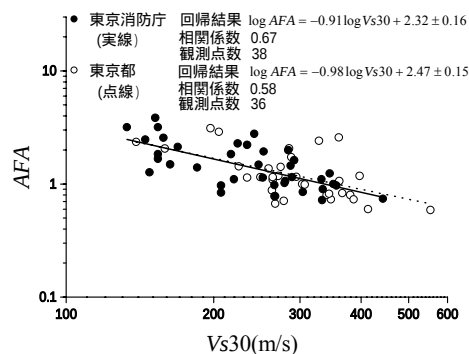


図 4 $Vs30$ と AFA の関係

(2000/10/23 18:34 新潟中越地方, $M_w=6.3$)

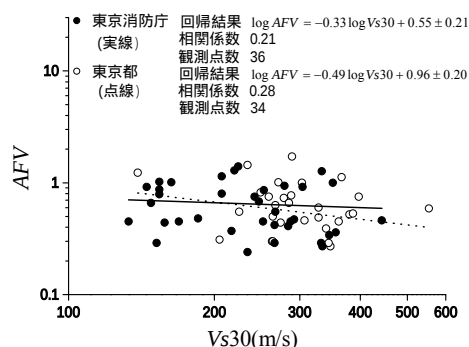


図 5 $Vs30$ と AFV の関係

(2000/09/29 神奈川県東部, $M_w=4.8$)

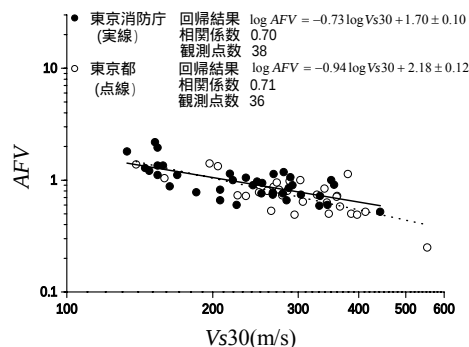


図 6 $Vs30$ と AFV の関係

(2000/10/23 18:34 新潟中越地方, $M_w=6.3$)