

東京都地域危険度測定調査における地盤増幅率の再検討

07T2040C 伏岡 里志
指導教員：丸山 喜久

1. はじめに

東京都では、東京都震災対策条例の規定に基づき、地域危険度測定調査の結果を公表している。平成20年の第6回調査内容は、建物倒壊危険度、火災危険度、および総合危険度を対象としている¹⁾。

建物倒壊危険度は、地盤と建物のそれぞれの組み合わせを考慮して算出されている。地盤特性は、工学的基盤に入射する地震動の最大速度の増幅率を用いて考慮されている。地盤の増幅率は、大西ら²⁾の国土数値情報をもとにした地形・地質11分類の地盤増幅率と幾つかの地震記録を参考に求められている。

地震ハザードステーション J-SHIS³⁾では、日本全国で統一的に作成された約250mメッシュの微地形区分を表層地盤増幅評価の基礎データとし、微地形区分と深さ30mまでの地盤の平均S波速度(AVS₃₀)から求められる表層地盤での最大速度増幅率が公表されている。この地盤データを用いれば、東京都内の地盤種別ごとの増幅特性を再評価することが可能になると考えられる。

そこで、本研究では J-SHIS で公開されている地盤データを用いて、東京都が建物倒壊危険度を算出する際に用いている地盤増幅率について再評価を行った。

2. 東京都の用いている地盤増幅率

東京都の地盤区分には、地盤区分図、地盤地質図などから地形・地質の特徴を分析した結果、表-1に示す10分類が採用されている。地盤種別ごとの増幅率を定めるときには、まず、大西ら²⁾の地形・地質11分類の増幅率を表-1のように対応させる。

次に、東京都内で実際に観測された地震記録を用いて、各地盤種別に対応する増幅率を推定する。東京都内の最大震度が2~4の8地震の記録に関して、Molas and Yamazaki⁴⁾による最大速度(PGV(cm/s))の距離減衰式(式(1))から地震観測点ごとに地点係数C_iを求める。

$$\log PGV = -1.769 + 0.628M - 0.00130R - \log R + 0.00222h + C_i \quad (1)$$

ここで、Mは気象庁マグニチュード、Rは震源距離(km)、hは震源深さ(km)である。

各地震観測点の地盤増幅率は、検討に使用した地震観測点のうち、分類1「山地・丘陵」の「山地」に位置している K-NET 桧原、K-NET 氷川の地点係数を基準として算出されている(表-1)。これら2種類の増幅率をもとに、東京都では建物倒壊危険度を算出する際に用いる地盤増幅率を定めている(表-1)。図-1に、東京都の地盤種別を示す。

また、第6回調査では、丸山・山崎⁵⁾による近年の地震観測記録に基づいた増幅特性の評価結果などにより、台地2と沖積低地5の地盤増幅率が、それぞれ2.5を1.7、3.2を2.9と変更されている。

表-1 東京都の地盤種別と地盤増幅率

No.	分類	東京都	地震記録	大西ら
1	山地・丘陵地	1.2	1.24	1.71
2	台地1	1.6	1.45	1.62
3	台地2	1.7	1.53	2.5
4	谷底低地1	2.9	-	2.92
5	谷底低地2	2.5	2.05	2.5
6	沖積低地1	1.5	-	1.48
7	沖積低地2	2.3	1.48	2.39
8	沖積低地3	2.6	1.63	2.92
9	沖積低地4	2.9	1.6	2.92
10	沖積低地5	2.9	2.03	2.92

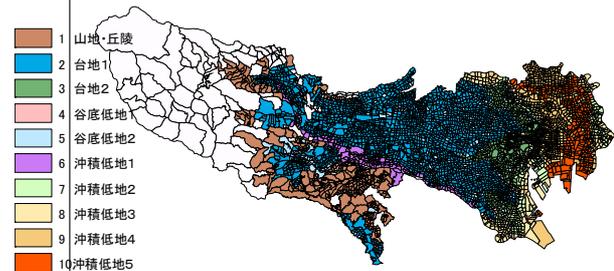


図-1 東京都の地盤種別

3. J-SHISの地盤データを用いた東京都地盤増幅率の評価

J-SHISの地盤増幅率は、藤本・翠川⁶⁾による最大速度の地盤増幅率(AF_{PGV})とAVS₃₀の関係式(式(2))から算出されている。

$$\log AF_{PGV} = -0.852 \cdot \log (AVS_{30}/400) \quad (2)$$

ここで J-SHIS の地盤増幅率は、基準(AF_{PGV} = 1.0)となる平均S波速度の値を400 m/sと定めている。

東京都では、K-NET 桧原と K-NET 氷川の地点係数を基準として地盤増幅率を算出していることから、東京都の地盤増幅率と J-SHIS で公開されている地盤増幅率の基準は一致してない。したがって、J-SHIS の地盤増幅率を用いて東京都の地盤増幅率を再評価するには、これらの基準を一致させる必要がある。

そこで、K-NET 桧原、K-NET 氷川にて常時微動観測を行い、両地点のH/Vスペクトル比と一次元地盤震動解析によって推定されるS波伝達関数を比較した(図-2)。ここでは両地点でほぼ同様の結果が得られたため、K-NET 桧原を例に挙げる。

図-2の細線は常時微動のH/Vスペクトル比を、太線はS波伝達関数である。それぞれの卓越周期が一

致していることが分かり、PS 検層データより作成した一次元地盤モデルが妥当であるものと考えられる。

そこで、式(3)より K-NET 桜原、K-NET 氷川の AVS₃₀ を求めたところ、それぞれ 457 m/s、471 m/s となった。ここで、両地点とも PS 検層は深さ 30 m まで行われていないため、一次元地盤震動解析のときと同様に最下層の地盤が深さ 30 m まで続いているものと仮定した。

以上の結果から、東京都の地盤増幅率の基準点として定められている地点の AVS₃₀ は 500 m/s 程度であるものとみなし、J-SHIS で公開されている地盤増幅率を AVS₃₀ をもとに換算し直し比較することとした。

$$AVS_{30} = 30 / \sum_{i=1}^n (H_i / V_{si}) \quad (3)$$

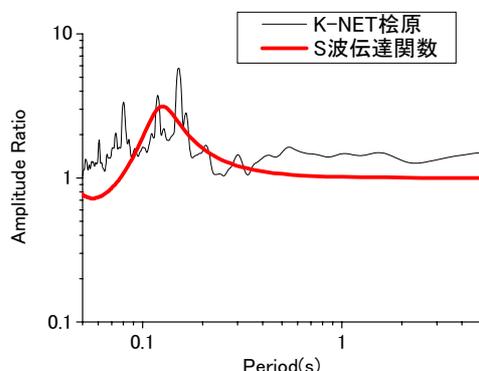


図-2 K-NET 桜原における常時微動の H/V スペクトル比と S 波伝達関数の比較

GIS 上で東京都の地盤種別と換算した J-SHIS の地盤増幅率を比較した結果を図-3 に示す。表-2 に、東京都の地盤増幅率、東京都の地盤種別に対応させた J-SHIS の平均地盤増幅率と標準偏差を示す。

これより、概ね東京都の規定する地盤増幅率と調和的であるが、谷底低地 1、谷底低地 2 において東京都の増幅率と J-SHIS の平均増幅率では比較的大きな差が見られた。東京都の定める増幅率は、それぞれ 2.9、2.5 であるが、図-3 の結果によると、これらはほぼ J-SHIS の増幅率の上限値に近い値であった。

沖積低地 3、沖積低地 4、沖積低地 5 の増幅率については、東京都ではそれぞれ 2.6、2.9、2.9 と定められている。しかし、本研究の結果からは、これら 3 つの増幅率について、それほど大きな差はないように思われる。

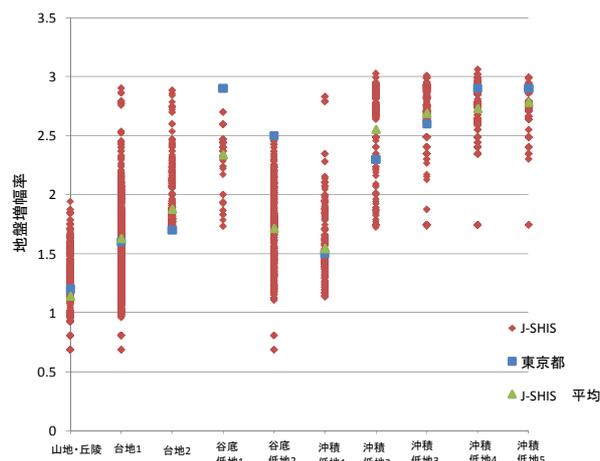


図-3 東京都地盤種別ごとの J-SHIS 公開データより推定される地盤増幅率

表-2 東京都地盤増幅率と J-SHIS 公開データより推定される地盤増幅率の比較

地盤	東京都	J-SHIS	標準偏差
山地・丘陵	1.2	1.14	0.26
台地1	1.6	1.63	0.25
台地2	1.7	1.88	0.19
谷底低地1	2.9	2.34	0.25
谷底低地2	2.5	1.71	0.31
沖積低地1	1.5	1.54	0.27
沖積低地2	2.3	2.55	0.42
沖積低地3	2.6	2.69	0.28
沖積低地4	2.9	2.72	0.26
沖積低地5	2.9	2.78	0.15

4. まとめ

本研究では J-SHIS で公開されている地盤データを用いて、東京都が建物倒壊危険度を算出する際に用いている地盤増幅率について再評価を行った。

概ね東京都の規定するものと調和的であったが、一部の地盤区分の増幅率に関しては、東京都の規定するものと異なる傾向が見られた。

今後は地震記録から評価される増幅率と比較していくことで、地盤種別ごとの増幅特性についてさらに信頼性の高い推定結果が導かれるものと思われる。

参考文献

- 1) 東京都都市整備局：地震に関する地域危険度測定調査報告書, 2008
- 2) 大西淳一, 山崎文雄, 若松和寿江: 気象庁地震記録の距離減衰式に基づく地点増幅特性と地形分類との関係, 土木学会論文集, No626/I-48, pp.79-91, 1999.
- 3) 地震ハザードステーション (J-SHIS) : <http://www.j-shis.bosai.go.jp/>
- 4) Molas, G.L. and Yamazaki, F.: Attenuation of Earthquake Ground Motion in Japan Including Deep Focus Events, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 85, No. 5, pp. 1343-1358, 1995.
- 5) 丸山喜久, 山崎文雄: 近年の地震観測記録に基づく東京都地盤分類ごとの増幅特性の評価, 第 12 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp. 1258-1261, 2006.
- 6) 藤本一雄, 翠川三郎: 近接観測点ペアの強震記録に基づく地盤増幅率と地盤の平均 S 波速度の関係, 日本地震工学学会論文集 第 6 巻, 第 1 号, 2006