

金沢市のサイト増幅特性と最大加速度の関係

金沢大学工学部		○高橋 剛
(社) 北陸建設弘済会	正会員	西川隼人
金沢大学工学部	正会員	宮島昌克
金沢大学工学部	フェロー	北浦 勝

1. はじめに

2000年6月7日に発生した石川県西方沖地震において金沢市内にある地震観測点で観測された記録では最大加速度で約1.7倍の違いが見られる。このように比較的狭い範囲でも最大加速度に違いが見られるのは表層地盤の影響の違いによるものと考えられる。本研究ではサイト増幅特性より最大加速度の違いを考察する。

2. サイト増幅特性の算出方法

サイト特性は地震基盤から地表面までのS波増幅率を表しており、地表での観測記録から求めたフーリエスペクトルと地震基盤でのスペクトルの比で表される。基盤における加速度フーリエスペクトルは対象とする地震の地震モーメント M_0 、コーナー周波数 f_c などから得られるものであり、次式で表される。

$$A(f) = C \cdot M_0 \cdot S(f) \cdot P(f) \cdot X^{-1} \cdot \exp\left(-\frac{\pi f X}{Q(f) V_s}\right) \quad (1)$$

ここで $A(f)$ は加速度フーリエスペクトル、 V_s はS波速度、 X は震源距離である。また、 $S(f)$ は ω^{-2} 則に従う震源特性であり、次式で表される。

$$S(f) = (2\pi f)^2 / (1 + (f / f_c)^2) \quad (2)$$

$$f_c = (23.28 - \log M_0) / 3 \quad (3)$$

$P(f)$ は高域遮断フィルターであるが、 $P(f)$ 中の $f_{\max}$ (スペクトルが減少するところでの周波数)が震源に起因するのか地盤特性に起因するのかが議論中であるため、ここでは $f_{\max}$ を考慮せず $P(f) = 1.0$ とする。

C は次式で表される。

$$C = R_{\theta\phi} \cdot FS \cdot P_R / (4\pi\rho V_s^3) \quad (4)$$

$R_{\theta\phi}$ はラディエーションパターン係数であるが、平均的な値である0.63を用いる。 FS は自由地表面の影響による増幅率で2.0である。 P_R はエネルギー分配係数で1.0、 ρ は地殻の密度で $2.7(\text{g}/\text{cm}^3)$ とする。

3. 解析結果及び考察

3. 1 各観測点のサイト増幅特性

式(1)より地震基盤でのフーリエスペクトルを求め、地震基盤でのフーリエスペクトルと観測点でのフーリエスペクトルからサイト増幅特性を算出した。地震モーメントは $M_0 = 1.18 \cdot 10^{25} (\text{dyn} \cdot \text{cm})$ とした。金沢市の観測点は気象庁(JMA 金沢)、金沢港湾事務所、金沢大学、K-NET 金沢(ISK010)、KiK-net 金沢(ISKH07)の5ヶ所であるが、K-NET 金沢観測点では地震発生時に地震計が故障していたため記録が得られなかった。このためK-NET 金沢での最大加速度は不明である。したがって、K-NET 金沢を除く4ヶ所についてサイト増幅特を算出した。解析において対象とする周波数帯域はノイズの影響を考慮して0.4~1.5Hzとした。それぞれの観測点のサイト増幅特性を図1に示す。

3. 2 各観測点の最大加速度とサイト増幅特性

1. で述べたように、金沢市内の観測点で記録された最大加速度には、最大で約1.7倍の違いがあった。観

測点が同一市内にあるので伝播特性が地震動に与える影響は観測点によらず殆ど等しいと考えられる。したがって、最大加速度の違いは観測点ごとの地盤増幅度の差異に起因すると考えられる。西川ら²⁾は中国地方において、81の観測点を対象にサイト増幅特性と最大加速度の増幅度の関係を検証し、最大加速度の増幅度はサイト増幅特性の4~10Hzの平均値と良好な相関があるということを述べている。そこで、各観測点におけるサイト増幅特性の4~10Hzの平均値を算出し、加速度最大値との関係を調べた。図2にサイト増幅特性と最大加速度の関係を示す。図2から明らかなようにサイト増幅特性の平均値が大きいほど、最大加速度が大きくなる傾向にある。平均値を求めている周波数帯域におけるサイト増幅特性は表層地盤の構造に影響されると考えられるので、金沢市内の観測点での最大加速度の違いは表層地盤の違いによるものと考えられる。

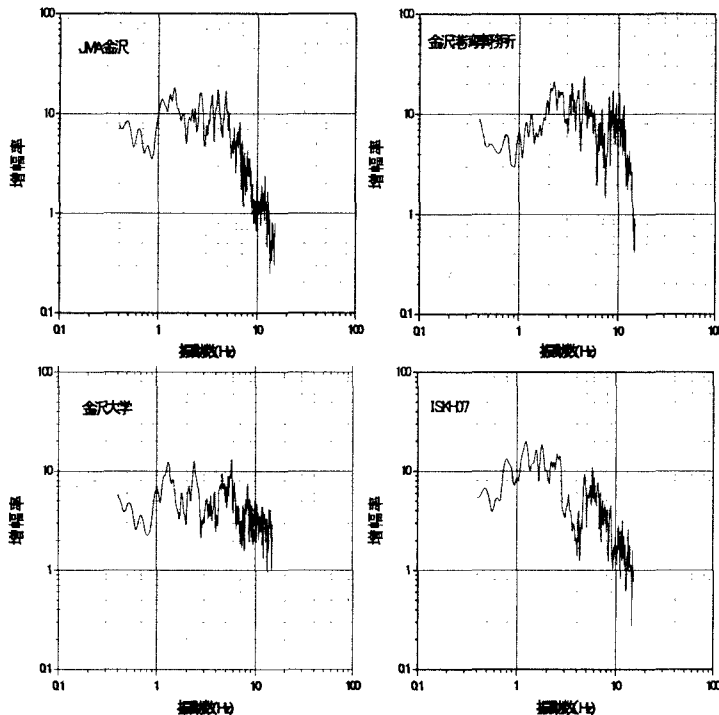


図1 金沢市のサイト増幅特性

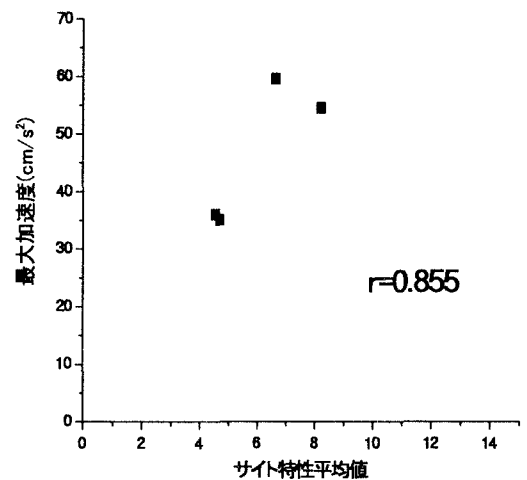


図2 金沢市のサイト増幅特性
と最大加速度の関係

4. まとめ

金沢市内の観測点での最大加速度の違いをサイト増幅特性より考察した。本研究では西川らの方法を基に4~10Hzでのサイト増幅特性の平均値と最大加速度の関係を検証したところ、相関係数は0.855となり、金沢市においても高い相関が得られた。また、サイト増幅特性の4~10Hzでの値に影響を及ぼすのは表層地盤の構造であるので、金沢市内での最大加速度の差異は表層地盤構造の違いによるものと考えられる。今後は最大速度、計測震度に対しても同様の検討を行う予定である。

<謝辞>

独立行政法人防災科学技術研究所のK-NET、KiK-net観測記録、気象庁及び独立行政法人港湾空港技術研究所の地震観測記録を使用させていただきました。

<参考文献>

- 1) Boore, D.M.: Stochastic simulation of high-frequency ground motion base on seismological models of the radiated spectra, Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 73, pp. 1865-1894, 1983.
- 2) 西川隼人, 宮島昌克, 北浦 勝, 高橋 剛: サイト増幅特性に基づく地盤増幅度の推定, 構造工学論文集, 土木学会(投稿中).