

2000 年石川県西方沖地震における K-NET 金沢観測点の波形再現

(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

1. はじめに

2000 年 6 月 7 日に石川県西方沖を震源とする $M_j = 6.1$ の地震が発生し、石川県の小松で震度 5 弱を観測したほか、中部から中国地方までの広い範囲で有感となった。この地震において金沢市内では複数の強震計で記録が得られたが、K-NET 観測点では計器の故障により波形が記録されなかった。K-NET での地震波形を予測することは、金沢市における地震動の空間的な変動を知るうえで重要であると考えられる。そこで、本研究では K-NET, KiK-net 強震記録を用いて、K-NET 金沢観測点の波形再現を試みる。

2. 解析結果

解析を行なう際に、地震動 S 波の加速度フーリエスペクトルが次式によって成り立っていると仮定する¹⁾。

$$A(f) = CM(f)T(f)G(f) \quad (1)$$

$A(f)$ は加速度フーリエスペクトル、 C は定数、 $M(f)$ は震源スペクトル、 $T(f)$ は伝播特性、 $G(f)$ はサイト特性である。ここで C と $T(f)$ は次式で表される¹⁾。

$$C = R_{\theta\phi} FS PRTITN / (4\pi\rho V_s^3) \quad (2)$$

$$T(f) = \frac{1}{R} \exp\left(-\frac{\pi f R}{V_s Q_s(f)}\right) \quad (3)$$

式 (2) の $R_{\theta\phi}$ はラディエーションパターン係数、 FS は自由地表面での増幅、 $PRTITN$ はエネルギー分配係数であり、 ρ は地殻の密度、 V_s は S 波速度である。式 (3) の R は震源距離、 f は周波数、 Q_s は減衰のしにくさを表すパラメータである。式 (1) における震源スペクトル $M(f)$ は KiK-net 永平寺の地中観測記録を用いて求める。地震波形において解析対象とするのは S 波到達から 10 秒間の区間である。永平寺の地震計が設置されている地点は地震基盤に相当する地盤なので $G(f) = 1.0$ とする。式 (2) のパラメータの $R_{\theta\phi}$ は平均的な値である 0.63 を用い、 FS は地中観測記録を対象としているので 1、 $PRTITN$ は 1 とする。 ρ と V_s はそれぞれ 2.7g/cm^3 、 3.4km/s と設定した。 $T(f)$ における Q_s は福井地方の平均的な値である $61.2f^{0.2}$ を用いた。得られた震源スペクトルは図 - 1 に示すとおりである。

本研究で解析対象としている K-NET 金沢観測点の地震波形は先に得られた震源スペクトルなどを用いて、式 (1) より求める。伝播特性に関する Q_s は福井、加賀地方の平均的な値である $79.3f^{0.2}$ を用いた。サイト特性 $G(f)$ は鶴来らの方法³⁾を用いて、複数の地震記

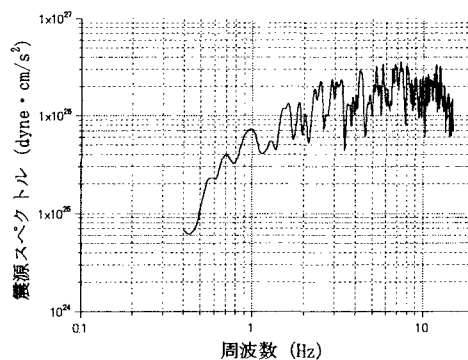


図 - 1 震源スペクトル

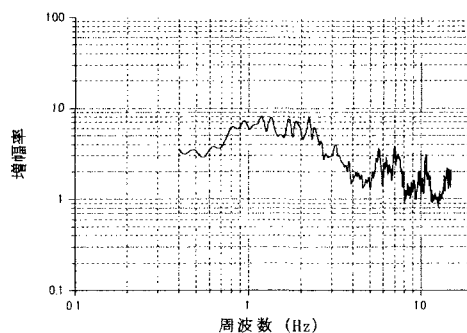


図 - 2 K-NET 金沢のサイト増幅特性

録から求めた値を平均して算出した（図 - 2）。図 - 3 に各特性から得られた加速度フーリエスペクトルを示す。K-NET 金沢観測点の波形は先に求めたフーリエスペクトルを満足するように算出する。計算する波形は S 波到達から 10 秒間であり、水平 2 成分を合成したものである。地震波形の包絡曲線には Jennings による式を用いた。包絡曲線における立ち上がり部、主要動の継続時間は佐藤らの式⁴⁾より算出した。得られた K-NET 金沢観測点の波形を KiK-net 金沢観測点の波形と合わせて図 - 4 に示す。それぞれの波形を比較すると全体的には、形状は一致しているものの 2~4 秒で振幅に差があり、最大加速度については約 1.2 倍の差がある。この要因をサイト増幅特性より考察する。地震動において加速度に影響を及ぼすのは高い周波数であるので、高周波数帯域の増幅特性に着目する。KiK-net 金沢のサイト増幅特性を図 - 5 に示す。両観測のサイト増幅特性を高周波数領域について比較すると、点 KiK-net の方が全体的に増幅率が大きい。この増幅率の違いが加速度振幅の差に影響を及ぼしていると考えられる。

3. まとめ

本研究では金沢市内の地震動の変動を調べるために、2000 年石川県西方沖地震における K-NET 金沢観測点の波形を再現した。その結果、金沢市内の観測点で最大加速度が最も大きかった KiK-net 観測点に比べて、振幅が 2 割程度小さかった。この最大加速度の違いはサイト増幅特性の高周波数での増幅率の違いに起因することが明らかになった。

謝辞：防災科学技術研究所の K-NET, KiK-net 観測記録を使用させて頂きました。

参考文献

- 1) Boore, D. M. : Stochastic simulation of high -frequency ground motion based on seismological models of the radiated spectra, *Bull. Seism. Soc. Am.*, Vol.73, pp.1865 - 1894, 1983.
- 2) 西川隼人, 北浦 勝：北陸地方における Q_s 値の推定, 平成 13 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp.21 - 22, 2002.
- 3) 鶴来雅人, 田居 優, 入倉孝次郎, 古和田 明：経験的サイト増幅特性評価手法に関する検討, 地震, 第 50 巻, pp.215 - 227, 1997.
- 4) 佐藤智美, 片岡正次郎, 田村敬一, 奥村俊彦：K-net 強震記録を用いた加速度応答スペクトルと経時特性の推定式の検討, 第 26 回地震工学研究発表会講演論文集, pp.397 - 400, 2001.

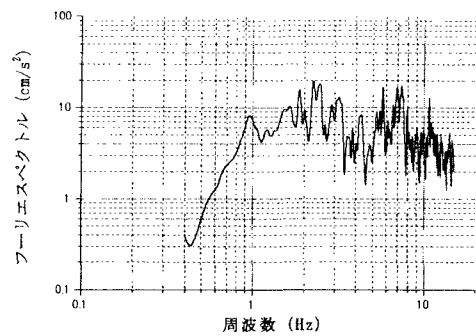


図 - 3 予測した加速度フーリエスペクトル

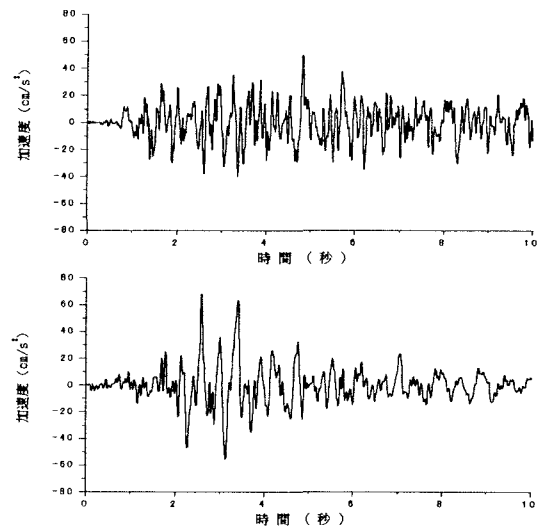


図 - 4 加速度波形（上 K-NET, 下 KiK-net）

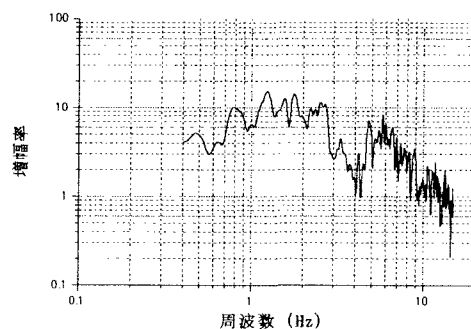


図 - 5 KiK-net 金沢のサイト増幅特性