

北陸地方における Q_s の推定

金沢大学大学院自然科学研究科 学生会員○西川隼人

金沢大学大学院自然科学研究科 フェロー 北浦勝

1. はじめに

構造物の被害推定のための強震動予測においては、震源特性、伝播特性、サイト特性を正確に評価する必要がある。このなかで、伝播特性は幾何減衰と粘性減衰により表わされ、粘性減衰に関係する Q 値は日本各地で推定されてきた。しかし、北陸地方に関しては過去の研究で解析の対象となることが少なく、この地方での Q 値の情報は少ないと言わざるを得ない。そこで、本研究では福井県、石川県における観測記録を用いて、これらの地域における平均的な Q 値を推定する。また、2000 年石川県西方沖地震における Q 値の地域的な違いを調べる。

2. 解析方法

実際の地震動において主要となるのは S 波による部分であるので、S 波に関する Q 値 (Q_s 値) を推定する。まず、はじめに地震動の加速度スペクトルは次式により表されるものと仮定する。

$$A_{ij}(f) = CS_i(f)P_{ij}(f)G_j(f) \quad (1)$$

$A_{ij}(f)$ は i 番目の地震における j 番目の観測点の加速度フーリエスペクトル、 C は定数、 $S_i(f)$ は i 番目の地震の震源スペクトル、 $P_{ij}(f)$ は i 番目の地震における j 番目の観測点までの伝播特性、 $G_j(f)$ は j 番目の観測点のサイト特性を表している。ここで伝播特性は次式により表現されるものとする。

$$P_{ij}(f) = \frac{1}{R_{ij}} \exp\left(-\frac{\pi f R_{ij}}{V_s Q_s}\right) \quad (2)$$

式 (2) の R_{ij} は震源距離、 V_s は S 波速度である。 Q_s 値は 2 段階回帰分析¹⁾の 1 段階目と同様の方法より推定する。この際、式 (1) の両辺の自然対数を取り、次式に書き換える。

$$\ln(R_{ij}A_{ij}(f)) = -\frac{\pi f R_{ij}}{V_s Q_s} + l_i c_i \quad (3)$$

l_i は層別因子であり、 i 番目の地震では 1、それ以外では 0 とする。 c_i は地震ごとに異なるが、 Q_s は地震によらず共通の値となる。

3. 解析に用いたデータ

福井、石川県を伝播経路とする地震波の減衰性状を正確に把握するために、震源が両県付近であり、2000 年石川県西方沖地震を含む 8 つの地震を解析の対象に選んだ。解析には K-NET、KIK-NET の観測記録を用いたが、地域による Q_s 値の違いを調べるために、福井県の観測記録 (データセット 1)、福井県と加賀地方の観測記録 (データセット 2)、福井県から能登地方の観測記録 (データセット 3) という 3 つのデータセットを用いた。それぞれのデータセットの記録数などは表 1 に示すとおりである。

観測記録において解析に用いたのは S 波到達から 10 秒間の区間であり、波形を切り出す際には両端にコサインインターパーを施したウィンドウをかけた。周波数領域においてはノイズの影響を避けるために 0.4~15Hz を解析の対象とし、スペクトルを平滑化するためにバンド幅 0.1Hz の Parzen ウィンドウをかけた。

表 1 データセットのパラメータ

データセット	観測点数	震源距離 (km)	震源深さ (km)
1	18	4~147	9~20
2	26	4~151	9~20
3	39	4~206	9~20

4. 解析結果

上述の方法より Q_s 値を求めたところ、図 1 のようになった。それぞれのデータセットより求めた Q_s 値を Q_s という周波数に依存する関数で表わすと次式のようになった。

$$Q_s = 61.2f \quad (4)$$

$$Q_s = 79.3f \quad (5)$$

$$Q_s = 164.3f^{0.70} \quad (6)$$

能登地方の観測記録を含んでいるデータセット 3 より求めた式 (6) の値は他のデータセットより求めたものより 2 倍以上大きくなっている。

5. 2000 年石川県西方沖地震での伝播特性

解析に用いた地震のほとんどは福井県付近を震源とするため、能登地方の観測点では震源距離が大きくなる傾向にある。そのため、先に用いたデータセットでは震源距離の違いによる Q_s 値への影響が生じ、 Q_s 値の地域性を正確に評価できない。そこで、それぞれの観測点までの震源距離がほぼ等しい 2000 年石川県西方沖地震の本震と余震の記録を用い、 Q_s 値を求めることにする。解析したところ、3~4Hz で値が負になったため 5~15Hz で石川県と福井県の値を比較する。図 2 に解析結果を示すが、これから明らかなように石川県での値の方が大きくなっている。

6. まとめ

回帰分析により北陸地方の Q_s 値を推定したところ、値の地域的な違いが見られた。特に能登地方における Q_s 値が大きくなり、この地域では地殻での地震波の減衰が小さいことがうかがえる。能登地方で Q_s 値が大きくなった要因については地下構造を把握したうえで、考察する予定である。

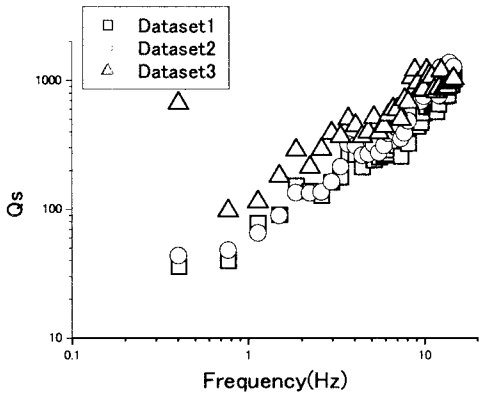


図 1 データセットから求めた Q_s 値

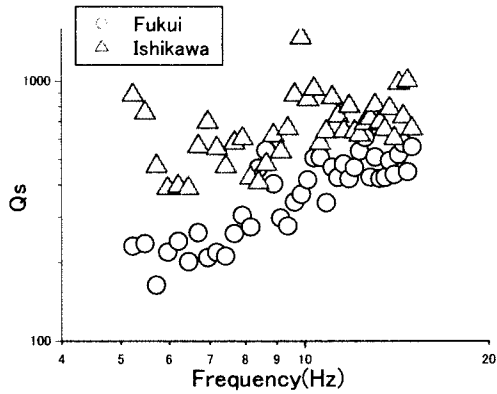


図 2 石川県と福井県の Q_s 値

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) Fukushima, Y. and T. Tanaka. : A new attenuation relation for peak horizontal acceleration of strong earthquake ground motion in Japan, Bull. Seism. Soc. Am., Vol.84, pp.757-783, 1990.