

石川県加賀地方における平均的な Q 値の推定

金沢大学大学院 学生会員 ○高橋 剛
 金沢大学大学院 正会員 西川 隼人
 金沢大学大学院 正会員 宮島 昌克
 金沢大学大学院 フェロー 北浦 勝

1. 序論

石川県金沢市を南北に縦断する森本・富樫断層帯は全国で地震活動度の高い活断層に分類されている。地震防災上、この断層によって生じる地震の揺れの大きさを予測することは極めて重要である。最近の地震動予測では設定した断層モデルより地震波形を予測する方法として半経験的手法が多く用いられている。対象地点において中小地震記録がある場合は経験的グリーン関数法を用いることが可能であるが、森本・富樫断層帯付近では、適当な地震記録が得られていない。適当な地震記録が得られていない場合は統計的グリーン関数法を用いるのが一般的である。統計的グリーン関数法によって地震波形を計算する際に震源から対象地点までの Q_s 値（減衰のしにくさを表すパラメータ）が必要であるが、既往の研究で北陸地方を対象として Q_s 値を評価した研究は少ない。著者らは先に加賀地方を対象として Q_s 値を求めた¹⁾。しかし、計算した時点では加賀地方で発生した地震が少なかつたため、福井県で発生した地震を多数含んでいるデータベースを用いた。そのため加賀地方のみを対象として Q_s 値を評価したとは言い難い。加賀地方を対象とした地震動評価をより正確に行うためには、 Q_s 値を的確に推定する必要がある。そこで本論文では、近年、加賀地方で発生した地震をデータベースに加えて、二段階回帰分析によって加賀地方の伝播経路特性を反映している Q_s 値を求める。

2. 解析方法

はじめに地震動の S 波の加速度フーリエスペクトルが次式から成り立つものとする。

$$A_{ij}(f) = M_i(f)T_{ij}(f)G_j(f) \quad (1)$$

式 (1) の $A_{ij}(f)$ は加速度フーリエスペクトル、 $M_i(f)$ は i 番目の地震の震源スペクトル、 $T_{ij}(f)$ 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 番目の観測点の地盤特性である。ここで $T_{ij}(f)$ は次式で表される。

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

式 (2) の R_{ij} は震源距離、 Q_s は減衰のしにくさをあらわすパラメータである。 V_s は S 波速度である。地盤特性 $G_j(f)$ がレシーバーファンクション $H_{ij}(f)/V_{ij}(f)$ ²⁾ によって表されるとする。 $H_{ij}(f), V_{ij}(f)$ はそれぞれ主要動の水平成分、上下成分の加速度フーリエスペクトルである。式 (1) において $A_{ij}(f) = H_{ij}(f)$ として、式 (2) と $G_j(f) = H_{ij}(f)/V_{ij}(f)$ を式 (1) に代入する。得られた式の両辺の自然対数をとると次式が得られる。

$$\ln(V_{ij}(f)R_{ij}) = \ln M_i(f) + b(f)R_{ij} \quad (3)$$

$$b(f) = -\frac{\pi f}{Q_s V_s} \quad (4)$$

式 (3) の $M_i(f), b(f)$ を二段階回帰分析³⁾ によって求める。得られた $b(f)$ と式 (4) から Q_s を算出する。
 キーワード 加賀地方、 Q_s 値、二段階回帰分析

連絡先：〒920-8667 石川県金沢市小立野 2-40-20 Tel 076-234-4654 Fax 076-234-4644

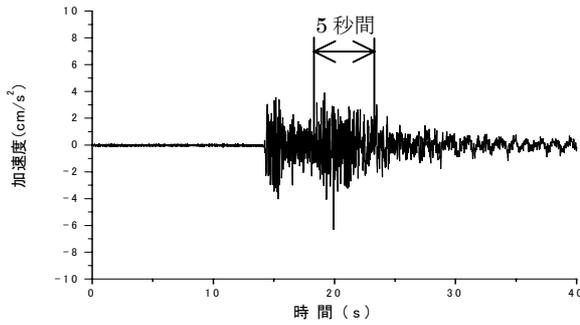


図-1 時刻歴波形における解析対象範囲

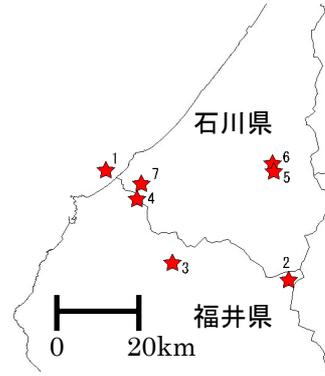


図-2 地震の発生箇所

表-1 地震の諸元

	日時	M_{JMA}	深さ (km)	観測点数
1	1997/12/19	4.4	12	5
2	1999/1/11	4.3	9	6
3	1999/5/2	3.5	11	3
4	2000/1/10	3.6	11	3
5	2002/11/16	3.4	8	4
6	2002/11/17	4.5	8	7
7	2003/6/5	4.2	12	3

M_{JMA} : 気象庁マグニチュード

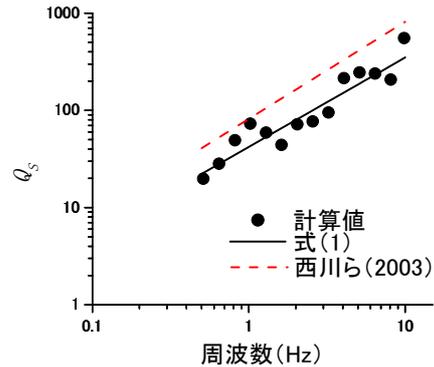


図-3 本研究と過去の研究の Q_s 値

お、表面波の混在を避けるために $V_{ij}(f)$ は主要動部の5秒間の区間を切り出して計算する（図-1）。切り出した波形からフーリエスペクトルを求める。得られた加速度フーリエスペクトルにはバンド幅0.4HzのParzen windowをかけて平滑化する。解析に用いる加速度フーリエスペクトルの周波数帯域はノイズの影響を考慮して、0.5～10Hzをとした。

3. 解析結果

解析対象とした地震は1997～2003年の間に加賀地方と石川県と福井県の県境付近で発生した7つの地震である（図-2）。地震の諸元を表-1に示す。加賀地方では、これらの地震以外にも石川県西方沖で複数の地震が発生しているが、これらの地震は震源距離が他の地震と比べて大きく、伝播経路特性が大きく違うと考えられるので解析対象から除外した。表-1に示す地震の記録を用い、二段階回帰分析より Q_s を評価した。得られた Q_s を周波数 f (Hz) の関数 $Q_s = Q_0 f^\alpha$ で表すと次式が得られる。

$$Q_s = 42.1 f^{0.92} \tag{5}$$

図-3に本研究で得られた Q_s 値と過去の研究で求められた加賀地方の Q_s 値を示す。図-3から明らかなように、本研究で求めた Q_s 値は過去の研究で得られた Q_s 値¹⁾の半分程度の値になっている。この Q_s 値の差異は Q_s 値を評価する際に用いた地震の発生箇所の違いに起因していると考えられる。

4. まとめ

本研究では加賀地方の伝播経路特性を反映した Q_s 値を求めるために、加賀地方付近で発生した地震記録に基づいて Q_s 値を評価した。その結果、著者らが先に福井県、加賀地方の地震記録から評価した Q_s 値に比べて、本研究で得られた Q_s 値は半分程度の値となった。このような Q_s 値の差異は地震の発生箇所の違いなどが要因になっていると考えられる。

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

参考文献 1) 西川ら：土木学会論文集，731, pp.257-266, 2003. 2) Langston, C, A : J. Geophys. Res., 84, pp.4749-4762, 1979. 3) Fukushima and Tanaka : BSSA, 84, pp.757-783, 1990.