

## 任意の観測点間の平均的な $Q$ の算出

（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. 目的

地震動の伝播特性に関係するパラメータである $Q$ 値を正確に評価することは地震動の予測において重要である。 $Q$ 値は任意の地域の平均的な値を計算することが多いが、より精度を高めるためには、ある伝播経路の $Q$ 値を求めることが必要であると考えられる。そこで本研究では任意の2点の観測点記録を用いることによって、任意の観測点間の伝播経路の $Q$ 値を評価する。

### 2. 解析方法

解析するにあたり地震動のS波の加速度フーリエスペクトルが次式で成り立つものとする。

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

式(1)の $A_{ij}(f)$ は加速度フーリエスペクトル、 $C$ は定数、 $M_i(f)$ 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、 $Q$ 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。今、 $i$ 番目の地震での任意の2つの観測点1, 2における水平成分の加速度フーリエスペクトルを $H_{i1}(f), H_{i2}(f)$ として両者の比をとると、 $C, M_i(f)$ がキャンセルされ、次式ようになる。

$$\frac{H_{i1}(f)}{H_{i2}(f)} = \frac{T_{i1}(f)G_1(f)}{T_{i2}(f)G_2(f)} \quad (3)$$

次に地盤特性 $G_j(f)$ がレシーバーファンクション $H_{ij}(f)/V_{ij}(f)$ <sup>1)</sup>によって表されたとする。なお、 $V_{ij}(f)$ は上下成分の主要動部分である。 $G_j(f) = H_{ij}(f)/V_{ij}(f)$ を式(3)に代入すると次のようになる。

$$\frac{V_{i1}(f)}{V_{i2}(f)} = \frac{T_{i1}(f)}{T_{i2}(f)} \quad (4)$$

次に式(2)を式(4)に代入すると次式が得られる。この際、 $Q_s, V_s$ は両観測点間で一定とする。

$$\frac{R_{i1}V_{i1}(f)}{R_{i2}V_{i2}(f)} = \frac{\exp(-\pi f R_{i1}/Q_s V_s)}{\exp(-\pi f R_{i2}/Q_s V_s)} \quad (5)$$

式(5)の両辺の対数を取り、 $Q_s$ に関してまとめると次のようになる。

$$Q_s = \pi f (R_{i2} - R_{i1}) / \ln\left(\frac{R_{i1}V_{i1}(f)}{R_{i2}V_{i2}(f)}\right) / V_s \quad (6)$$

上述の方法により任意の2つの観測点間の $Q_s$ を評価することができる。

### 3. 解析結果

本手法を石川県の加賀地方で起きた2つの地震に適用する。地震の諸元は表-1に示すとおりである。ここでは震源距離による $Q_s$ 値の変化を調べるために式(6)における観測点 $j=1$ を固定し、 $j=2$ に対応する観測点を变化さ  
キーワード： $Q_s$ 値、震源距離、加賀地方

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

表-1 地震の諸元

| 地震 | 日付       | $M_J$ | 深さ ( km ) | 基準観測点         | 対象観測点数 |
|----|----------|-------|-----------|---------------|--------|
| 1  | 97/12/19 | 4.4   | 12        | 加賀 ( ISK014 ) | 4      |
| 2  | 02/11/17 | 4.6   | 8         | 尾口 ( ISKH09 ) | 3      |

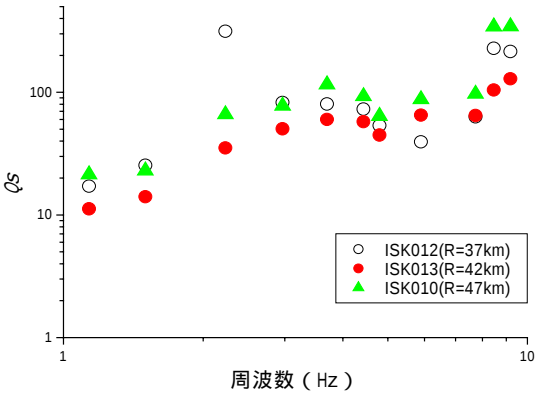


図-1 地震 1 で得られた  $Q_s$  値

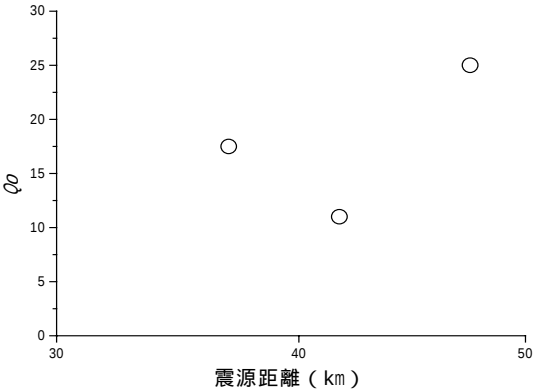


図-3 地震 1 で得られた  $Q_o$  値

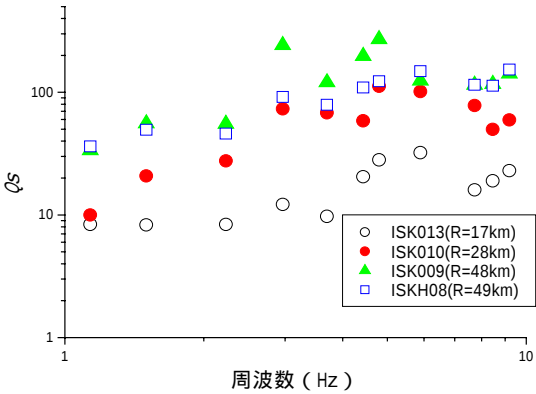


図-2 地震 2 で得られた  $Q_s$  値

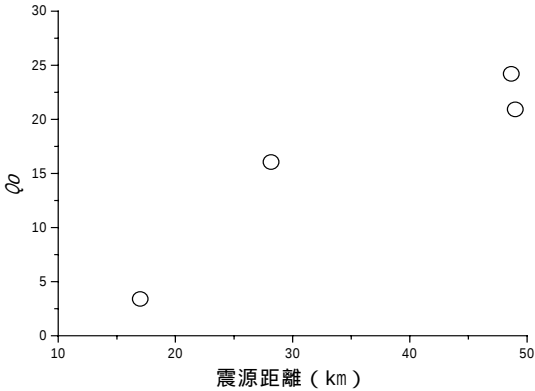


図-4 地震 2 で得られた  $Q_o$  値

せる．なお，解析対象とした観測点は加賀地方の K-NET，KiK-net 観測点の七塚 ( ISK009 )，金沢 ( ISK010 )，鳥越 ( ISK012 )，白峰 ( ISK013 )，津幡 ( ISKH08 ) である．地震波形において解析に用いるのは S 波到達から 5 秒間である．周波数領域ではノイズの影響を考慮して 1 ～ 10 Hz を解析対象とした．スペクトルにはバンド幅 0.2 Hz の Parzen ウィンドウをかけた．図-1，2 に得られた  $Q_s$  値を示す．これらから明らかなように震源距離が大きな観測点ほど  $Q_s$  値が大きくなる傾向が見られる．この結果は既往の研究結果<sup>2)</sup>と同じ傾向である．震源距離による  $Q_s$  値の変化をより分かりやすく調べるために， $Q_s$  を  $Q_o f$  という周波数  $f$  の関数で表した場合の定数項  $Q_o$  の変化を調べる．図-3，4 に解析結果を示す．これらの図から明らかなように  $Q_o$  の値は震源距離が大きくなるほど，大きくなる傾向にある．これより，震源距離が大きいほど地震波の減衰が小さくなるものと考えられる．

4．まとめ

2．で提案した手法によって，石川県の加賀地方にある任意の観測点間の  $Q_s$  値を求めた．また，震源距離による  $Q_s$  値の変化を調べたところ，震源距離と  $Q_s$  値の間に正の相関があることが明らかになった．今後は他の地域にも本手法を適用する予定である．

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) Langston, C, A : J. Geophys. Res., 84, pp.4749-4762, 1979.  
2) 池田ら：日本建築学会構造系論文集，No.560，pp.67-73，2002．