

特定の震源～観測点間の伝播経路特性評価

伝播経路特性、福井地方、KiK - NET

金沢大学	工学部	正会員	北浦 勝
金沢大学	大学院		西川隼人
金沢大学	工学部	正会員	宮島昌克

1. はじめに

強震動予測において伝播経路特性を正確に把握することは極めて重要である。既往の研究で伝播特性に関係する Q 値 (減衰のしにくさを表わすパラメータ) の評価が行なわれてきたが、これらは複数の伝播経路の特性を平均化したものがほとんどであり、特定の震源、観測点間を対象としたものは少ない。本研究では福井地方を例として、KiK - NET 永平寺観測点の地中観測記録を用いた場合の、ある震源から観測点までの伝播特性を評価するとともに、この地方で起きた地震の観測記録より求めた平均的な伝播特性との比較を行う。

2. 解析方法

初めに地中で観測された地震動の加速度フーリエスペクトルは Boore に従い、次式で表わされるものと仮定する¹⁾。

$$A(f) = CM_0 S(f) G(f) R^{-1} \exp\left(-\frac{\pi f R}{V_s Q(f)}\right) \quad (1) \quad C = \frac{R_{\theta\theta} F_S P_R}{4\pi\rho V_s^3} \quad (2)$$

ここに $A(f)$ は地中の観測記録から求めた加速度フーリエスペクトル、 f は周波数、 C は式 (2) で与えられる定数であり、 M_0 は地震モーメント、 $S(f)$ は震源スペクトル、 $G(f)$ は地殻から地震計が設置されている地点 (地中) までの地盤増幅率を表わしている。また、 R は震源距離、 $Q(f)$ は減衰のしにくさを表わすもので、ここでは S 波に関する $Q(f)$ を求める。 V_s は地殻での S 波速度であり、3.4km/s と仮定する。式 (2) の $R_{\theta\theta}$ はラディエーションパターン係数で 0.63、 F_S は自由地表面の増幅であるが、ここでは地中の観測記録を用いるので 1、 P_R はエネルギー分配係数であり、本研究では水平 2 成分を合成したものをを用いているので 1 とする。 ρ は地殻の密度で 2.7g/cm³ と仮定する。式 (1) を書き換えると、 $Q_s(f)$ は次のように表わされる。

$$Q_s(f) = -\frac{\pi f R}{V_s \ln\left(\frac{RA(f)}{CM_0 S(f) G(f)}\right)} \quad (3)$$

式 (3) 中のパラメータを与えれば、ある震源、観測点間の $Q_s(f)$ を求めることができる。ただし、 $S(f)$ 、 $G(f)$ は未知であるため設定する必要がある。 $S(f)$ は中、小規模の地震の場合、 ω^{-2} 則に従うと考えられるため、次式で表わされるものとする。

$$S(f) = \frac{(2\pi f)^2}{1 + (f/f_c)^2} \quad (4)$$

f_c はコーナー周波数である。 $G(f)$ については地震基盤程度の位置に設置されている観測点の記録を用いた場合、増幅率の影響は小さいと考えられる。

3. 解析結果

本研究では福井地方を解析対象とし、解析データには KiK - NET 永平寺 (観測点名コード FKIH01) の記録を用いた。解析の対象とした地震は福井県を震源とする地震で、震央位置を図-1、その諸元を表-1 に示す。永平寺の地中観測点は $V_s = 2.5$ km/s という地震基盤に相当する地盤に設置されているので、この記録を用いる場合は $G(f)$ を考慮しない。即ち、 $G(f) = 1$ と仮定しても問題ないと考えられる。この仮定が妥当であるかを調べるために $G(f) = 1$ とした場合と表-2、3



図-1 地震の震央位置

Estimation of Path Effect between Specific Seismic Source and Observation Station, Kanazawa University

Masaru Kitaura, Hayato Nishikawa, Masakatu Miyajima

に示す地盤モデル（地中の観測点から地殻まで）による増幅率を考慮した場合との結果を比較する。図-2、3、4 にそれぞれの地震を対象としたときの $G(f)$ を考慮した場合と考慮しない場合の結果を示す。ただし、 $Q_s(f)$ は解が安定している 2~15Hz の結果のみ示した。これから明らかなように、 $G(f)$ の違いによる $Q_s(f)$ の差は小さく、よって、地震基盤の観測記録を用いた場合は $G(f)$ の影響を考慮しなくても $Q_s(f)$ を評価できると考えられる。次に著者が先に求めた福井地方の平均的な $Q_s(f)$ ²⁾ と本研究で求めた 3 つの伝播経路の $Q_s(f)$ を比較する。図-5 でそれぞれの $Q_s(f)$ を示す。図-5 から分かるように、平均的な $Q_s(f)$ よりも本研究で求めた値の方が小さい傾向にある。また、本研究で求めた結果から明らかなように、同じ地域であっても伝播経路によって $Q_s(f)$ が変化しているのが分かる。

4. まとめ

福井地方を対象として、地中の観測記録を用いて特定の震源～観測点間の伝播経路特性を評価した。その結果、本研究のように地震基盤に相当する地盤の記録を用いた場合は地殻から地中の地震計が設置されている地盤までの増幅率を考慮しなくても、ある程度 $Q_s(f)$ を評価できることが明らかになった。また、同じ地域であっても伝播経路によって、 $Q_s(f)$ が変化することが分かった。今後は他の地域においても本手法を適用し、伝播経路の違いによる $Q_s(f)$ の差異を評価する予定である。

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.

謝辞：独立行政法人防災科学技術研究所の KiK - NET 観測記録を使用させて頂きました。

表-1 地震の諸元

	M_J	深さ (km)	震央距離 (km)
地震 1	3.8	10	13
地震 2	4.1	0	37
地震 3	4.7	0	50

表-2 地盤モデル 1

	H (km)	V_p (km/s)	V_s (km/s)
1	1.0	5.0	2.5
2		6.0	3.4

H : 層厚、 V_p : P 波速度

表-3 地盤モデル 2

	H (km)	V_p (km/s)	V_s (km/s)
1	5.0	5.0	2.5
2		6.0	3.4

M_J : 気象庁マグニチュード

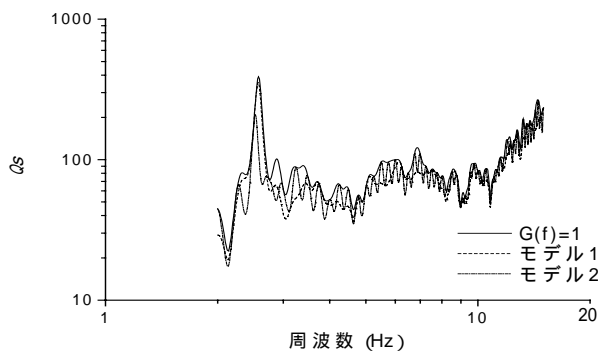


図-2 地震 1 における $Q_s(f)$

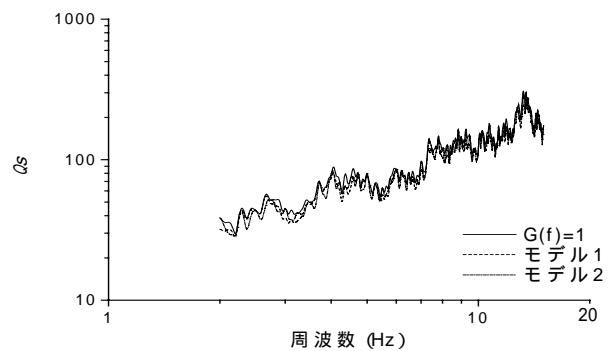


図-3 地震 2 における $Q_s(f)$

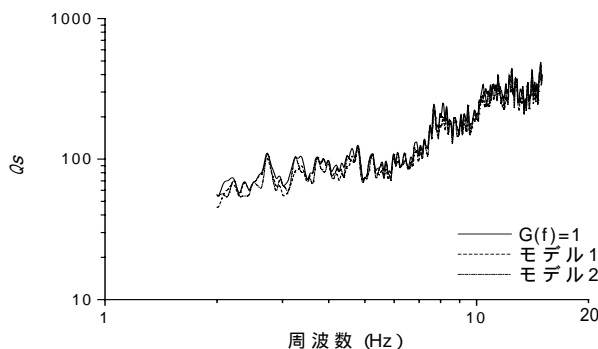


図-4 地震 3 における $Q_s(f)$

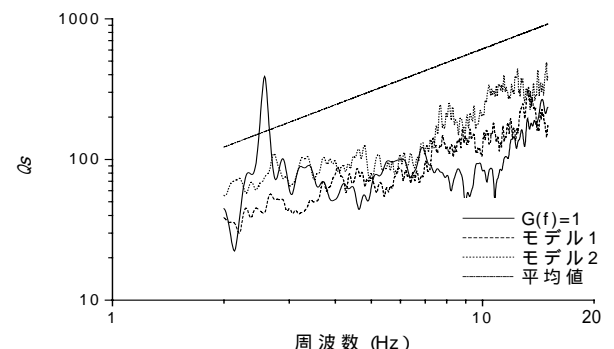


図-5 本研究で求めた $Q_s(f)$ と平均的な $Q_s(f)$