

I-619 高周波数領域におけるQ値と震源スペクトルの推定 (越中島における地中地震観測の解析)

清水建設 原子力本部 正会員 赤尾 嘉彦
清水建設 大崎研究室 “ 勝倉 裕

1. はじめに

東京における地中地震観測の結果を用いて、高周波数領域における震源スペクトルと伝播経路のQ値を推定することを試みた。以前にも芝浦の記録を用いて同様の推定を試みたが、今回は江東区越中島における地下100mの地点の記録を用いる。

2. 地震観測と予備解析

観測地点は地下40mまで軟弱な沖積層であるが、それ以深は $V_s=400\text{m/s}$ 以上の均質な硬質地盤である。従って、観測記録は無限媒質中の地震動を現すものと考え、表層の増幅特性の補正は行わない。観測は現在も続けられているが、解析には1982年10月から1988年3月までの記録を用いた。観測記録の中で地下100mで少なくとも1成分が1.2gal以上(地表で約5galに相当)の記録は88個あった。この中からP波やS波成分が比較的明瞭な記録を選んで、目視により各成分の直達波部分を読み取った。Fig.1.に地層図を、Fig.2.に観測波形と目視により読み取った直達波部分を示す。また、Fig.3.に観測記録から同定した継続時間の長さ、マグニチュードの経験式から推定される震源破壊継続時間の関係を示す。観測された地震に共通している点は、震央距離に比べて震源が深いことである。

3. スペクトル解析

同定した直達波の継続部分をフーリエ変換し、周波数を実軸で振幅を対数軸で図化すると、一般に高周波数領域は直線的に減少する傾向が見られる(Fig.4は典型的な例)。そこで、一観測点の記録から震源スペクトルを推定するために、各地層内のQ値が周波数に依存せず、高周波加速度震源スペクトルの振幅高さが地震ごとに一定と仮定する。また、観測スペクトルの傾きを $2\pi\kappa$ と定義する。震源距離 $X=200\text{km}$ 以内のS波の κ を X に対しプロットしたのがFig.5である。震源スペクトルの高周波部分とQ値が周波数に対して一定であると仮定すると、 $\kappa=X/Q_s V_s$ の関係が成り立つ。観測点直下の堆積層の減衰はどの地震波も同じであるから、 κ の差を地殻以深の伝播距離の差によると見なし、 $V_s=3.5\text{km/s}$ としてQ値を求めると、 $Q_s\approx 3500$ となる。この値は通常考えられている値よりかなり大きい、Q値を周波数の関数と見なすともっと小さくなる。Fig.6は地震波の幾何減衰と内部減衰を補正して求めた高周波数領域のスペクトル振幅 A_s である。全体的にマグニチュードに対して増加傾向が見られるが、点線で囲ったデータは平均値より1桁以上もズレている。これらは全て遠方の地震である。従って、伝播減衰の方法に少し問題があるかもしれない。

4. 結論および考察

通常観測される地震記録は、「震源特性」と「伝播媒質の特性」と「観測サイトの応答特性」を掛け合わせたものと考えられる。今回の解析は地中の記録を用いたため、「観測サイトの応答特性」は少ないものとして無視した。実際に表層に適当な減衰を仮定して、重複反射理論で表層の影響を調べるとかなり小さい。例えば表層の影響があったとしても、観測記録からこれを取り除くのは非常に難しい。「観測サイトの応答特性」が除去されたとしても、「震源特性」と「伝播媒質の特性」の2つの未知数が残り、「観測記録」という1つの既知数からこれらの解を求めることは不可能である。そこで、震源スペクトルの形と伝播減衰の形を仮定して、これらの解を求めることをおこなった。この方法は主観的な判断が多く入り問題もあるが、震源特性とQ値を推定する方法として評価されよう。

[謝辞] 解析には清水建設・技術研究所の記録と同・大崎研究室の計算機を用いました。関係各位に感謝します。

[参考文献]

1) Akao, Y. (1990). *Proc. of 8th Jap. Earthq. Eng. Symp.*
2) 横田治彦・他 (1979) 清水建設技術研究所報告, 30号.
3) Anderson, J.G. and S.E. Hough (1984). *Bull. Seism. Soc. Am.*

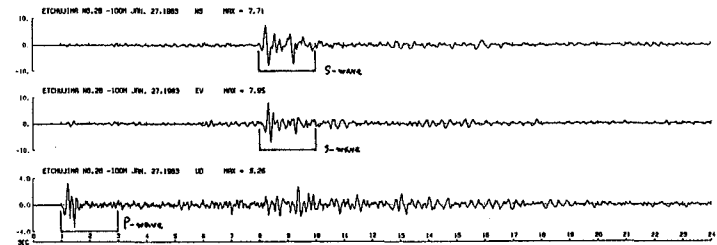


Fig.2. Examples of typical strong motion records.

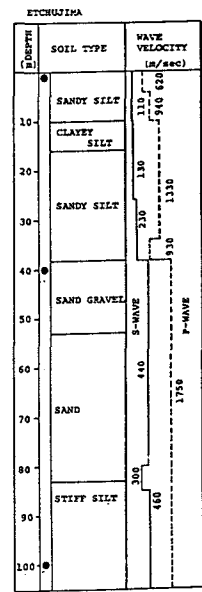


Fig.1. Underground structure profile.

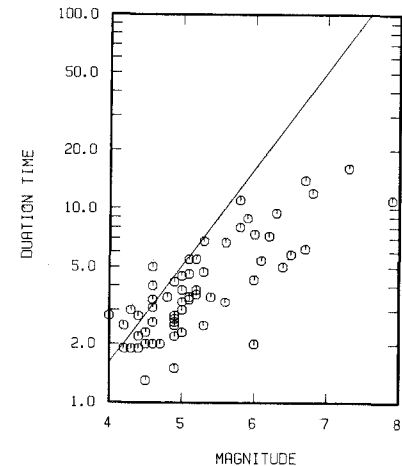


Fig.3. Comparison of duration times derived from observed records and empirical rupture process time.

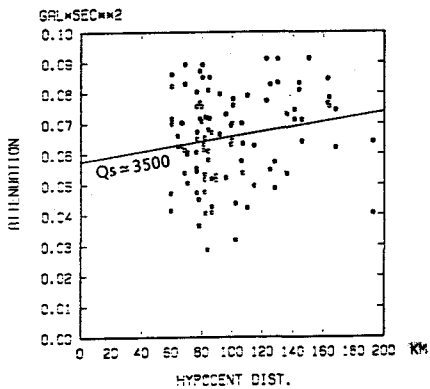


Fig.5. Spectral trend and hypocentral distance.

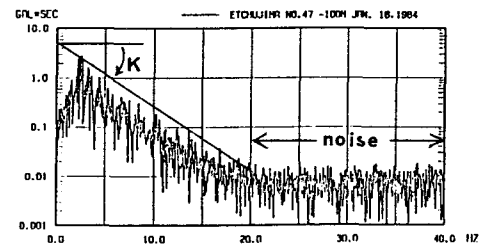


Fig.4. Fourier spectrum of S-wave component.

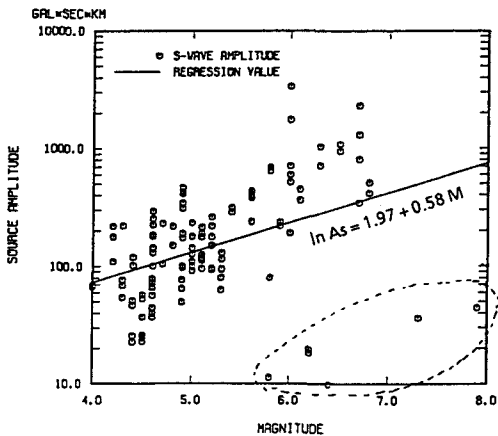


Fig.6. Source-spectral amplitude and Magnitude.