

Coda-Q と弾性体に働く応力との関係

京都大学大学院工学研究科 岡本京祐、三ヶ田均

For the propagation of elastic wave in an inhomogeneous medium, it is natural to deal with stochastic methodologies to interpret seismic data. Coda-Q has been a method being used as a stochastic measure of the medium in which seismic wave propagates. As recent structural surveys targeting the detection of spatiotemporal change of or time-variant physical properties of underground medium, we would like to exploit the new geophysical monitoring method using the stochastic parameters if these parameters reflect any changes of physical state of the medium. The purpose of this study is to relate this parameter to non-stochastic properties of the underground materials. Analysis of coda-wave revealed proportional relations between the loading stress and attenuation factor of the envelope.

1. はじめに

地震波記録は、震源のメカニズム・地下構造・地下の物性地などの多種多様な要因により、非常に複雑なデータ群となる。このデータに簡便なモデルを当てはめて、信号とノイズの分離、S/N 比の向上などの様々な処理を施し、有用な情報を得るというのが一般的な工学的取り扱いであり、これらの操作により P 波初動から地下のイメージングなどが行われてきた。

Aki (2004)で提唱された Ductile-Brittle Hypothesis では、coda-Q と地震発生に至る応力状態の関連がうたわれた(図 1)。本研究では、この仮説の検証を目指し、地震波形の coda 波まで含めた解析に注目する。coda 波の解析により、今まで物理探査では扱えなかったデータを扱うことが可能となり新しい探査法や地盤モニタリング法の開発が可能になると期待している。

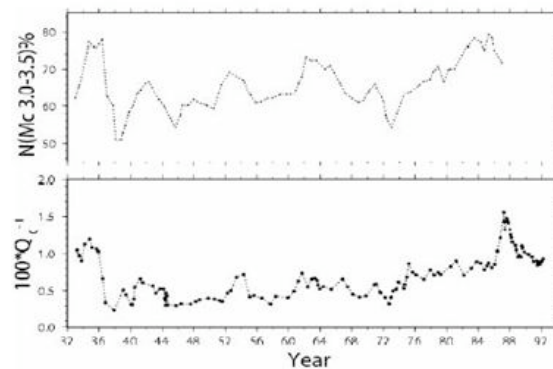


図 1 地震発生頻度 (上図) と coda-Q (下図) の時間変化 (Aki, 2004)。

2. 手法

2次元有限差分法、2次元境界要素法

を用いた波動伝播シミュレーションにより coda 波の解析を行った。シミュレーションモデル中に発振器・受振器・複数のクラックを配置 (図 2) し、そのモデルに応力を働かせる。応力载荷前後の coda 波より得られる Q^{-1} 値を比較し、 Q^{-1} 値と応力との関係を推定する。

有限差分法では、応力を载荷したことによる弾性波速度の異方性の発生が Q^{-1} 値の変化にどのような影響を与えるかを検討した。また、境界要素法では、境界形状を自由に決定できることを利用し、応力を载荷したことによるクラック形状・分布の変化が Q^{-1} 値に与える影響を検討した。

3. 結果

応力による速度異方性の発生により、 Q^{-1} 値は応力に対して図 3 の挙動を見せた。ここで、モデルには X 方向に圧縮応力、Z 方向に引張応力がかかっている。発振器から X 方向にある受振器と Z 方向にある受振器では速度異方性の影響により Q^{-1} 値の挙動が異なる。

境界要素法を用いて、载荷応力とクラック分布(クラックの閉鎖・発生)の関係を解析することにより、応力の増加に応じて Q^{-1} 値が減少することがわかった。

4. 考察

応力と Q^{-1} 値に一定の比例関係があることがわかった。また、受振器位置により Q^{-1} 値の挙動が異なることも分かった。以上のことより、今まで統計量として扱われてきた Q 値から、統計に依らない物理量、本研究では応力の大きさ・方向を求められる可能性がある。将来的には新たな地殻活動モニタリングへつながる可能性がある。

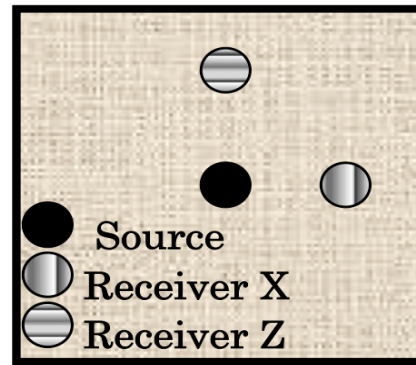


図 2 数値シミュレーションに用いたモデル。

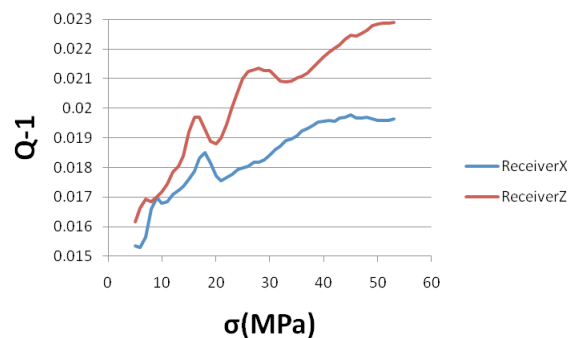


図 3 応力と Coda-Q の変化。