

## 固液複合系を伝播する弾性波の速度分散と減衰の測定

### The measurement of dispersion and attenuation of elastic waves propagating solid-liquid composite systems

# 藤澤 和浩[1], 武井 康子[1]

# Kazuhiro Fujisawa[1], Yasuko Takei[2]

[1] 東大・地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo, [2] ERI, Univ. Tokyo

地殻やマンツルの内部に存在する流体を地震波の解析によってとらえるためには、固液複合系が弾性波の伝播に与える影響を解明することが重要である。流体の存在がもたらす低速度異常は、その大きさが流体の体積分率、ポアのアスペクト比、固体と流体の体積弾性率の比によって一般的に記述できることがTakei (2002)によって明らかにされている。一方、減衰に関しては、未知の部分が多い。地震波の帯域で重要となる減衰のメカニズムとして、ポアのアスペクト比や配向の違いのために生じた液圧の不均質を、流体のポア間ネットワークを通る移動によって緩和するメカニズム：squirt flow が提案されている。しかし、流体移動の時間スケールや緩和強度を推定するための理論が整っていないため、実際の系での減衰について決定的な議論ができないのが現状である。本研究では、減衰の大きさや周波数特性を定量的に予測できる理論の構築を目標として、必要な基礎データを実験的に取得した。

周波数特性はポア形状に強く依存することが予想されることから、ポア形状が既知である試料について測定を行うことが重要である。本研究では、界面張力平衡でポア形状が決まるボルネオール・ジフェニルアミン共融系(BD)を用いた。BDは静水圧下にある岩石+メルトまたは岩石+水系のアナログとなるポア形状を持っている。試料の温度を47 から60 まで変化させる(共融点43 )ことにより、濡れ角を35°から17°まで変えた。

実験では、位相速度と振幅をとともに周波数の関数として測定した。速度分散と振幅減衰の間に成り立つ一般的な関係式[Liu et al. (1976)]と比較することによって、測定の信頼性を確認できる。弾性波(10<sup>4</sup>~10<sup>6</sup>Hz)は広帯域超音波探触子で励起した。波長は粒子サイズより十分大きく、弾性波は均質化された媒質を伝播しているとみなせる。減衰が大きいために、測定は伝播経路が最短で済む透過法で行った。位相速度を周波数の関数として測定するために正弦波を送信した。また、直達波以外の寄与を見きわめるために、バースト波による測定も並行して行った。生の測定値は、(1)探触子での電気機械結合の特性、(2)有限幅の震源から媒質への放射特性の寄与を含んでいる。両者について、理論値を用いてその影響を取り除く補正を行った。アクリルを試料とした予備測定から、補正の適切さを確認した。

測定された部分溶融試料のQは3から5という非常に大きな減衰を示す値であった。測定を行った帯域でQ-1はほぼ一定であった。濡れ角を小さくするほどQ-1は大きくなった。速度分散から求めたQ-1と振幅減衰から求めたQ-1はおおむね一致し、測定の信頼性が確認できた。また、正弦波とバースト波の結果はよく一致した。生じ得るQ-1の最大値については、液圧不均質が緩和した系と緩和していない系の弾性率を理論的に計算することにより求められる。濡れ角が35°のときのポア形状にはアスペクト比が0.1の楕円体ポアが対応すると仮定し[Takei (2002)]、この媒質のQ-1の理論値を見積もった。試料での測定値は、理論値よりも一桁大きい値であった。一方、濡れ角の減少によるQ-1の増大は、アスペクト比を小さくしたときのQ-1理論値の変化と整合的なトレンドであった。減衰の特性周波数は、固体の体積弾性率、液体の粘性率、ポアのアスペクト比をパラメータとして簡易に見積もる[O'Connell et al. (1977)]ことができる。実験で用いた弾性波の周波数は、アスペクト比を0.1と仮定したとき試料の持つsquirt flowの特性周波数より低い周波数側にある。一般に、特性周波数より低い帯域の減衰は、特性周波数が低くなるにつれて大きくなる。濡れ角によるQ-1の変化は、アスペクト比の変化による特性周波数の変化とも整合的である。一方で、メルトの粘性率の温度変化による特性周波数の変化は、測定されたQ-1の変化と逆のトレンドである。このことから、測定されたQ-1の変化には、ポア形状の変化がより大きく寄与していると言える。現時点で、測定された減衰の大きさなどがうまく説明できていないのは、測定値が散乱や他のメカニズムの寄与も含んでいるからであると思われる。それらの影響を評価して、squirt flowのより正確な実験データを得ることが、今後の課題である。