

大容量シリンダーによる速度と Q 値の精密測定

Velocity and Q measurements at high pressure and temperature using a large-volume cylinder

佐藤 博樹[1]; 伊東 和彦[2]; 金澤 英樹[3]

Hiroki Sato[1]; Kazuhiko Ito[2]; Hideki Kanazawa[3]

[1] 阪大・理・宇宙地球; [2] 太成学院大・経営情報; [3] 京大・人環

[1] Earth and Space Sci., Osaka Univ.; [2] Faculty of Management Information, Taisei Gakuin Univ.; [3] Human and Environmental Studies, Kyoto Univ

地球内部構造については、近年、詳細な速度構造とともに Q 値構造も決定されるようになった。Q 値は温度や含水量と共に急激に変化し、また高温における岩石・鉱物の塑性（流動性）とも関連し、弾性波速度と並んで非常に重要な基礎的物性量である。同一地域について速度構造と Q 値構造が決定されていれば、両構造に整合的な地殻・マントルの構成を検討することによって、地球内部の状態にいつその制約を与えることができる。そのために地球内部構成物質について、実験室で温度、圧力、含水量等の関数として速度と Q 値を決定することは大変重要な研究課題である。このような測定を実験室で行う場合、地球内部構造に適用可能な一対の速度・Q データを提供することが肝要である。

たとえば、流体を含む岩石の物性測定では、精度の高い測定はもとより、議論したい物性量の同時測定が不可欠である。速度と Q 値の測定を別々に行う場合、必要な 2 つの岩石試料について、同一温度圧力条件でも、同一の流体分布を再現することは困難で、測定値は得られても、速度と Q 値との対応付けができず、地球内部の流体量等を見積もるために必要な一対の速度・Q データを実験的に決定したとはいえない。今日まで国内はもとより、諸外国でも速度と Q 値の測定は別々に行われており、それらの結果を用いて流体量という観点から地球内部の速度構造・Q 値構造を解釈することはできない。

本研究では高温高圧下で透過波（第一到達波）と反射波（第二到達波）の両者を観察し、2 つの波のトラベルタイムの差とスペクトル比をとることにより、試料のみに固有の（intrinsic な）速度と Q 値を同時にしかも正確に決定する手法を開発した。岩石や鉱物試料の測定では、バッファローッドとして音響インピーダンスのかなり高いものを用いれば、透過波と反射波の両者を十分な精度で測定できる。反射波には透過波のパスに、試料部のみを一往復余分に伝わったパスが加わっており、両者の観察から温度勾配のため速度と Q 値のわからないバッファローッドの効果は相殺される。高インピーダンスのバッファローッドとして白金を用い、試料として高温高圧物性が調べられている石英ガラスを使用し、縦波の速度と Q 値を 1 GPa の高圧下で 1200 まで測定した。測定結果は石英ガラスについて報告されている値を再現し、今回の手法が高温高圧物性測定に適用可能であることを示した。従来の測定では透過波のみの観察から、バッファローッドの物性も温度圧力の関数として決定し、その分を補正するという精度の悪い手法が用いられていた。

本研究の同時測定手法は地球内部構成物質にも適用可能である。今回の研究成果を踏まえ、新たに導入した内径 60 mm 外径 500 mm 高さ 200 mm の大容量シリンダーを用いて、外径 20 mm 長さ 20 mm を超える大型試料について精密な物性測定を行うことが可能である。これほど大型のシリンダーを用いる物性測定は世界に類がなく、試料部の静水圧性を高め、温度勾配を最小限におさえ、地球内部に対応した高温を安定に発生させることができる。これらのことは精密物性測定に欠かせないことであるが、ダイヤモンドアンビルやキュービックアンビルによる物性測定では決して解決することができなかつたものである。