

BL04B1 高温高圧

1. 概要

BL04B1では2010年度からパワーユーザー課題『マルチアンビル実験技術の高度化と下部マントル条件下でのレオロジー・弾性波速度・相関係の精密決定：地球深部のダイナミクスと進化過程の解明に向けて』（代表者：入舩徹男/愛媛大学）が新たにスタートした。本課題は2010年度から2015年度までの5カ年間実施される予定で、特に『下部マントル』に焦点を置き、その物性・化学組成の詳細や粘性などのレオロジーを明らかにし、地球深部の動的挙動及び進化過程について新たな知見を得ることを目的としている。また、この目的を達成するために、6-6加圧方式を用いた変形実験によるレオロジーの解明や、超音波測定技術を応用した弾性波速度精密決定などの技術的な高度化を目標に掲げている。このプログラムを推進するうえで、高圧下での変形実験を可能にするD-DIA型変形装置の導入や、デバイリング全周のデータ収集による応力測定のためのIP検出器やフラットパネルセンサー用ステージの製作を行った。また、弾性波速度測定システムの高度化においては、速度の精密決定において鍵となる超音波エコーのS/N比を向上するためGaAs FETスイッチを導入した。

2. D-DIA型変形装置の導入

愛媛大学に設置のD-DIA型変形装置をBL04B1のマルチアンビル型高圧発生装置SPEED-Mk IIに移設した。これは、愛媛大学設置の高圧装置とBL04B1設置のSPEED-Mk IIのフレーム部分が共通であることにより実現した。通常のDIA型圧縮機構は、上下ガイドブロックとサイドブロックより構成されており、上下ガイドブロックとサイドブロックを組み合わせたものを大型の油圧ラム（メインラム）で加圧することによって、立方体の試料空間に高圧力を発生させる仕組みになっている。今回導入したD-DIA型圧縮機構は、上下ガイドブロック内の上下アンビルの背面にそれぞれ1つずつ小型の油圧ラム（Dラム）を装備し（図1, 2）、Dラムを用いて、ガイドブロック全体の加圧（減圧）とは全く独立に、上下アンビルを駆動させることが可能である。これにより、メインラムを用いてD-DIAガイドブロックに荷重を加えて、試料部を6方向から準等方的に加圧し、さらに上下アンビルを独立に駆動させることによって、高圧状態を保持したままで上下方向にさらに圧力（差応力）を加えることが可能となる。

D-DIA型変形装置と2次元X線回折を組み合わせると、試料のデバイリング全周データから、差応力環境下での任意の方位における格子面間距離の測定が可能となり、弾性

定数のデータと組み合わせて試料の応力テンソルを決定することができる。また、CCDカメラによるX線透過像の観察から試料の変形量（歪量）も測定可能である。本装置によって高温高圧下で試料の応力と歪の両方の測定ができ、物質の変形メカニズムの解明に非常に有用なツールとなる。特にマントル構成鉱物の変形メカニズムが明らかになると、マントルの粘性の推定が可能となり、プレートテクトニクスやプルームテクトニクスなどの地球ダイナミクスの解明に大きく貢献できることが期待される。

3. SPEED-Mk II用IP/フラットパネルセンサーステージ

前項のD-DIA型変形装置を用いた2次元X線回折データの取得のため、SPEED-Mk IIにIP/フラットパネルセンサーを設置するためのステージを製作した。なるべく高角側までのデバイリングを得るために、カメラ長を500 mm程度にする必要がある。そのため、架台は非常にコンパクト



図1 ガイドブロック下部のD-ラム部分

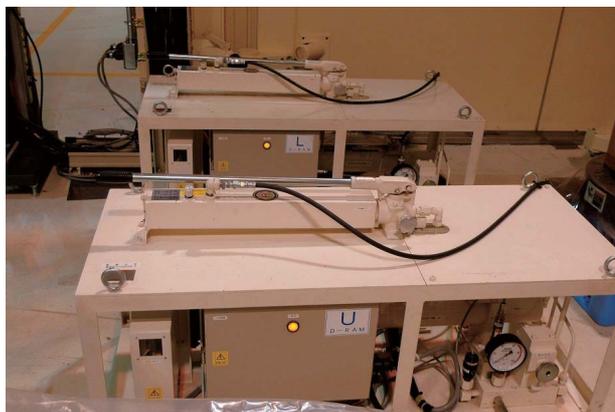


図2 D-ラム用油圧装置



図3 IP/フラットパネルセンサーホルダーの設置状況

GaAs FETスイッチを導入し、ビデオ・リーケージの大幅な低減と寄生ノイズの低減を実現した（図4）。この結果、試料の超音波エコーとノイズの干渉による波形の乱れが改善され、0.5 mm以下の微小試料でも超音波測定が可能になった。

利用研究促進部門

構造物性Iグループ 極限構造チーム

肥後 祐司、舟越 賢一

な形状として、高圧発生装置の金型の上に設置できるようにした。簡易的ではあるが、前記のD-DIA装置と併用して試料の応力に関する高精度のデータが得られつつある。

4. 弾性波速度測定用GaAs FETスイッチの導入

近年、BL04B1における超音波測定実験では、1 mm以下の微小試料を用いた超高圧下での弾性波速度実験が増加し、従来よりも高いS/N比の実験データが求められている。そのため高S/N比の超音波エコー測定を行うために、ノイズの原因となるビデオ・リーケージの低減対策を行った。ビデオ・リーケージとは、RF信号が存在しない状態でスイッチを切り替えた時に、スイッチのRFポートに現れるスプリアス信号である。2008年度に導入した高感度超音波測定システムの入出力信号切替装置では、信号入力時に任意波形発生器とデジタルオシロスコープの回路を高速リレー回路によって瞬時に切り離し、高電圧の入力信号がデジタルオシロスコープに入力されてオシロスコープが破壊されるのを防いでいるが、反面この切替装置がビデオ・リーケージ発生の原因となっていた。そこで切替装置として

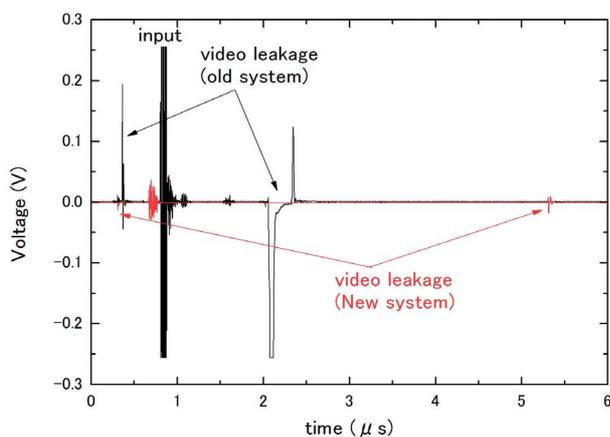


図4 信号切替器によるビデオ・リーケージの様子