

鉄合金融体の粘性測定における技術的改良点

Technical improvements for viscosity measurement of liquid iron-alloy

寺崎 英紀[1]; 鈴木 昭夫[2]; 大谷 栄治[3]; 舟越 賢一[4]; 安藤 良太[5]; 浦川 啓[6]

Hidenori Terasaki[1]; Akio Suzuki[2]; Eiji Ohtani[3]; Ken-ichi Funakoshi[4]; Ryota Ando[5]; Satoru Urakawa[6]

[1] 東北大・理; [2] 東北大・理・地球物質科学; [3] 東北大、理、地球物質科学; [4] 高輝度光セ; [5] 東北大・理; [6] 岡大・理・地球

[1] Inst. Mineral. Petrol. and Econ. Geol., Tohoku Univ.; [2] Faculty of Science, Tohoku Univ.; [3] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University; [4] JASRI; [5] Tohoku Univ; [6] Dept.of Earth Sci., Okayama Univ.

<http://www.ganko.tohoku.ac.jp/index.html>

鉄合金は惑星中心核の主要構成物質であり、その粘性は現在の地球磁場の成因となる外核の対流様式に関連するのみならず、地球・火星などの惑星形成初期における中心核とマンツルの分化タイムスケールを推定する上でも非常に重要な物性である。

我々はX線ラジオグラフィを用いた落球法により、高圧下におけるFe, Fe-S, Fe-Cといった鉄合金融体の粘性測定をおこなってきた。しかしながら鉄合金融体は低粘性のため、得られる落球画像データが限られておりそのデータの精度に関する点や、粘性マーカーとなる金属球と試料との反応性などの点が問題点として指摘されてきた。

最近になって、撮像・記録システムの大幅な向上により、画像取り込み速度が従来の30 frame/secから最高で125 frame/secまで上がった。この画像取り込み速度の向上は、特に液体金属などの低粘性融体に対して、精度の高いデータを得るうえで非常に有効である。

また粘性マーカーとして、試料よりもX線吸収の高いPt, Reなどの重金属製の球が用いられているが、鉄合金試料とは反応速度は元素により異なるものの、いずれも反応してしまう。この反応の問題を回避するために、Pt球の周囲をルビー殻で被ったTailoring sphereを用いた実験が行われたが、球径が大きく、球の密度の不確か性が高い、真球度が悪いなどという問題点が依然としてあった。そこで我々はAl₂O₃コーティングした球を製作し、その実用性をテストするための実験を行った。その結果、反応性の高いFe-C融体中においても、落球中に球径が変化することなくきれいな落球プロファイルが得られた。

加えて部分熔融中での落球防止および温度制御に関し、鉄合金試料については試料上部に珪酸塩層を挟みその中に球を封入した二段階落球式セルを開発し使用してきた。現在ではこのセルの上部の珪酸塩部分だけカプセル内径を小さくし、壁の効果を利用して球を減速させるという工夫がなされている。これより珪酸塩の体積を小さくできるというメリットもある。

これらの改善点を用いて得られたFe-C系の粘性測定結果について紹介する。更に粘性測定の圧力領域をのばすためにTEL=5mmのLaCrO₃ヒーターのセルを用いたFe-S融体および液体硫黄の粘性測定も行っている。現在は16 GPa, 1527 Kまでの粘性を測定したのでその結果についても紹介する。