

リム付きコンドリュールの衝突付着速度に関する実験的研究

Experimental study on the sticking velocity of rimmed chondrules

内山 陽一郎 [1]; # 荒川 政彦 [2]; 岡本 千里 [3]

Yoichiro Uchiyama[1]; # Masahiko Arakawa[2]; Chisato Okamoto[3]

[1] 名大・環境・地球; [2] 名大・環境; [3] 名大・環境・地球環境

[1] Earth & Planetary Science, Nagoya Univ.; [2] Grad. School Env. Studies, Nagoya Univ.; [3] Earth and Environmental Sci., Nagoya Univ.

<http://epp.eps.nagoya-u.ac.jp/~arak/>

1. 研究の背景および目的: 普通コンドライト隕石は、コンドリュールと呼ばれる直径がサブ mm 程度のケイ酸塩粒子と μm サイズの微粒子マトリックスから構成されている。この普通コンドライト隕石は、体積含有率で 65 - 75 % ものコンドリュールを含む。コンドリュールには、周囲に微粒子からなるリムが見られることが多い。このリムはコンドリュールが原始惑星系円盤内に存在した時、その周囲にダストが付着して形成された可能性が高い。このリム付きコンドリュール同士は衝突付着により合体成長し、コンドライト隕石母天体を形成する可能性がある。Ormel et al.(2008) は、リム付きコンドリュール同士が衝突速度 1m/s 以下なら付着することを理論的に示唆しているが、これまで実験的な研究は皆無である。そこで本研究では、リム付きコンドリュール同士が衝突付着してその複合体を形成できるかどうかを明らかにするため衝突実験を行い、付着速度と反発係数の空隙率・衝突速度依存性を調べた。

2. 実験方法: リム付きコンドリュール同士の衝突は、表面をシリカ層で覆った玄武岩にガラス球を衝突させることで模擬した。コンドリュールを模したガラス球のサイズは直径 11mm, リムを構成する微粒子を模したシリカ粉末のサイズは直径 0.25 μm である。シリカ層の空隙率は 70, 80, 85, 90 % と変化させた。この玄武岩にガラス球を衝突 (10cm/s - 80m/s) させ、ガラス球の衝突速度と反発速度を測定し、その比から反発係数を求めた。ガラス球の加速方法としては、衝突速度 10cm/s - 5m/s を自由落下, 5 - 20m/s をバネ銃, 20 - 80m/s を He ガス銃とした。速度の計測は、レーザー変位計, AE センサー, 高速度ビデオカメラ (600, 2000, 5000fps) の撮影により行った。なお、シリカ層の厚さは 5mm で固定した。

3. 実験結果: 空隙率が変化するとガラスビーズの跳ね返りの様子は大きく変化した。空隙率 90% のシリカ層では、衝突速度 0.4m/s 以下ではガラス球は跳ね返ることなく付着する。この速度を超えると急激に反発係数が上昇し、3m/s 程度で最大値 0.6 を示し、その後また緩やかに減少する。空隙率 85% のシリカ層では、2.4m/s 以下で付着し、この速度を超えるとやはり急激に反発係数が増加する。一方、空隙率 80%, 90% では、1m/s 以下の低速度ではガラス球は跳ね返り、決して付着することはなかった。これらのシリカ層では徐々に反発係数が減少し、空隙率 80% では 9m/s と 34m/s 付近、空隙率 70% では 50m/s 付近で反発係数が 0 となる (付着する)。ガラス球の反発の様子がシリカ層の空隙率によって大きく変化する理由は、シリカ層の強度が空隙率によって大きく変化するためだと思われる。それぞれの空隙率を持ったシリカ層を用いて貫入試験を行ったところ、貫入に必要な荷重は 70% 層の方が 90% 層より 2 桁近く大きいことが分かった。このことから 70% 層ではガラス球の衝突速度が小さい場合は、衝突応力がシリカ層の降伏応力を超えることができず、弾性的に振る舞うことが推測される。一方、90% のシリカ層では容易に変形するので衝突時に流体的に振る舞うと推測される。

4. コンドリュール付着成長への応用: 実験によって得られた衝突速度と反発係数の関係から、コンドリュールの付着条件は空隙率の減少に伴って高速側に移動することがわかる。したがって、コンドリュール同士の衝突圧縮によりリムの空隙率が減少すると、より高速度側でコンドリュール複合体が形成される可能性がある【参考文献】Ormel et al., 2008, *The Astrophysical Journal*, 679, 1588-1610