

コンドリュールの強度測定とコンドライト模擬試料の圧縮実験

○ 紫垣 沙央¹, 中村 昭子¹

¹神戸大学大学院理学研究科

コンドリュールの形成については諸説あるが、コンドリュールは形成された後にコンドライト母天体に取り込まれ、衝突や熱進化のプロセスを経て、現在の姿に至ったと考えられている。Beitz et al.(2013)はコンドライト模擬物への衝突実験を行い、圧力と空隙率の関係を調べ、さらにコンドライト中のコンドリュールのうち壊れずに元の形状を維持しているものの割合と、コンドリュールの引張強度から、コンドライト母天体が受けた最大圧力を推定できる可能性を示唆した。しかし実際のコンドリュールの引張強度は分かっていない。また実際の小惑星帯の衝突で発生する圧力継続時間($\sim 10^{-3}$ s)は、Beitz らの衝突実験で発生する圧力継続時間($\sim 10^{-5}$ s)と比較すると約 10^4 もの違いがあるため、隕石母天体への衝突を考えるためにはより長い圧力継続時間の実験も必要と考えた。そこで、コンドリュールの引張強度の推定とコンドライト模擬物の静的圧縮実験から、コンドライト母天体が受けた圧力と空隙率の失い方について考察することを目的とし、本研究に取り組んだ。

今回試料として用いたコンドリュールはアエンデ隕石から掘り出したものである。実験には神戸大学の圧縮試験機を使用し、静的圧縮を行うことで強度を算出した。コンドリュールについて求めた強度は球形試料の圧壊強度であるため、引張強度との関係を調べる必要がある。そこで、球形・円板形のかんらん岩試料を用いてその圧壊強度・引張強度を求めそれらの関係を調べ、コンドリュールの引張強度を推定し、Beitz et al.(2013)に適用することとした。また、本研究ではガラスビーズの圧壊強度と衝突破壊強度を測定しそれらの関係を調べ、Ueda et al.(2001)から推定したコンドリュールの衝突破壊強度を用いることで本研究のコンドリュールの圧壊強度の正当性を調べた。

30 個のコンドリュールについて静的圧縮実験を行った結果、その圧壊強度は約 8MPa となった。そしてかんらん岩の実験より、圧壊強度と引張強度はほぼ等しいことが分かった。今回求められたコンドリュールの引張強度に対し、Ueda et al.(2001)によるコンドリュールの衝突破壊強度はおよそ 25 倍と見積もられたが、ガラスビーズの実験では衝突破壊強度は圧壊強度の約 7 倍であった。本研究のコンドリュールの圧壊強度は下限値であると考えられることも合わせると、コンドリュールの圧壊強度は ~ 30 MPa ほどである可能性がある。よって、Beitz et al.(2013)へ適用するコンドリュール引張強度には、本研究で直接測定した値と、衝突破壊強度から推定した値の 2 種類を用いることとした。すると、コンドリュールの引張強度が ~ 30 MPa である場合、母天体が Beitz et al.(2013)程度の継続時間($\sim 10^{-5}$ s)をもった圧力を

受けるとすると、70-150MPa で LL3 コンドライトの空隙率とコンドリュールの破壊率を両立しうることがわかった。

次に、コンドリュールを模擬したガラスビーズとマトリックスを模擬したフライアッシュを混合させて作ったコンドライト模擬物の圧縮試験を行った。ビーズの含有率を変えた試料を4種類作り、様々なコンドリュール含有率のコンドライトを模擬した。本研究ではビーズを含まないフライアッシュだけを圧縮した実験も行ったが、その結果、Machii et al.(2013)のシリカダストの圧縮実験で得られたよりも低い空隙率が達成された。これは、フライアッシュの粒径(~4.5 μ m)がシリカダストの粒径(~1.0 μ m)よりも大きいことが原因であると考えられる。本研究(圧力継続時間:~10³s)の試料では、30-40MPa(Beitz et al よりも低い圧力)で LL3 コンドライトの空隙率を達成し、またビーズ含有率 50%-80%の試料ではビーズが強度の約 1/4 の圧力で破壊した。

これらの結果から、物理的な圧縮のみでコンドライトの空隙率とビーズの破壊率を説明する場合、それらはダストの粒径と圧力継続時間に依存するため、特定のコンドライトの空隙率・コンドリュール破壊率を適切に満たすようなダスト粒径・圧力継続時間の組み合わせの範囲(そのコンドライトのコンドリュール含有率、コンドリュールの引張強度によって変化)が存在することが考えられた。ただし、実際のコンドライト母天体は物理的な圧縮のみでなく、熱的な過程を経ることで空隙率を失い強度を得たということが考えられるため、それはまた別で考慮をする必要がある。