

高空隙率小天体模擬標的の衝突破壊実験

：焼結温度の異なる混合物の影響

○村上雄一¹， 中村昭子¹， 瀬戸雄介¹， 長谷川直²

¹神戸大学大学院理学研究科， ²宇宙科学研究所

背景・目的：太陽系初期の小天体はかなり高い空隙率を持つと考えられ、最大で86%になる天体もあると考えられている(Consolmagno et al., 2008)。土星の小衛星の場合、それらが氷(0.9 g/cm³)と岩石(2.6 g/cm³)の混合物だと仮定すると空隙率は約40~80%と見積もられる。また、近日点が1~3 AUの彗星の表面は氷粒子が焼結により固化し、Europaでは氷地殻が焼結を経験しているかもしれない(Gundlach et al., 2018)。このような、高い空隙率を持ち、混合物を混ぜた焼結体の衝突実験破壊実験の例はあまりないので、高い空隙率を持つ焼結体における混合物の衝突破壊実験への影響を調べた。

実験方法：試料は中空ガラスビーズ焼結体(以下HGB)と中空ガラスビーズとパーライトの混合物焼結体(以下mix)をそれぞれ二種類用意した。HGBは直径55 μmの中空ガラスビーズを、mixは中空ガラスビーズとパーライトを混合させてからるつぼに入れ、電気炉で6時間かけて800°Cもしくは650°Cまで上昇させ、6時間維持しおおよそ一日かけて室温まで冷却して作成した。また、試料を輪切りにしたものから円柱形試料を切り取りこれを用いて、圧縮強度の試料内部の鉛直分布を求めた。衝突実験は宇宙科学研究所にある2段式軽ガス銃を用いて衝突速度2~7 km/sで行った。また、弾丸には直径3 mmのナイロン球と直径3 mmで高さ2.5 mmの木の円柱を用いた。衝突による破壊の様子をハイスピードカメラにより5400コマ毎秒で撮影した。また、薄片を作成しSEM観察をして微細な構造も調べた。

結果・考察：中空ガラスビーズにパーライトを混ぜることによって、中空ガラスビーズ間の焼結によるネックが小さく、ネックの数も少なくなるということが分かった。また、圧縮強度は中空ガラスビーズの割合が少なくなると小さくなり、音速比は試料内のネックの分布のむらの影響を強く受けることが分かった。また、 $\rho Q^*/Y_c$ (ρ : 密度、 Q^* : 最大破片が衝突前の標的の半分になるのに必要な単位質量あたりのエネルギー密度、 Y_c : 圧縮強度)は充填率が小さくなると空隙の効果により大きくなるが、純物質試料と混合物試料で異なる傾向が見られた。しかし、混合物試料の密度を(結合している物質の質量/試料体積)とすると、純物質試料と同じ傾向になることが分かった。