

微小重力下でレゴリス層を貫入する 低速度弾丸の減速過程

○岡本 尚也^[1], 中村 昭子^[1], Güttler Carsten^[1,2], Jan-Hendrik Hagemann^[2],
和田 浩二^[3], Jürgen Blum^[2]

[1]神戸大学 [2]Technische Universität Braunschweig [3]千葉工業大学

はじめに

小惑星はレゴリスやボルダーを表面に持つ。これらは衝突・再集積の進化の過程を経て表面に存在すると考えられる。例えば小惑星イトカワ上には破碎デブリから成っている smooth terrain とたくさんのボルダーが見られる rough terrain が観測されている。一方、イトカワの脱出速度は毎秒 10-20cm である。すなわち、脱出速度以下で再集積が起こると考えるならば、イトカワサイズの小惑星の再集積過程は cm s^{-1} - m s^{-1} オーダーの低速度衝突で起こったと考えられる。本実験では再集積に伴うボルダーの天体表面への貫入を理解するために微小重力下で粉体への低速度衝突実験を行い、弾丸減速の抵抗則の決定を試みた。

実験方法

直径 5mm, 全長 15mm のアルミニウム円柱を加工して先端を球形にした弾丸を使用した。ターゲットには粒子が滑らかな球形をしたガラスビーズと粒子形状が不規則な砂を使用した。ガラスビーズは 90-106 μm と 355-500 μm , 砂は 100-180 μm と 300-600 μm の粒子サイズを持つものを用意した。衝突速度は $\sim 5\text{cm s}^{-1}$, 23cm s^{-1} , $\sim 50\text{cm s}^{-1}$ の 3 通り、またチャンバー内圧力は $\sim 20\text{ Pa}$ と 500 Pa の 2 通りで行った。実験はブラウンシュヴァイク工科大学(ドイツ)のドロップタワーを使用し、いずれも微小重力下($< 3.4 \times 10^{-4} \text{ m s}^{-2}$)で行っている。本発表では衝突速度 23cm s^{-1} 、圧力 500 Pa の条件で、粒径 90-106 μm のガラスビーズと 300-600 μm の砂に弾丸を衝突させた実験の解析結果を報告する。

解析・結果

ガラスビーズへの衝突ではきれいなコーン形状のイジェクタが放出された。弾丸の端とターゲット表面からの距離を測定して、弾丸の減速を解析したところガラスビーズよりも砂の方が減速されやすいことが分かった。初期解析として弾丸の受ける抵抗が①速度の 2 乗に比例する場合、②速度に比例する場合、③速度に依らない定数の場合、の 3 通りで弾丸減速の解析を行った。時間と距離のグラフにおいて、それぞれの場合でフィッティングを行った。計算されたフィッティング曲線がどれだけよくデータに当てはまっているかを表す相関係数 R (1 に近いほどフィッティング曲線とデータ値が適合している) はいずれも 0.99 をとり、現在見ている減速域では抵抗則を決定することができないことが分かった。衝突速度の異なる実験の解析を順次行って減速過程のモデルを構築していく。