

高空隙石膏標的に形成されたクレーターの表面下観察

山崎祐太郎¹, 中村昭子¹, 長谷川直², 鈴木絢子²

¹神戸大学, ²宇宙航空研究開発機構

背景

衝突クレーターに関して、クレーターの直径や深さはさまざまな空隙率の標的について調べられている。それに比べて、衝突表面下の構造についてはあまり研究が行われていない。先行研究として、空隙率 $23 \pm 1\%$ の砂岩 (Buhl et al., 2014) や空隙率 $43.08 \pm 0.4\%$ の凝灰岩 (Winkler et al., 2016) に対して衝突実験が行われている。各実験では、衝突速度を 5 km/s に保ち、弾丸の直径を変化させ、運動エネルギーを変化させて、衝突表面下の変形や空隙率を観察している。一方、空隙率 $50 \pm 2\%$ (Yasui et al., 2012) の石膏に対しては、フラッシュ X 線画像で表面下に圧密が見られる。本研究では、空隙率 $53 \sim 58\%$ の石膏標的に対して衝突速度と弾丸の種類を変化させて実験を行い、表面下の圧密について調べる。

実験方法

衝突実験は宇宙科学研究所の二段式軽ガス銃を用いて真空下 ($1.5 \sim 6.5 \text{ Pa}$) で行った。弾丸には球形のガラス、ナイロン (1/8 inch) と SUS (1/16 inch) を使用し、石膏標的に対して衝突速度 $1.5 \sim 5.5 \text{ km/s}$ の範囲で衝突させた。衝突過程は高速度カメラで撮影し、クレーター表面下の圧密を観察するためにフラッシュ X 線画像を撮影した。

結果

形成されたクレーター表面下の圧密を確認するために、衝突前後の質量変化分の体積 V_{ejecta} とクレーターにガラスビーズを充填させて求めたクレーター体積 V_{crater} を求めた。衝突による圧密を受けた体積は、 $V_{\text{compact}} = V_{\text{crater}} - V_{\text{ejecta}}$ である。衝突表面下が圧密を受けているのならば、 $V_{\text{compact}} > 0$ となる。各実験で、衝突表面下の圧密が確認された。各実験での $V_{\text{compact}} / V_{\text{crater}}$ と衝突速度の関係は、ガラス弾丸では衝突速度の増加に伴い、値が減少した。これは、スポール部分の直径が大きくなり、 V_{compact} に対して、 V_{crater} が相対的に増えたためと考えられる。

X 線画像から、クレーター中心表面下の最も圧密された部分の密度を計測した。ほとんどの実験で衝突後の密度は増加していた。ガラス弾丸の実験で 1 つだけ、密度が減少していたものがあった。これは衝突表面下が圧密を受けた後に破砕を受けたため生じたものだと考えられる。

今後は衝突表面下の深さ方向に対して密度を計測していく。また、ナイロン、SUS に関しては実験データが少なくはっきりした傾向を言うことができないため、実験データを増やす。