

iSALEによる衝突現象と爆破実験結果との比較

末次 竜 (大島商船高等専門学校)

利用カテゴリ 計算サーバ

太陽の周りを公転している惑星や小天体は天体衝突による合体及び破壊で形成された。つまり「衝突現象」は太陽系形成の根幹となる物理現象といえ、これまで主に衝突実験と衝突シミュレーションを用いて調べられてきた。衝突実験であるが、天体衝突を模擬するためには弾丸の衝突速度が数km/s程度に達する必要がある、衝突実験は基本的に真空中で行われる。しかしながら真空中で実験するには、ターゲットのサイズが真空チャンバーに入るサイズ以下に制限される。そのため現在のところ大規模な衝突実験を行うことは困難である。

最近、我々は高速での衝突現象が爆発現象に近い、熊本大・パルスパワー科学研究所で爆破実験を行い始めた。爆発実験棟ではメートルサイズの標的の爆破実験も可能であるため、爆発実験による結果と衝突実験による結果の対応関係が明らかになれば、爆発実験の結果からも天体衝突に制約を与えられることになる。

そこで爆破実験から得られたターゲットの破壊の結果に対して、Kadono et al. (2018)の衝突実験から得たモデルを適用することで、疑似的に衝突速度および弾丸のサイズを推定する。このモデルから推定した衝突速度と弾丸サイズを使用し、iSALE(Amsden et al. 1980, Collins et al. 2004, Wünnemann et al. 2006)による衝突シミュレーションを行う。数値計算の結果と爆破実験の結果を比較し、推定した衝突速度や弾丸サイズが妥当なものかを明らかにする。

衝突シミュレーションは、五つの爆破実験の結果から推定した以下の疑似弾丸半径と疑似衝突速度((2.1cm, 0.42km/s), (1.5cm, 1.71km/s), (2.1cm, 0.96km/s), (1.7cm, 1.88km/s), (4.4cm, 0.46km/s))を用いて行った。また弾丸と標的に使用した物質モデルはKadono et al. (2018)で用いたものと同じである。

計算から得たターゲットが経験した最大圧力と、爆破実験によるピットの半径とピットの深さの関係を比較した。その結果、どの衝突条件の場合でもピット半径とピット深さのある領域は最大圧力100Mpa以上の範囲と一致していることが明らかになった。これは、この圧力を経験した領域が破壊されることでピットが生じることを意味する。またシミュレーションを長時間行うことで形成されるピットのサイズも調べた。しかし、計算によるサイズと実際の爆破実験の結果とは一致しなかった。これは物質強度モデルに依存していると考えられる。今後、異なるパラメータを使用して、計算によるピットサイズと実験で得られるサイズの関係を調べる予定である。

We gratefully acknowledge the developers of iSALE, including Gareth Collins, Kai Wünnemann, Boris Ivanov, Jay Melosh, Dirk Elbeshausen, and Thomas Davison.