

第 6 回航空機による学生無重力実験コンテスト（速報）

実験テーマ：無重力仮想宇宙空間における多孔質模擬天体衝突実験

実験チーム：神戸大学機動六課スターズ分隊

（代表者氏名：瀬藤真人

共同提案者氏名：桂武邦、高澤晋、高部彩奈）

1. 目的

我々が暮らす地球、およびそれを取り巻く太陽系は、誕生以来衝突による合体成長を繰り返してきた。本実験はそれら始原的天体の衝突現象の解明を目的とする。そのために模擬天体に対する衝突実験を行い、微小重力下での衝突圧力減衰率や、自転する小天体の衝突破壊強度を検討することを目的とした。

2. 実験方法・装置

[実験方法]

①ガラスビーズ粉体に対する衝突圧力減衰率測定実験

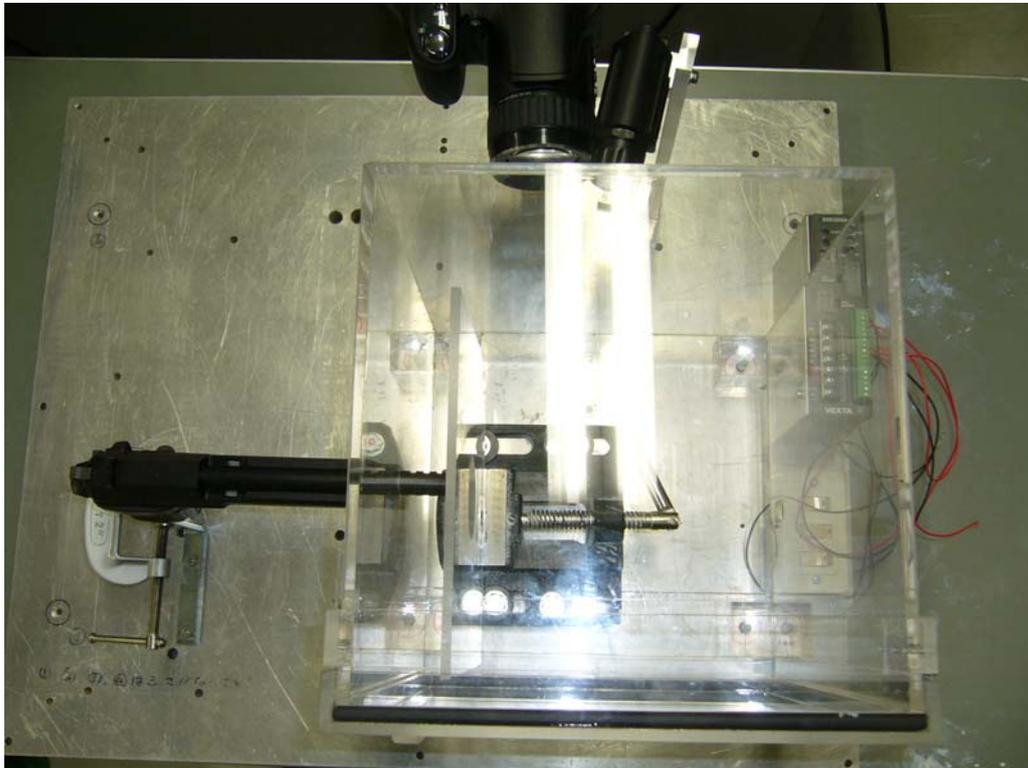
SiO₂ を含むソーダライムガラスビーズを、穴を開けたアクリル板の中に封入し、前面を薬包紙で、背面をアルミホイルで塞ぐ。デシケーターを改造したチャンバー内に万力を固定し、それを用いてターゲット（アクリル板）を固定する。粉体の中央に弾丸が当たるように照準を定めた電動ガンの先端を、デシケーターに開けておいた穴に差し込んで固定。反対側のアルミホイルの中央に針で小さい穴を開ける。これは反対側から飛び出す粒子の通り道を確保するためであり、中の粒子は衝突圧力が発生するまでは、摩擦力によってこぼれおちないようにになっている。無重力開始の合図とともに引き金を引いて BB 弾を衝突させ、反対側から吹き出すガラスビーズ粒子の様子を 1200 コマ毎秒で撮影し、解析する。データはメモリーカードに保存する。

②回転しているガラスビーズ焼結体に対する衝突破壊実験

同様のガラスビーズを円柱型の鋳型を使って焼き固めたものを用意し、デシケーターを改造したチャンバー内に固定されているモーターターンテーブルの上でそれを回転させながら、電動ガンを用いて側面に弾丸を衝突させる。これは小天体などの自転の影響を考慮するためであり、自転の遠心力が効いている状況下で、衝突エネルギーが破壊強度に与える影響を見る。回転数は実験ごとに 0 から 300rpm の間で変化させる。その衝突破壊の様子は 600 コマ毎秒で撮影され、また破片を回収し、その最

大破片の質量が元のターゲットに対してどのくらいの割合残存しているのかも調べる。

[実験装置]



実験装置の上から写真。左にあるのが電動ガン。中央右にアクリルチャンバーと、その中にターゲットを固定した万力。奥にあるのがカメラと充電式ライト。チャンバーの右側にあるのはモーターの本体(写真ではターンテーブルには接続していない)。

3. 実験結果

①9回のパラボリックフライトの全てで弾丸発射および反対点粒子放出の高速度撮影に成功。ターゲットの厚みにつれて粒子速度が低下していると予想される。弾丸が薬包紙とアルミホイルを突き破り、粒子速度ではなく弾丸速度がそのまま反映されているものも見受けられた。粉体内部での圧力減衰率を、今後の解析で明らかにしていく。飛散した粒子は、速度が速い物は地上での実験と同じように流体として振舞うが、低速で飛び出したものは各々で固まって飛び散った。微小重力下での実験のため、ファンデルワールス力が効いているものと思われる。太陽系形成初期におけるダスト粒子の衝突合体を再現することも可能かもしれない。

②10 回のパラボリックフライト中、ターゲットが浮き上がってしまい、衝突に失敗したものが 2 回、やや傾いたターゲットに斜め衝突になってしまったものが 1 回あった。その他の 7 回では、衝突及び破片回収、撮影に成功した。回転数の内訳は、モーターメモリ 20 が 3 回、メモリ 10 が 3 回(うち 1 回が斜め衝突)、回転なしが 2 回である。衝突後の最大破片の、元のターゲット質量に対する割合は、回転数が多いものほど小さくなる、つまり遠心力が大きく加わっているものほど、破壊の程度がより大きくなっているものと思われる。微小重力によって、モーターターンテーブルに対する垂直抗力がほとんどなくなったことの影響については、今後の解析で明らかにしていく。

4. まとめ

粉体ターゲットの方は比較的安定した状態であったため、「Now」コールではなく「はい」コールまで待ってから弾丸を発射する余裕があったが、焼結体の方は、ターンテーブルとの付着力が十分ではなく、数発撃ち損じがあった。ターゲットを固定し、「Now」と同時に固定を外すなどの改善方法が考えられる。

また、試料入れ替えに関しては、粉体ターゲットの入ったアクリル板は段ボールごと下段ラックに入れてあったため、機内では思うように進まなかった。チャンバー内の掃除にも手間取り、周囲に粉が散ってしまった。2 日目は試料ケースを小分けにした入れ物を用意することで改善が見られた。上空では気圧の関係もあり、また精神的な焦りもあり、準備が地上ほどスムーズには進まない。試料入れ替えやカメラのスイッチなど、簡略化できるところは限界まで簡略化する必要を感じた。

謝辞

今回の実験を行うにあたり、採用当初からあらゆる面でサポートして下さった JSF の木暮様はじめ JAXA の方々に深く感謝いたします。また、実験装置設置過程でのトラブルに対し、丁寧かつ的確な対応で援助していただいた DAS の技術者の方々、より良い実験環境を提供して下さったパイロットの方々にも深い謝意を表します。

実験装置製作に当たって、数多くのアドバイスや指摘をいただいた技官の三軒さんにも深く感謝するとともに、テーマの決定段階から実験手法・目標に至るまでご指導くださった中村先生、山下さんに、実験の成功を報告するとともに、深く感謝の意を表します。