

非分離型サボを用いた二段式軽ガス銃における サブミリプロジェクトイルシングルショット法の開発

平井 隆之, 長谷川 直 (JAXA 宇宙科学研究所)

ダストその場検出器といったセンサの較正には, プロジェクトイル一粒の超高速衝突 (>1 km/s) が必要である. 現状, 宇宙科学研究所の二段式軽ガス銃では, 遠心力を利用した分離型サボを用いることで最小 $300\ \mu\text{m}$ のプロジェクトイル一粒を加速可能である. しかし, 実際に宇宙空間で検出されるダストの多くは $100\ \mu\text{m}$ 以下であるため, より小さなプロジェクトイル, 特に静電加速器ではカバーできない $10\sim 100\ \mu\text{m}$ サイズのシングルショットが求められる. 分離型サボではプロジェクトイル直径が $300\ \mu\text{m}$ 未満になると, プロジェクトイルが回転軸上からずれやすく真つすぐ飛ばすことが困難になる. そこで照準精度の高い非分離型サボを用いた新しいサブミリプロジェクトイルのシングルショット法を考案した. 本発表では非分離型サボ方式の予備実験結果を報告する.

非分離型サボは, 銃身径 $7\ \text{mm}$ と同径の円筒プロジェクトイルと見なすことができ, サボに装填されたサブミリプロジェクトイルを, 分離型よりも高い照準精度で飛翔させることが可能である. サボストッパー衝突時に発生するデブリについては, 衝突速度がある程度遅ければ ($< \sim 2$ km/s 以下), その影響は少ないと予想される. そこで予備実験として, $2\ \text{km/s}$ と $500\ \text{m/s}$ で非分離型サボのみを空撃ちし, デブリ発生量を調べた. サボは, 直径約 $7\ \text{mm}$, 高さ約 $7\ \text{mm}$ のポリカーボネート製とナイロン製の二種類を使用した. サボストッパーは直径 $15\ \text{cm}$, 厚さ $2\ \text{cm}$, 中央穴径 $3\ \text{mm}$ の鉄製を使用した. デブリ発生量を調べるため, ターゲットチェンバー内に $4\ \text{cm}$ 角のアルミホイールを設置した.

ナイロン・ポリカーボネートともに, $2\ \text{km/s}$ では $10\sim 100\ \mu\text{m}$ 程度のデブリ衝突痕が多数確認された. 特にナイロンは, より大径のデブリが発生したことによる貫通痕が多く見られた. ポリカーボネート $500\ \text{m/s}$ でも, $2\ \text{km/s}$ より数は半分程度に減るものの相当数のデブリが発生することがわかった.

現状の非分離型サボ方式では, $1\ \text{km/s}$ 以下でも多量のデブリが発生するため, サブミリプロジェクトイルのシングルショットの実用に耐えないことがわかった. デブリ発生を抑える方法として, より延性の高い金属製サボの使用を検討している. その際, 銃身内壁を傷つけないために, 従来のプラスチック製サボと入れ子にした構造が必要である. またサボストッパー上の通過穴を衝突変形により塞ぐようなサボ形状を検討している.