

超高速衝突時にアルミニウム合金から 噴出するイジェクタの相似性

名古屋工業大学 西田 政弘

1. 緒言

宇宙ゴミ（スペースデブリ）は、年々増加している。宇宙ゴミの超高速衝突によって新たな破片（イジェクタ）が発生するため、宇宙ごみは自己増殖していく。宇宙ごみは小さいほど多く、小さい宇宙ゴミでも宇宙機へ衝突すると機器破損の要因になり、衛星の機能不全を引き起こす可能性が議論されている。超高速衝突によって生じるイジェクタに関する研究は Murr ら[1]や沼田ら[2]によって行われ、Mandeville ら[3]や赤星ら[4]によって国際規格（ISO 規格）のための研究も行われてきた。しかし、イジェクタの生成には不明な点が多く、さまざまな観点から多くの研究が行われている。

我々のグループは、イジェクタのサイズ分布について考察してきた。アルミニウム合金製のターゲットにアルミニウム合金製の球を衝突させ、そのイジェクタサイズ分布を求めた結果を用いて、その相似性について、考察した結果を報告する。

2. 実験

JAXA 宇宙科学研究所の二段式軽ガス銃および名古屋工業大学の二段式軽ガス銃を用いて、衝突速度 2 km/s~6.7 km/s で、衝突実験を行った。アルミニウム合金球（A2017-T4）製の 1.6~7 mm の球を飛翔体に用い、アルミニウム合金（A6061-T6）製の平板厚板をターゲットに用いた。実験チェンバーから回収されたイジェクタについて、それぞれの長さ a 、幅 b 、厚さ c および投影面積 A_e を図 1 に示すように測定した。本報告では、最大長さ a の結果について述べる。

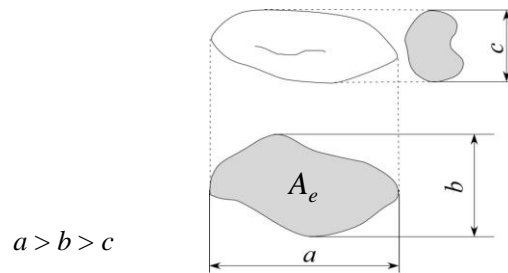


図1 イジェクタサイズの定義

3. 実験結果および考察

衝突速度 6.7 km/s で、飛翔体直径 1.6 mm, 3.2 mm の結果を図 2 に示す。飛翔体直径が増加するに従い、そのイジェクタの大きさおよび個数が増加している。次に、横軸を、飛翔体の直径で除した結果を、図 3 に示す。横軸を飛翔体の直径で規格化することにより、ほぼ一つの曲線となり、イジェクタサイズ分布が一致していることがわかる。次に、衝突速度の影響について考える。横軸を規格化すると、それぞれの衝突速度ごとに、ほぼ一つの曲線となったので、縦軸を衝突速度 V のべき乗で割り、その傾向を考察したところ、図 4 に示すように、衝突速度の 1.5 乗で最も一致した。

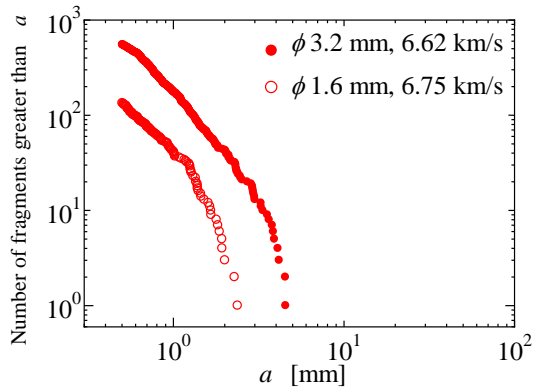


図2 飛翔体直径がイジェクタ分布に与える影響

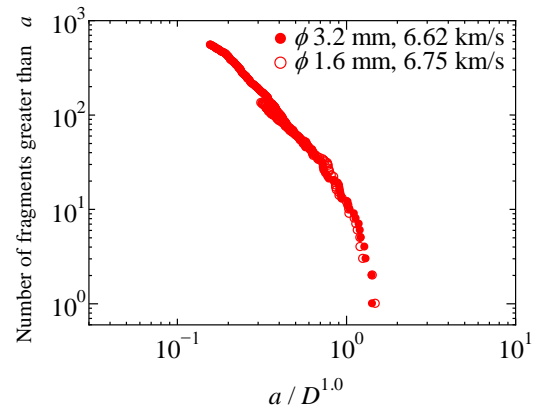


図3 横軸を規格化した結果

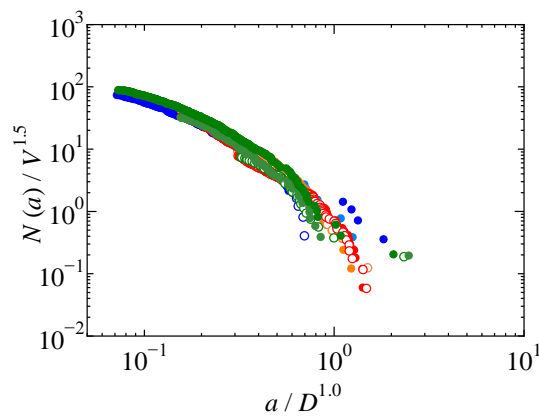


図5 縦軸および横軸を規格化した結果
(衝突速度 2 km/s~6.7 km/s)

4. まとめ

超高速衝突時のイジェクタの長さについて、相似則を考察した。横軸はイジェクタ長さを飛翔体直径で規格化すると、よりよい結果になり、縦軸の累積個数分布を衝突速度の1.5乗で除すと、結果はほぼ一つの曲線となった。

5. 謝辞

本実験の遂行にあたり、宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部スペースプラズマ共同研究設備を利用しました。ここに記して謝意を表します。超高速衝突に際し、鳥羽商船高専 林 浩一准教授、JAXA 長谷川 直様にアドバイスいただきました。データの収集・整理においては、当研究室の学生にご協力いただきました。感謝いたします。

参考文献

- [1] V.S. Hernandez, L.E. Murr, I.A. Anchondo, Experimental observations and computer simulations for metallic projectile fragmentation and impact crater development in thick metal targets, *Int. J. Impact Eng.*, 32, pp. 1981-1999, (2006)
- [2] 沼田, 菊池, 孫, 海保, 高山, バリスティックレンジを用いた高速垂直衝突におけるエジェクタの構成に関する実験的研究, 平成18年度 衝撃波シンポジウム講演論文集, pp.221-222, (2007)
- [3] J.-C. Mandeville, M. Bariteau, Contribution of secondary ejecta to the debris population, *Adv. Space Res.* Vol. 34, pp.944-950, (2004)
- [4] 赤星, 菅原, 麻生, 松本, 高良, 鳴海, 松本, 北澤, 超高速衝突エジェクタ実験方法ならびに計測方法の研究, 平成21年度 衝撃波シンポジウム講演論文集, pp.189-192, (2010)