

# イジェクタ低減を目指した金属複合材料の開発

名古屋工業大学 西田 政弘, 茂崎 悠士朗  
株式会社 UACJ 田中 宏樹, 防衛大学校 山田 浩之

## 1. はじめに

低軌道上には、多くのスペースデブリが周回し、その平均衝突速度は 10 km/s とされている。そのような超高速で衝突すると、クレータが形成され、イジェクタ（噴出物）が多く発生する。イジェクタは宇宙ゴミになるため、宇宙ゴミは自己増殖的に増加していく<sup>(1)</sup>。そのため、宇宙のゴミ問題に対して、イジェクタが少ない材料が望ましいと考えられる。そこで、本研究グループは、イジェクタが少ない材料を開発することを目的とし、研究を進めている。これまでの研究で、アルミニウム合金では、比較的高強度で延性が小さい A6061-T6 ではクレータが小さく、低強度で延性の大きい A1100 ではリップが大きく成長することを明らかにしている<sup>(2)</sup>。そこで、材料の表面では A1100 のような延性の大きい材料特性を有し、表面から離れた場所では、A6061-T6 のような高強度の材料特性を有する場合、イジェクタが少なくなると考えており、そのような金属複合材料の作製を目指している。

本研究では、材料の表面に近い材料の候補材料として、純アルミの 4N, 3N および 1050 を取り上げ、超高速衝突実験を行い、そのリップの体積を調べた。

## 2. 実験方法

JAXA ISASの二段式軽ガス銃および名工大の二段式軽ガス銃を使用し、超高速衝突実験を行った。飛翔体には直径1.0 mmのアルミニウム合金（A2017-T4）球を、ターゲットには純アルミの4N, 3Nおよび1050の厚板を用いた。実験後、ターゲットをX線CT（島津, inspeXio SMX-225CT）で撮影し、リップ体積を測定した。リップ体積は、図1のように、元の表面（図中の破線）を基準として、その面より上側に発達した部分の体積をリップとして、解析ソフトVGSTUDIOにより、計算した。なお、破線より下の部分はクレータ体積である。

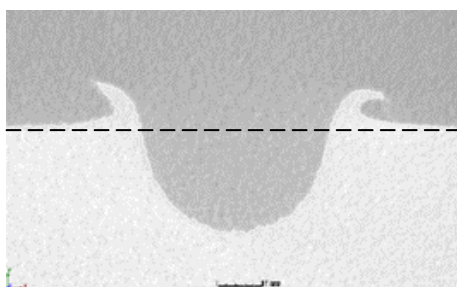


図1 リップ体積の定義

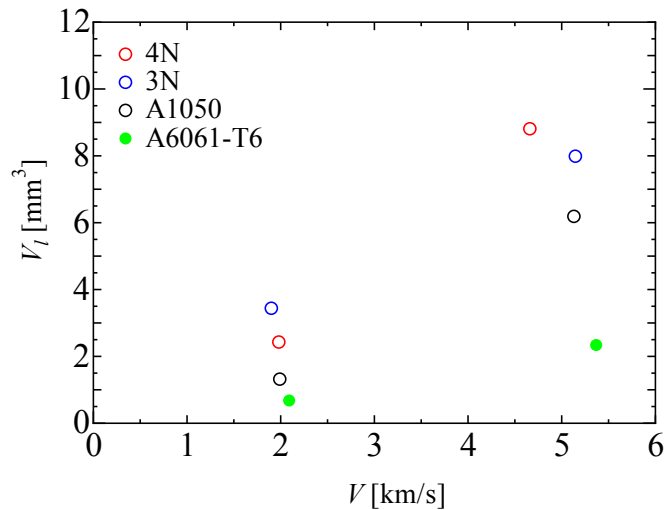


図2 リップ体積と衝突速度

### 3. 実験結果

リップ体積と衝突速度の関係を図2に示す。比較として、アルミニウム合金 A6061-T6 の結果も示す。A6061-T6 に比べ、4N, 3N, 1050 のリップ体積は大きく、特に、4N, 3N は大きいことがわかる。4N と 3N では、2 km/s と 5 km/s でその傾向が変わったため、その優劣は明確ではなかった。材料の表面に近い材料の候補材料として、4N と 3N が良いことがわかる。

### 4. 結言

イジェクタが少ない金属複合材料を開発することを目的に、その構成材の候補材として、純アルミの 4N, 3N, 1050 を用いて、超高速衝撃実験を行い、リップ体積を調べた。その結果、材料の表面に近い材料として、4N, 3N がより良いことがわかった。

最後に、本実験の遂行にあたり、宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 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。

### 5. 参考文献

- (1) 木部勢至朗, 宇宙の厄介者: スペースデブリ, 航空と文化, 106 (2013).
- (2) M. Nishida, K. Kuzuya, K. Hayashi and S. Hasegawa, Effects of alloy type and heat treatment on ejecta and crater sizes in aluminum alloys subjected to hypervelocity impacts, International Journal of Impact Engineering, 54, 161-176, (2013)