



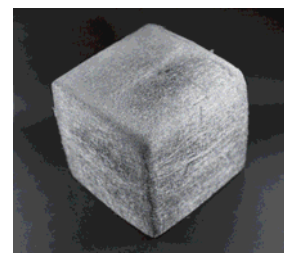
# SLIM着陸時の衝撃吸収機構の検討



北菌 幸一<sup>1)</sup>、関野 智之<sup>1)</sup>、星 絵理香<sup>1)</sup>、深沢 寛<sup>1)</sup>、  
佐藤 英一<sup>2)</sup>、澤井 秀次郎<sup>2)</sup>、SLIM/WG

1) 首都大学東京、2) JAXA宇宙科学研究所

低リソースのSLIM探査機における着陸時の衝撃吸収機構は、軽量かつ可動部を少なくすることが求められる。そこで従来のクラッシュハニカムを用いた機構に代わり、等方性ポラスアルミニウムを用いた衝撃吸収機構を検討する。本研究では気孔率80%のオープンセル型のアルミニウム繊維焼結体を衝撃吸収材料として選択した。材料単体の圧縮試験に加え、SLIM探査機の実機モデルを用いた落下試験を行った。その結果、アルミニウム繊維焼結体は、SLIM着陸時の衝撃吸収材料として、転倒の防止、衝撃エネルギー吸収の観点から極めて有効であることが確認された。



## はじめに

SLIM探査機の衝撃吸収材料として、太盛工業(株)により作製されたアルミニウム繊維焼結体を選択した。本材料は直径0.1mmの純アルミニウム繊維を焼結(拡散接合)することにより作製された気孔率80%のオープンセル型ポラスアルミニウムである[図1]。

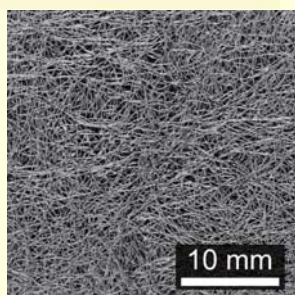


図1 アルミニウム繊維焼結体の微細組織

本研究では、アルミニウム繊維焼結体の圧縮特性について調べる。また、SLIM探査機を模擬した実機モデルによる落下試験により、アルミニウム繊維焼結体を取り付けた着陸脚の衝撃吸収特性を評価する。

## 実機モデル落下試験

SLIM探査機は、4本の主脚で月面に着陸する。着陸時の重量は140 kg、着陸速度は3m/sと予想される。着陸時の衝撃から搭載電子機器を保護するため、発生する加速度を15G(147 m/s<sup>2</sup>)以下に抑えなければならない。本研究では最も可能性の高い脚が先に接地した場合について考える。

衝撃吸収材料の形状を100X100X100mm<sup>3</sup>の立方体と仮定すると、着陸時には

最大圧縮応力: 2.1 MPa

単位体積あたりの吸収エネルギー: 0.33 MJ/m<sup>3</sup>

となる。図3より、アルミニウム繊維焼結体は、この条件を満足することがわかった。

2014年4月15日、宇宙科学研究所にて重量142kgのSLIM実機モデル落下試験を実施した[図4]。4本の主脚に100X100X100mm<sup>3</sup>のアルミニウム繊維焼結体を取り付け、衝突速度3m/sになるように高さ0.46mから落下させた。次期モデルの重心位置に3軸加速度計を設置し、サンプリング周波数10kHzでデータを収録した。加速度の値は許容値を下回っており、アルミニウム繊維焼結体による衝撃吸収機構が有効であることが確認された。

## アルミニウム繊維焼結体の圧縮特性

アルミニウム繊維焼結体の圧縮試験結果を図2に示す。1辺が20-50mmの立方体形状の試験片を圧縮した結果、30mm以上ではほぼ一定の圧縮応力-ひずみ曲線となった[図2(a)]。

初期ひずみ速度を0.0017-75s<sup>-1</sup>の範囲で変化させ圧縮試験を行った[図2(b)]。ひずみ速度50、75s<sup>-1</sup>の試験は、落錘式落下試験機を用いた。アルミニウム繊維焼結体はほとんどひずみ速度依存性を示さなかった。これはオープンセル構造のため、内部のガス圧の影響を無視できるためと考えられる。

図3に圧縮変形応力と吸収エネルギーWの関係を示す。この結果より、アルミニウム繊維焼結体は、0.6MPa以上の圧縮応力で、 $W = 0.23\sigma^{0.75}$  という関係式が成り立つ。

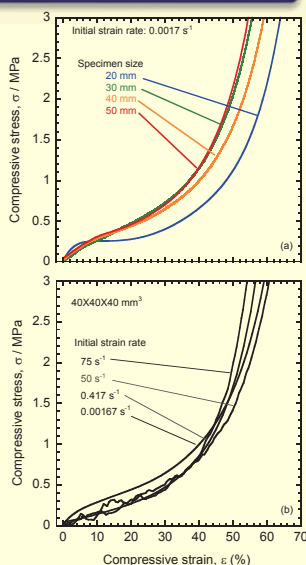


図2 アルミニウム繊維焼結体の圧縮試験結果。(a)サイズ効果、(b)ひずみ速度依存性。

図3 アルミニウム繊維焼結体の圧縮変形応力と吸収エネルギーとの関係。

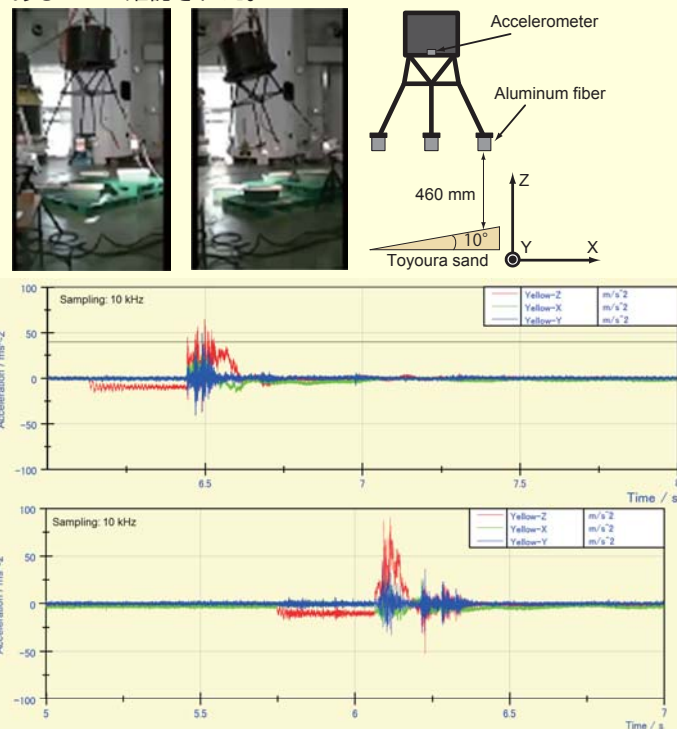
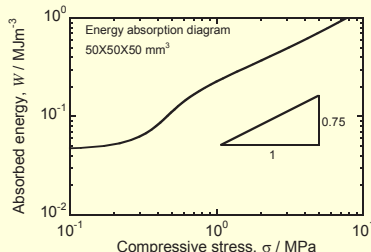


図4 実機モデル落下試験の全景と加速度履歴。

## おわりに

ポラスアルミニウムの一種であるアルミニウム繊維焼結体は優れた衝撃吸収特性を示した。今後は、重量を最小にできる最適な形状を探る必要がある。

