小惑星サンプル回収用粘着材の耐真空性とアウトガス特性

工学府 先端機能システム工学専攻 博士前期課程 趙研究室　11350929 本田一貴

1. 研究背景・目的

JAXA は 2003 年 5 月 9 日に小惑星探査機「はやぶさ(MUSES-C)」が打ち上げ、2010 年 6 月に地球へ帰還し、「ITOKAWA」へ着陸した際の舞い上がった微粒子が試料容器内に到達しサンプルを持ち帰ることに成功した。「はやぶさ」のサンプル回収機構は、小天体表面に金属球を高速で衝突させ、舞い上がった小惑星の破片を回収する「弾丸打ち込み方式」が使われた。しかし、この方法では質量が大きいサンプルを回収するのは困難である。質量の大きいサンプルを採取する為、JAXA は宇宙使用を目指した粘着剤を用いたサンプル回収機構を検討している。しかし、粘着剤は、長い期間高真空下に曝すと粘着力が低下する可能性があるため事前に寿命予測を行い、粘着剤が次期小天体探査機のサンプリング機構に有効か否かを判断する。

また、人工衛星に使用する材料はアウトガス試験において、TML(Total Mass Loss)が 1.0%、CVCM(Collected Volatile Condensable Material)が 0.1%という基準を満たす必要があり、粘着剤も同様にアウトガス特性を測定しなければならない。しかし国内でのアウトガス試験は JAXA でしか行えず、多くの試験要請があるため粘着剤の測定試験が非常に困難な状況である。したがって、本研究では新たに宇宙コンタミネーション模擬試験装置と測定環境を構築することで ASTM E-595 に準拠した粘着材のアウトガス試験を行う。

2. 試験方法

図 1 に真空加熱装置を示す。この装置を使用して粘着材の真空加熱を行い、粘着付与材の脱離を促す。その後、サンプルの質量減少率とタック値を測定し、そのデータからアレニウスプロットを作成し実際に使用する温度環境での寿命予測を行う。

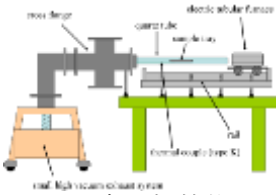


図 1　真空加熱装置

また、図 2 にアウトガス試験装置のシステム図を載せる。この装置を使って粘着材からアウトガスを発生させ、試験前後の質量変化からアウトガス特性を評価する。

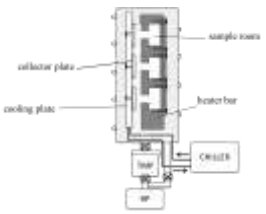


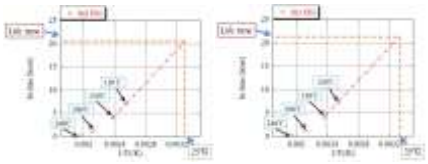
図 2　アウトガス試験装置

3.実験結果

今回は sample A と sample B の 2 種類の粘着材を使用する。試験結果からアレニウスプロットを作成した。

3.1　寿命評価

結果を図 3 に示す。この結果よりアレニウスプロットが直線を描かないことが分かった。このことから高温加熱によって粘着材の組成が変わっている可能性が考えられる。したがって、実際に使用する温度環境である 25℃に近い 100℃台のデータを用いて寿命評価を行った。



(a) sample A　　(b) sample B

図 3　アレニウスプロット(質量減少量)

この結果、25℃下では sample A は 182005.48 年間、sample B は 315148.76 年間性能維持することが確認できた。

また、タック値のデータから充分に粘着力が落ちていた sample B のアレニウスプロットを作成した。結果を図 4 に示す。この結果より sample B は 2136.79 年間性能維持することが確認できた。

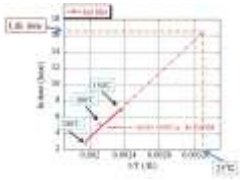


図 4　アレニウスプロット(タック値)

3.2　粘着材のアウトガス特性試験

粘着材のアウトガス特性の結果を図 5 に示す。

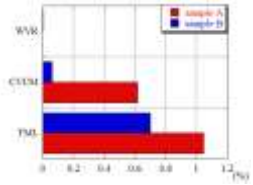


図 5　粘着材のアウトガス特性

この結果から sample A と sample B ともに基準を満たせていないことが確認できたが、搭載量が少量なため影響が少ないと言える。

4. まとめ

真空加熱装置とアウトガス測定装置の開発を行い、粘着材の耐真空性試験とアウトガス特性試験を行った。その結果、粘着材にはミッションを行う際に必要な性能を十分持っていることが確認できた。