

水分吸着挙動評価に用いる真空加熱チャンバーの性能改善

九州工業大学 宇宙システム工学科 機械宇宙システム工学コース 岩田研究室

191A2071 佐藤 翼

宇宙空間は、地上とは大きく異なる環境であり、過酷な環境である。宇宙空間のような真空中では、材料内部の揮発性物質が気化し、アウトガスとして発生する。その際、宇宙機に搭載しているセンサやカメラのレンズに付着し、コンタミネーション(汚染)を生じることにより、観測精度に大きな影響を与える。しかし宇宙機は宇宙空間にあるため、基本的に故障しても簡単に修理を行うことはできず、コンタミネーションが発生しても拭き取ることにはできない。そのため、宇宙機に用いられる材料は、設計段階で地上試験により予めスクリーニングしておく必要がある。

材料のスクリーニングの手法の1つであるアウトガス測定試験では、ASTM-E-595 という国際規格が存在する。これらの規格に記載されている試験の大まかな流れを以下に記載する。

1. 大気環境下でサンプルの重量を測定する。
2. 真空環境下にサンプルを曝露し、試験を行う。
3. 再び大気環境下でサンプルの重量を測定する。

この手順において、真空環境に曝されていたサンプルは脱気され、乾燥している状態である。そのため、試験が終わり、試験装置からサンプルを取り出して重量を測定する際、重力測定用の天秤にサンプルを載せる短い時間でも、大気中の水分がサンプルに付着し、サンプルの重量が変化(増加)してしまう。この重量変化(増加)は、測定結果の不確かさにつながり、スクリーニング精度の低下につながる。ASTM の規格では、このことを考慮しており、アウトガス測定試験規格の ASTM-E-595 では、「試験装置からサンプルを取り出し、デシケーターに入れ持ち運び、デシケーターから取り出して2分以内に重量を測定する。」と記述がある。先行研究である、「耐宇宙環境性評価のための、重量測定における水分吸着の影響の検討、およびアウトガス測定装置の改良」では、これらの規格に記載されている数分間の質量変化がどれだけかについて検討している。その質量変化を調べるために、アウトガス試験装置の試験環境を改善し、毎回の実験が正確に行われ、それを保証できる環境を整えることが必要不可欠である。そのため、毎回の測定誤差になり得る重量測定における水分吸着の影響がどの程度あるのか、それは無視できる程度のものなのか、無視できない程度であればどうしなければならないのかを検討する必要がある。これらを研究目的とするとともに、実験装置の改修や、実験方法の改善を進めていくことが本論文の概要である。

Performance improvement of vacuum heating chamber used for moisture adsorption behavior evaluation

Iwata Laboratory, Mechanical and Space Systems Engineering Course, Department of Space Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology

191A2071 Tsubasa Sato

Outer space is a very different environment from that on the ground and is a harsh environment. In a vacuum such as space, volatile substances inside materials vaporize and are generated as outgas. The outgassing can adhere to the lenses of the spacecraft's onboard sensors and cameras, causing contamination that can significantly affect the accuracy of observations. However, because spacecraft are in space, they cannot be easily repaired in the event of a malfunction, and contamination cannot be wiped off. Therefore, materials used for spacecraft must be screened in advance by ground tests at the design stage.

There is an international standard, ASTM-E-595, for outgassing measurement tests, which is one of the methods for screening materials. The general flow of the test described in these standards is described below.

1. weigh the sample under atmospheric conditions.
2. expose the sample to a vacuum environment and conduct the test.
3. weigh the sample again under atmospheric conditions.

In this procedure, the sample that was exposed to the vacuum environment is degassed and dry. Therefore, when the test is completed and the sample is removed from the test apparatus to be weighed, even a short time before the sample is placed on the balance for gravity measurement, moisture in the air adheres to the sample, causing the sample weight to change (increase). The ASTM standard for outgassing measurement, ASTM-E-595, takes this into consideration and states, "Remove the sample from the test apparatus, place it in a desiccator, carry it in the desiccator, and weigh it within two minutes of removing it from the desiccator. Weigh the sample within two minutes of removal from the desiccator." The weight is measured within 2 minutes after removal from the desiccator. The previous study, "Investigation of the Effect of Moisture Adsorption on Weight Measurement and Improvement of Outgassing Equipment for Space Environment Resistance Evaluation," examined how much the mass changes in a few minutes as described in these standards. In order to investigate the mass change, it is essential to improve the testing environment of the outgassing test equipment to ensure that each experiment is performed accurately and in a manner that can be guaranteed. Therefore, it is necessary to determine the extent to which water adsorption has an effect on the weight measurement, which can be a measurement error

each time, whether it is negligible, and if not, what needs to be done about it. This paper outlines the objectives of the research, the modification of the experimental apparatus, and the improvement of the experimental method.

目次

第1章 序論

- 1.1 はじめに
- 1.2 研究背景
- 1.3 研究目的

第2章 基礎理論

- 2.1 アウトガス・原子状酸素と、その試験規格
 - 2.1.1 アウトガス
 - 2.1.2 アウトガス試験規格 ASTM-E595
 - 2.1.3 原子状酸素
 - 2.1.4 原子状酸素照射試験規格 ASTM-E2089
- 2.2 重量測定における水分吸着の問題
 - 2.2.1 アウトガス
 - 2.2.2 原子状酸素
- 2.3 吸着・脱離の物理
 - 2.3.1 吸着
 - 2.3.2 脱離
 - 2.3.3 ポリイミドに関する吸着の考察

第3章 水分吸着による重量変化の測定方法

- 3.1 試験装置への要求
- 3.2 試験装置の諸機器とその機能
- 3.3 試験方法

第4章 重量測定システムの改良および構築

- 4.1 真空チャンバーの改修
- 4.2 恒温恒湿環境のシステム構築
- 4.3 サンプル加熱部の温度計測

第5章 実験結果

5.1 重量測定装置の改良結果

5.2 サンプル加熱部の温度測定

第6章 総括

参考文献

謝辞

付録

- ・ ASTM-E595 日本語訳
- ・ ASTM-E2089 日本語訳

全文を希望の方は cho.mengu801@mail.kyutech.jp までご連絡ください