

環境試験設備における分子状汚染環境

1. 目的

コンタミネーション管理は宇宙機開発の各段階において行われる。試験のフェーズにおいても、宇宙機が曝される環境がどのような汚染環境であるかを把握し、必要に応じて汚染防止対策をとる必要がある。

ここでは、試験設備における分子状汚染環境を把握するため、各試験設備でNVR(不揮発性残渣、Non-Volatile Residue)の測定の方法と結果を紹介する。

2. NVR測定方法

(1) 測定・分析方法

ASTME 1235に準拠した方法で実施。

①NVR捕集

試験設備に捕集プレートを設置し、NVRを付着させる。ある一定期間設置後、プレート进行回収し、分析メカへ輸送。

②NVR重量測定

プレートを溶媒で洗浄し、洗浄液を濾過、加熱凝縮後、重量を測定する。

③NVR成分分析

・赤外分光分析(FT-IR)による成分分析を行う。

⇒大まかな組成分析

・必要に応じ、ガスクロマトグラフ質量分析(GC-MS)を行う。

⇒物質の特定

(2) 測定場所

①クリーンルーム(準備室・試験室)

②スペースチャンバ内

以下のチャンバ運転時に実施。

・熱真空試験(供試体あり)

・システム点検(年1回供試体を入れずに行う設備の保守運転)

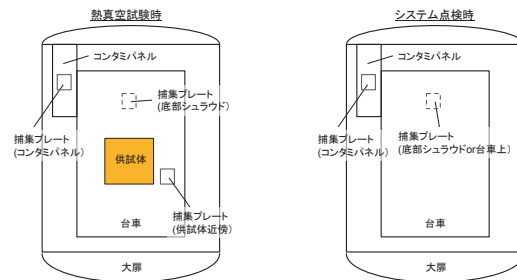


図1 捕集プレート設置位置

3. クリーンルームの分子状汚染環境

➤クリーンルームにおけるNVR堆積量は設備間で大きな差はなく、**0.12mg/0.1m²**程度である。

➤NVRの成分は、**パラフィン類とフタル酸エステル類が主成分**であり、まれにシリコン類が少量検出されることもある。

表1 主な試験設備クリーンルームのNVR測定結果

設備	NVR堆積量 [mg/0.1m ²]	測定期間	レベル※	設備	NVR堆積量 [mg/0.1m ²]	測定期間	レベル※
13mφSC	0.12以下	30~70日間	A/5	音響	0.13以下	1~7日間	A/5
8mφSC	0.16以下	7~66日間	A/5	SITE組立準備室	0.10以下	7日間	A/10
6mφSC	0.12以下	15~100日間	A/5	EMC	0.12以下	7日間	A/5
大型振動	0.09以下	7~25日間	A/10	電波第一	0.12以下	7日間	A/5
18t振動	0.10以下	7~32日間	A/10	磁気	0.02以下	7日間	A/50

※表中のレベルは、MIL-STD-1246Cに基づき、各クリーンルームのNVRコンタミネーションレベルを評価したものである。

4. スペースチャンバ内の分子状汚染環境

➤コンタミパネル上のNVR堆積量

チャンバ内で発生した分子は最終的にコンタミパネルに堆積すると仮定すると、『コンタミパネル上のNVR堆積量=その試験時にチャンバ内で発生した分子状汚染物の総量』と考えられる。

<6mφスペースチャンバ>

- ・システム点検より熱真空試験のほうがNVR量が多い。
- ・システム点検時のNVR量は毎回同じレベルである。

<13mφスペースチャンバ>

- ・熱真空試験とシステム点検でNVR量の傾向に明確な違いが見られない。

⇒**チャンバ内に残留汚染物が多い**ためと考えられる。

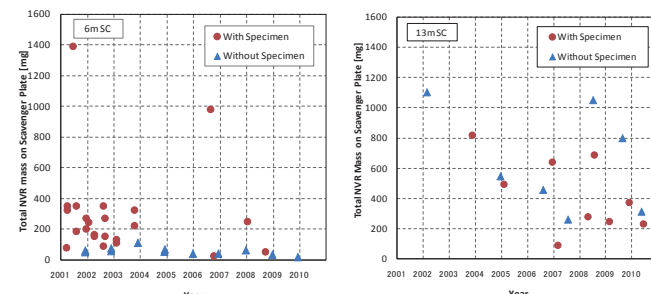
13mφと6mφでは大気圧戻しプロファイルが異なり、13mφではシュラウド昇温とチャンバ内昇圧を並行して行うため、分子がコンタミパネルに到達しにくい。

➤シュラウド・台車上のNVR堆積量

・**設備由来のNVR堆積量: 0.1~0.3mg/0.1m²**

➤NVRの成分

- ・ケーブル被覆や接着剤に由来する**フタル酸ジエチルヘキシル(DEHP)**、**フタル酸ジブチル(DBP)**はほぼ毎回検出されており、量も多い。
- ・その他に検出される成分は供試体によって異なる。



(a) 6mφスペースチャンバ

(b) 13mφスペースチャンバ

図2 コンタミパネル上のNVR堆積総量

表2 NVR成分分析(GC-MS)結果

分類	成分名	由来
フタル酸エステル類	フタル酸ジエチルヘキシル(DEHP) フタル酸ジブチル(DBP)	ケーブル被覆、接着剤、塗料
パラフィン類	オクタデカン テトラコサン	ポリエステル系材料、切削油
シリコン類	環状シリコン	シリコン系接着剤
その他	p-トルエンスルホンアミド リン酸トリフェニール トリアルリルイソシアレート	Z306(国内製)除湿剤 合成ゴム・樹脂の可塑剤 樹脂可塑剤