

WS12-P02



MIL-STDの改訂経緯

背景

- 宇宙機一般試験標準 (JERC-2-130 NOTICE-2) では、熱真空試験及び熱サイクル試験におけるサイクル数に関する要求が規定されている。本標準ではコンポーネント試験においては一律サイクル数が要求されているが、その技術的範囲は広い。
- 一方でMIL-STD-1540Eをはじめとする海外の試験標準においては、コンポーネントの種類、試験温度範囲、並びに試験カテゴリー(QT, AT, PFT)によって要求されるサイクル数が異なる。また要求されるサイクル数も同じJANAよりも多い。
- 熱真空/熱サイクル試験は試験効果が高い一方で、多くのスケジュールコストを必要とする。そのため、適切な熱サイクル数を規定することで、試験の有効性・効率の向上が図られる。
- 熱試験に対する要求やその改訂履歴・模範を国内外で比較を行うとともに、今後の改訂指針について紹介する

国内外の要求の相違

海外試験標準 (MIL-STD-1540E) のJANA試験標準との相違は以下の通り。

- 潜在的欠陥のスクリーニングレベルを一定以上にするために、基準となる試験温度範囲が、QT、PFT、ATにそれぞれ異なる。
- 基準となる温度範囲を満足できない場合は熱サイクル数を増やすことでスクリーニングレベルを確保している。
- コンポーネント熱真空/熱サイクル試験におけるスクリーニング対象をほとんどしており、潜在的な熱負荷がかかるように熱サイクル数が決定されている。
- ほとんどない電圧・電圧標準以外のコンポーネントについては、要求される熱サイクル数が緩和されている。

試験条件	MIL-STD-1540E Rev.B	JANA-2-130 NOTICE-2
試験標準	熱真空(TV) 熱サイクル(QT) 熱サイクル(AT)	熱真空(TV) 熱サイクル(QT) 熱サイクル(AT)
試験温度範囲	QT: -40°C ~ +125°C (100°C以内) PFT: 最大実用温度の10°C未満のいずれか高い方 AT: 最大実用温度の10°C未満のいずれか高い方	熱真空(TV) 熱真空(TV) 熱真空(TV) PFT: -55°C ~ +65°C (100°C以内) AT: -55°C ~ +65°C (100°C以内) また、TV、TVの2/3、5/6、9/10、20/30、30/40、40/50、50/60、60/70、70/80、80/90、90/100、100/110、110/120、120/130、130/140、140/150、150/160、160/170、170/180、180/190、190/200、200/210、210/220、220/230、230/240、240/250、250/260、260/270、270/280、280/290、290/300、300/310、310/320、320/330、330/340、340/350、350/360、360/370、370/380、380/390、390/400、400/410、410/420、420/430、430/440、440/450、450/460、460/470、470/480、480/490、490/500、500/510、510/520、520/530、530/540、540/550、550/560、560/570、570/580、580/590、590/600、600/610、610/620、620/630、630/640、640/650、650/660、660/670、670/680、680/690、690/700、700/710、710/720、720/730、730/740、740/750、750/760、760/770、770/780、780/790、790/800、800/810、810/820、820/830、830/840、840/850、850/860、860/870、870/880、880/890、890/900、900/910、910/920、920/930、930/940、940/950、950/960、960/970、970/980、980/990、990/1000
サイクル数	8 cycle	8 cycle

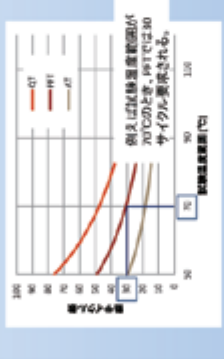
- 注1: 電圧・電圧標準以外のコンポーネントは熱真空(QT)、3 cycle (PFT)。
- 注2: ここで要求されるサイクル数は、JANA-2-130 NOTICE-2のPFT、ATで実用した場合はサイクル数である。試験温度範囲が広い場合は、スクリーニングレベルを高く設定することで、熱真空/熱サイクル数が緩和される。

MIL-STDの改訂経緯

米国の試験標準であるMIL-STD-1540Eは、改訂される毎に、熱サイクル数への要求が見直されてきている。

① サイクル数のサーベイリング

潜在的欠陥のスクリーニングレベルを一定以上にするために、基準となる試験温度範囲が、QT、PFT、ATにそれぞれ異なる。基準となる温度範囲を満足できない場合はスクリーニングレベルを落とすか、熱サイクル数を増やすサーベイリングが推奨された。



① 試験標準とサイクル数に属するサーベイリングの追加

AT: 8 TC + 1 TV
PFT: 24 TC + 3 TV
QT: 24 TC + 3 TV

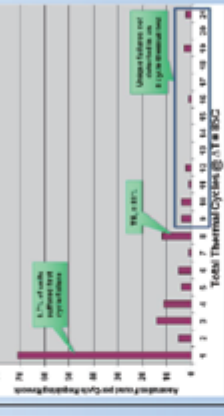
MIL-STD-1540B

● 1974 ● 1982 ● 1994 ● 2004 ● 2015

② AT サイクル数の増加

1990年代前半〜2007年に訂上げられた1047の電気電子機器のATにおいて、不具合発生時のサイクル数を調査。

② AT サイクル数の増加
① 試験標準とサイクル数に属するサーベイリングの追加



② ATのサイクル数が4に増加

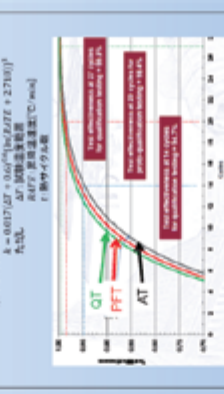
AT: 10 TC + 4 TV
PFT: 23 TC + 4 TV
QT: 23 TC + 4 TV

MIL-STD-1540E Rev.A

③ PFT サイクル数の削減

熱真空/熱サイクル試験時に発生した潜在的欠陥・ワークマンシッパに属する不具合と試験標準の関係を統計的に調査。

③ PFT サイクル数の削減
② ATのサイクル数が4に増加



③ PFTのサイクル数が2から30に削減

AT: 10 TC + 4 TV
PFT: 19 TC + 4 TV
QT: 23 TC + 4 TV

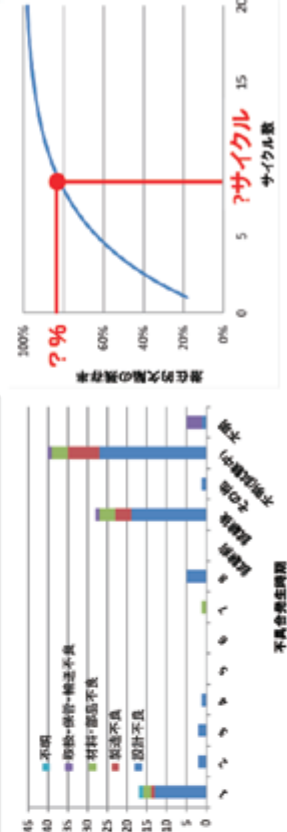
MIL-STD-1540E Rev.B

JANA試験標準の改訂経緯とこれからの取り組み

JANAでは1979年に試験標準が指定され、1983年にPFTの要求が追加されているが、それ以外で熱サイクル数が改訂された実績はない。

改訂に向けた取り組み

- JANAが近年開発した11衛星のコンポーネント熱真空/熱サイクル試験時の不具合(102件)の原因・発生時サイクル数を分析。
- サイクル数が関係する不具合(潜在的欠陥、ワークマンシッパ)の発生率とサイクル数を整理



1st Step

2nd step

潜在的欠陥の発生率

?% サイクル数

不具合発生率

2nd Step

受入にあたり達成すべき不具合の発生率から、サイクル数を決定する。