

冷熱サイクル試験装置

菅原 敏博*

Toshihiro Sugawara

1. はじめに

わが国の自動車生産量は国内だけでも年間1,000万台以上*1に達する。自動車は地球上の様々な環境下で使用されるため、その構成部品は過酷な環境に対して耐久性があり性能が安定していることが要求される。液体酸素や液体窒素等を取り扱う容器では急激な温度変化を伴い、ロケットの液体燃料タンクは燃料充填時の極低温で収縮し燃料消費後は常温に戻るため収縮膨張を繰り返し材料を疲労させる。自動車等の多くの材料や部品はJIS規格等によって環境試験が義務付けられているものもあり、中でも冷熱サイクル試験は部品の健全性評価を行う上で不可欠となっている。本稿では急冷急熱の温度環境によって試験対象物に熱衝撃および熱サイクルを与える冷熱サイクル試験装置について紹介する。

2. 冷熱サイクル試験装置の概要

2.1 冷熱衝撃装置

写真1～3に冷熱衝撃装置を示す。本装置は水冷方式の高能力仕様で、テストエリア（410×460×370 mm）内に-70℃～200℃の温度環境をサイクリックに設定することができる。図1に示すように、テストエリア内を急冷急熱および常温雰囲気に切り替えるため、予熱槽、予冷槽に予め所定温度の空気を溜めておき、ダンパの切り替えによりテストエリア内に各温度の空気を一気に流入させる。この切り替え操作により低温から高温、高温から低温へとサイクリックに短時間に変化させ、テストエリア内に格納された試験対象物に熱衝撃を与える。JIS規格等の環境試験要領では温度切り替えに要する時間は5分という要求があり、図2に示すように本装置によれば試験対象物の重



写真1 冷熱衝撃装置



写真2 テストエリア内部

* 計測事業部 試験エンジニアリング部 次長

量、比熱による熱容量、および対象物が大型の場合における閉塞の影響をカバーできる能力を持っている。表1に主な仕様を示す。対応可能な試験規格は下記の通りである。



写真3 チラー（屋外）

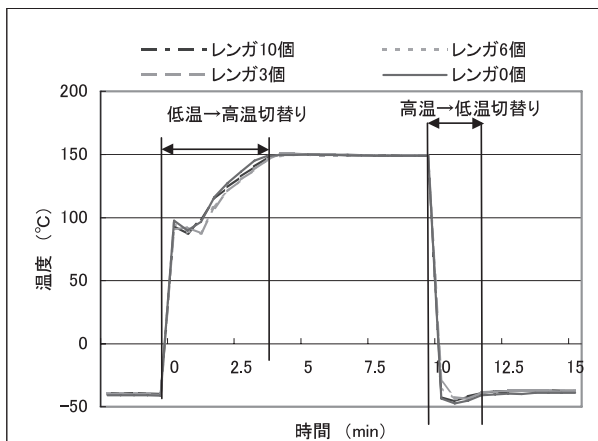


図2 熱容量と切り替え時間

MIL-STD-883E 【試験番号 1010.7】

(米国 Military Specification Standards・マイクロサーキット)

MIL-STD-202G 【試験番号 107G】

(同 電子・電機部品の試験方法)

JIS C 0025 (温度変化試験方法)

JASO D 001 (自動車技術協会自動車規格・自動車電子機器の環境試験方法通則)

EIAJ ED-2531A (日本電子機械工業会規格・液晶表示デバイスの環境試験方法)

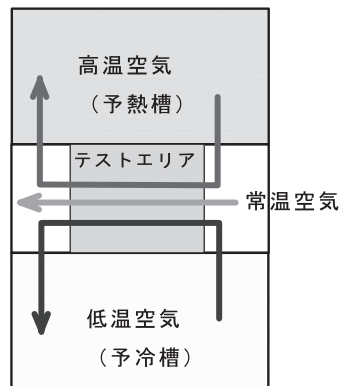


図1 空気の流れ模式図

試験条件	
低温	-40℃
高温	+150℃
試験ワーク	JIS R2611 B1 レンガ
熱容量	1.1×10 ³ J/℃・個
閉塞率	2.4%/個

表1 冷熱衝撃装置の主な仕様

方式	ダンパ切り替え2ゾーンおよび3ゾーン方式
高温さらし温度範囲	0~200℃
低温さらし温度範囲	-70~0℃
温度復帰時間	5分(条件による)
テストセル寸法	410W×460H×370D
外寸法	1320W×1900H×1670D
重量	1250kg
最大負荷電流	112A

2.2 小型極低温シミュレーションチャンバー

写真4に小型極低温シミュレーションチャンバーと周辺装置を示す。図3にチャンバー外観図を示す。本装置は液体窒素流量をコントロールしてチャンバー内に導入し、同時にヒーターを制御することで-160℃～80℃の間の任意温度に保持することができる。また冷熱衝撃装置のように、極低温から高温、高温から極低温とサイクリックに繰り返し試験も実施可能である。

表2に小型極低温シミュレーションチャンバーの主な仕様を示す。液体窒素の消費量は設定温度、保持時間、温度降下速度及びサイクル数や高温側設定温度によって異なるが、電磁弁コントロールにより消費量最小に制御される。図4の温度サイクル試験、低温設定-150℃、高温設定20℃とし各温度30分保持の条件で行った例では液体窒素の消費量は約8.5 kg (10.5リットル) / サイクルである。

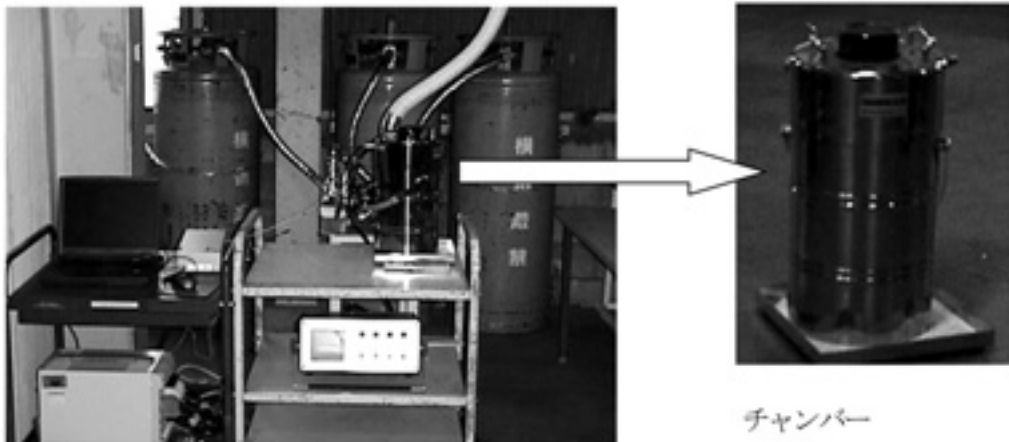


写真4 極低温シミュレーションチャンバー

表2 小型極低温シミュレーションチャンバーの主な仕様

温度範囲	-160℃～+80℃
有効内寸法	185φ×205H mm
チャンバー内容積	6リットル
外形寸法	200W×415H mm
冷媒	液体窒素 (LN ₂)
温度精度	±3.0℃
温度上昇速度	7℃/min
温度降下速度	10℃/min
液体窒素消費量	15リットル/h r 以下 (-100℃保持にて)

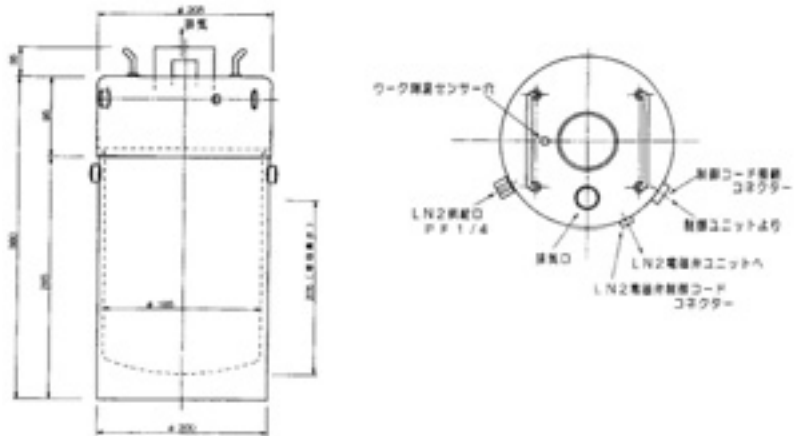


図3 チャンバーの外観図

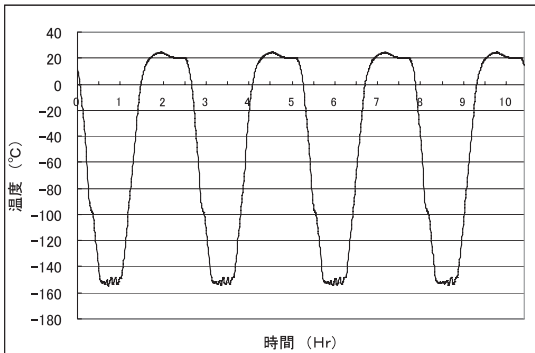


図4 温度サイクル試験の例

3. おわりに

自動車は性能および環境対応で飛躍的な進歩を遂げている。またH-2ロケットに代表される宇宙関連産業も商業化時代へ発展して行くと考えられ

る。自動車は近い将来ハイブリット車や燃料電池車が主流の時代になり、これまでより更に複雑な制御技術が必要になって来るに違いない。そして自動車が地球上で使用されるものである以上、精密な電子機器、駆動装置、その他自動車に搭載される機器はすべて過酷な温度環境に曝されるため、そのような環境で健全に動作する機器の開発が必要となる。冷熱衝撃および温度サイクル試験は、温度環境に対応した機器開発を進める過程で不可欠であるとの観点からI I Cの新たな業務サービスとしてスタートした。今後は自動車や宇宙関連分野に限らず試験装置の特性を活かしてあらゆるニーズに応えて行きたい。

※1 日本自動車工業会データベース 2005.1～2006.1



計測事業部
試験エンジニアリング部
次 長

菅原 敏博

TEL. 045-759-2281
FAX. 045-751-0357