

製品紹介

恒圧恒温恒湿槽 (高度槽)



飛行する高度を想定した気圧と温度変化を再現した試験が可能な装置です。

対応規格

「DO-160」、「ASTM」、「MIL-STD-781」、「MIL-STD-810」、
その他

＜ 参考仕様 ＞

高 度 ～100,000 フィート

温度範囲 -70°C～+180°C

湿度範囲 20%～95%rh

内法寸法 W1.5×H1.5×D1.5m

※ご要望に合わせて用意できます。

人や工業製品が遭遇する自然環境の1つに気圧の低い減圧環境があり、おもに2つのシーンが想定されます。

第1は、高高度で運用・保管されることによる減圧環境で、この場合は航空機や人がプラットフォームになる前提で試験のプロファイルを検討します。

第2は、高地や高所で使用することによる減圧環境で、この場合は自動車、人、建物などさまざまなプラットフォームに基づく環境ストレスを想定して、試験のプロファイルを検討します。

今回は、減圧環境に適応した環境試験を実施する場合の参考として、気圧単独の環境試験および気圧と温度・湿度・振動などの複合環境試験規格について紹介します。

(減圧試験・減圧複合試験の規格一覧表を参照)

1. 減圧環境が供試品に及ぼす影響：JIS C 60721-2-3、MIL-STD-810 より抜粋

- －ガasket封止、常圧封止した機器のガスや液体の漏れ（コンデンサ、LCD、電池、梱包）
- －内部が加圧されている容器の破裂
- －低密度物質の物理・化学的性質の変化
- －空気の絶縁耐圧の減少に起因するアークやコロナ放電による異常や故障
 - ・高圧トランスの発煙、カメラ用ストロボの発光不良、電源回路の絶縁異常
 - ・コロナの状態は針電極の極性と電極間電位差で変化する

- －放熱効率の減少、冷却ファンの効率低下による局部加熱や温度上昇
- ・CPUの冷却不良、プリント基板の局部加熱、アンプやライトなどの放熱フィン付デバイス
- ・寸法が100～200mmの箱形で、表面放射率0.7の供試品では、圧力が30%減少（高度3000m）すると温度上昇は約12%増加する
- －温度の影響により生じる現象の加速（可塑性の気化、潤滑剤の蒸発）

※JIS C 60721-2-3「環境条件の分類-自然環境の条件-気圧」

- ・製品が保管・輸送・使用する時にさらされる気圧を規定している
- ・最高高度30,000m(1.2Kpa)は気象観測機器及び航空機による輸送を考慮している
- ・海面より低い地域の気圧も規定している

海面(0m、101.325Kpa)
自然の窪地(-400m、106.2Kpa)
鉱坑など(-2000m、127.8Kpa)

※標準大気はISO 2533「1975Standard Atmosphere」参照のこと

2. 人や工業製品が遭遇する減圧環境の例

対象	高度の目安 (m)	大気温度 (°C)
バルーン	25,000	-50
民間航空機	12,000	-56.5
対流圏	～11,000	-56.5
ヘリコプター	7,500	-33.0
航空機客室与圧	2,500	コントロール
航空機の急減圧・急再加圧	ミッション Tailoring 「飛行条件やプラットフォームの特性を考慮して決定する」	
エベレスト	8,844	-42.5
富士山	3,776	-10.0
ボリビア「ラパス」	4,071	-12.0
チベット「ラサ」	3,650	-8.8
エチオピア	2,324	-0.5
メキシコシティ	2,306	-0.5
軽井沢	1,000	9.0
ブルジュハリファタワー	824	10.0
東京スカイツリー	634	11.0

※ 高度－大気温度はUS 標準大気参照（25,000m まで）

※ 一般人の長期滞在限界は約4,500m：人間の肺の入口における必要O₂分圧50mmHgから限界高度を算出した値。

減圧試験、減圧複合試験の規格一覧			
No	規格番号	規格名称	規格の概要とポイント
1	JIS C 60721-2-3	自然環境の条件-気圧	減圧環境の規定・分類・影響
2	JIS C 60068-2-13	環境試験方法(電気・電子)	減圧試験、電気電子機器 GB/T 2423. 21 ^{※1}
3	JIS C 60068-2-39		一連複合試験(高度、温度、湿度)、接合関連、GB/T2423. 27
4	JIS C 60068-2-40		低温・減圧複合試験、高地コールドスタート、GB/T2423. 25
5	JIS C 60068-2-41		高温・減圧複合試験、高地ホットスタート、GB/T2423. 26
6	JIS C 6462	電子機器用可変コンデンサ	9.7 減圧試験、IEC 60068-2-13準拠
7	JIS C 5402	電子機器用コネクタ	7.7 減圧
8	JIS W 0812 (RTCA/DO-160D)	航空機搭載機器-環境条件と試験手順	4.0 温度および高度 付属書A: 環境試験の識別
9	JIS W 7114	航空機-電気コネクタ試験	低空気圧のサイクル、3.4KPa (23,000m)
10	MIL-STD-810	~810C環境試験方法	500高度、504温度高度、518温度湿度高度
		810D~試験法と工学的指針	520温度・湿度・振動・高度 (CERT ^{※2} /Tailoring ^{※3})
11	MIL-STD-781	技術開発、信頼性認定及び生産の信頼性試験	781A、B、Cではアグリー試験法が有名 781Dでは一般要求事項と4つのタスク 「計画、開発、認定、ESS ^{※4} 」を規定(CERT/Tailoring)
	MIL-HDBK-781	信頼性試験ハンドブック (MIL-STD-781Dで新設)	MTBF保証試験、複合環境試験条件(高度含む) 機器ミッション別試験プロファイルの代表例提示
12	MIL-STD-202	電子、電気部品の試験方法	105C低圧、ディスクリット部品など
13	MIL-STD-750	個別半導体の試験方法	100I減圧、半導体素子など
14	MIL-STD-883	マイクロエレクトロニクスの試験方法	100I高高度動作、マイクロエレクトロニクスデバイスなど
15	MIL-E-5272	航空機関連機器の環境試験方法	4.5高度試験、6000Ft~100,000Ft
16	MIL-T-5422F	海軍航空機関連仕様書	温度・高度複合試験、810Cの試験法とリンク
17	EIAJ ED-2531B	液晶デバイスの環境試験方法	5.4 減圧試験、IEC60068-2-13参照
18	UL 1642	リチウムイオン電池	「輸送と保管の評価」 「気圧」11.6KPa以下 ——— 15240m以上 (87mmHg以下)
19	UL 2580	EV用リチウムイオン電池	
20	UN3480/3481 (38.3-T1)	国連危険物輸送基準	「温度」20℃±5℃
21	JIS C 8712 (4.3.7 低圧)	密閉小型2次電池の安全性	「時間」6時間以上
22	IEC 62133	小型2次電池安全要求仕様	
23	ASTM-D6653	包装貨物の減圧試験方法	輸送中ハザードの評価試験
24	ISO-2873		「他に、ASTM-D4169、MIL、ISO、JISなど」

※1 GB/Tとは、中国の環境試験方法の規格

※2 CERTとは、Combind Environment Reliability Testing の略で、複合環境信頼性試験

※3 Tailoringとは、Tailor(オーダーメイドで作る人)をTailoringとしたもので、製品のライフサイクルにおける実環境ストレスの総和を代表するテストプロファイルを設計すること。
MIL-STD-810Dの規格改定コンセプトとして登場以来、MIL-STD-781Dや最近ではIEC規格でも登場しており、環境試験の計画やテストプロファイル作成の考え方として重要。

※4 ESSとは、Environmental Stress Screeningの略。(IEC規格ではRSS: Reliability Stress Screening)

3. 高度・温度・湿度・振動・ECA・機器動作などの複合環境信頼性試験法

	M I L - S T D - 7 8 1 D / H D B K 7 8 1	M I L - S T D - 8 1 0 D / E
名称	技術開発、信頼性認証および生産の信頼性試験 <スクリーニング>	環境試験方法と工学的指針 <環境試験>
目的	要求に応じてタスクを選択し、試験計画やプロファイルはHDBK781をガイドラインにして運用する	現実に関わりなく近い複合環境下で、発生可能性のある故障を識別し、保管、運用中における機器の特性を評価する
適用	<STD-781Dのタスク> ①信頼性開発/成長試験 (R D / G T) ②信頼性認定試験 (R Q T) ③生産信頼性受入試験 (P R A T) ④環境ストレススクリーニング <HDBK781はSTD781Dのタスクに対応> ・ MTBF保証試験 ・ 複合環境試験条件 ・ 代表的環境試験プロファイル	・ 主として航空機の内部に取り付けられている電子機器に適用する ・ 開発環境ストレス試験および特性評価試験に適用する ・ 航空機の貨物室で輸送される機器に適用してはならない ・ 開発段階において、多くの情報を得たい場合、実環境CERTによる加速が可能であり、効果も高い
試験方法	・ 高度単独試験はFig60~62、67、105~114など参照 ・ CERT試験はFig144、145など参照	・ 高度単独試験は試験方法500参照 ・ CERT試験は試験方法520参照
<複合環境効果：温度因子が全てのトリガー> ※熱（温度）、振動、水分（湿度）、高度で実環境下故障の90%が確認できる ①ガラス、ガラス容器及び光学系機器の破損 ⑤構成部品のはずれ、離脱、変形 ②着霜、結露、凍結による電子、機械系の不具合 ⑥固体燃料や粉体、粒体の亀裂 ③異種材料接合による伸縮に基づく不具合 ⑦表面コーティングの亀裂や破損（接着、モールド、ビス固定、はめあい等） ⑧シール部品の漏れ ④可動部品やシステムのロックあるいはゆるみ ⑨摩擦係数の低下による故障 <個別環境因子の加速方法> ①温度：変化率、温度範囲（ΔT） ※フィールドとのモード、メカニズムの相関 ②湿度：相変化エネルギー、変化率、結露、結霜 ※環境同一性 ③振動：共振点スイープ、ランダム、2軸/3軸同時 ※試験やサイクルの均一性 ④高度：変化率、減圧、再加圧 ※試験条件の科学的統計的根拠 ⑤時間、サイクル数、供試体ON-OFFなど ※試験順序、手順の選択		

4. 810Gと810D/Eの試験条件比較（一般要求事項）と810F/Gの追加項目

		～810C	810D/E
標準条件	温度	23±10°C(規定なし),23±1.4°C(制御)	25±10°C(規定なし),23±2°C(制御)
	湿度	50±30%RH(規定なし) 50±5%RH(制御)	Free,50±5%RH(制御)
	気圧	650～800mmHg(86.5～106.4Kpa)	←
試験条件の許容値	温度	試験温度に対して±1.4°C以内	試験温度に対して±2°C以内
		1Ft(0.305m)につき0.3°C以内	1m当り1°C以内
		機器非動作で総合2.2°C以内	←
	気圧	マンメータで±5%or±1.5mmHg	1.3×10 ⁻³ Pa以上では±5%
		イオンゲージで±10%or10 ⁻⁵ mmHg	1.3×10 ⁻³ Pa以下では±10%
	気流	供試体周辺で0.75m/sec以下	供試体周辺で0.5～2m/sec
	温度	±5%	←
	加湿水	PH6～7.2(at23°C)/脱イオン水	500KΩ以上の電気抵抗 ・市水150μs/cm (IEC:500Ωm=20μs/cm) ・純水～3μs/cm
	ランダム振動	試験法514. 2による	試験法514. 3による
	振動	Sin振幅±10%、加速度は±10%以内で測定	
振動周波数は±2%又は±1/2Hz(25Hz以下)			
試験時間	規定なし	±1%の精度で測定	
重要な相違	規格が設計条件にすり変わって市場故障と乖離することが発生「規格は神聖にして侵すべからざるもの」	試験と市場との信頼度(故障)に現実的な相関を与えるためにテーラリングを導入	
	アメリカ軍用規格	国際的色彩の強い規格となった	
810F ▼ 810G	「国防総省試験方法規格:環境工学指針と環境試験」 Part-1 Environmental Engineering Program Guidelines Part-2 Laboratory test methods (500・5～520・3～528at810G) Part-3 World climatic regions (ALBE戦場環境, MIL-HDBK310)		

今回は航空機や高所で運用される自動車搭載用電子機器などを想定した減圧環境試験の規格や試験法を紹介しました。

尚、この装置は受託試験でも承っております。詳細は以下 URL をご参考ください。

<http://www.espec.co.jp/products/trustee/test/>