

第5章

スイッチング電源特性データ 信頼性データ（スイッチング電源の寿命と試験）

第1項 MTBF	5-01
第2項 部品ディレーティング	5-02
第3項 主要部品の温度上昇	5-02
第4項 電解コンデンサの推定寿命	5-03
第5項 アブノーマル試験	5-04
第6項 振動試験	5-05
第7項 ノイズシミュレーション試験	5-05
第8項 熱衝撃試験	5-06

第1項 MTBF (Mean Time Between Failures)

平均故障間隔のことで、故障と故障間の動作時間（故障せずに動作する時間）の平均値をいいます。システムなどにおける信頼性 (Reliability) を表わす指標となる数値です。装置に使用している部品やはんだ付け部分などの故障率を計算し、MTBFを算出します。

実際の出荷製品のMTBFは、フィールドMTBFと
いい

$(\text{出荷製品の総稼働時間}) \div (\text{故障数})$

で算出します。

フィールドMTBFは、品質保証部門にて算出して
おります。

■ MTBFの算出方法の種類

米軍規格 (MIL Military Standard)

MIL-HDBK-217*

部品ストレス解析法

部品点数法

JEITA (電子情報技術産業協会)

RCR-9102

部品点数法

米国テレコーディア・テクノロジーズ社

TR-332

部品ストレス解析法

■ 部品ストレス解析法

使用部品の受けるストレスからその部品の故障率を個々に算出し、集計します。すべての部品ごとに故障率を算出しなければならないため、算出に時間がかかる解析方法です。

■ 部品点数法

部品の種類ごとに故障率があらかじめ決めてあり、部品の種類ごとに個数をカウントして故障率を集計する解析方法です。簡易的にMTBFが計算できます。

■ 環境ファクタ

MTBFを算出するときの想定する使用環境をいいます。HWSシリーズは、環境ファクタを地上、固定で計算しています。

地上、固定

適切な冷却空気が用意されていて永久架へ取り付けられているか、あるいは暖房していない建物にできれば設定されているような適度に制御された環境をいいます。

航空管制レーダおよび通信施設の永久設置物を含みます。

第2項 部品ディレーティング

その部品の定格に対してどの位の余裕度を持って使用しているか算出した値です。

定格入力・定格出力時の主要半導体の温度に対してのディレーティング(低減率)を算出しております。部品定格に対してマージンをもって使用していることが分かります。

表記内容の1例です。

表5-1

部品番号 Location No.	入力電圧 測定条件：Vin = 100VAC	負荷 Load = 100%	周囲温度 Ta = 50°C
Q1 2SK3907 TOSHIBA	① Tchmax = 150°C	② $\theta_{ch-c} = 0.833^{\circ}\text{C}/\text{W}$	③ Pch(max.) = 150 W
	④ Pch = 5.74 W	⑤ $\Delta T_c = 60.4^{\circ}\text{C}$	⑥ Tc = 110.4°C
	⑦ $T_{ch} = T_c + ((\theta_{ch-c}) \times P_{ch}) = 115.2^{\circ}\text{C}$		
	⑧ D.F. = 76.8%		

●部品定格

- ①部品内部接合部最大温度
- ②熱抵抗(接合部~ケース)
- ③最大電力

●使用状態でのデータ

- ④損失(電力)
- ⑤温度上昇値(部品ケース温度測定の場合)
- ⑥ Ta=50°Cの部品ケース温度
- ⑦ Ta=50°Cの部品内部接合部温度
- ⑧ディレーティング率 $115.2 \div 150 \times 100 = 76.8\%$

第3項 主要部品の温度上昇

定格入力・定格出力時におけるパワー部品、コントロール回路の半導体の温度上昇値をいいます。

表5-2

出力ディレーティング Output derating Ta = 50°C		ΔT temperature rise (°C)			
		Io = 100%		Io = 80%	
部品番号 Location No.	部品名 Parts name	取付方向 Mounting A	取付方向 Mounting B	取付方向 Mounting C	取付方向 Mounting D
L2	BALUN COIL	49.4	46.8	45.8	49.1
D1	BRIDGE DIODE	63.8	59.0	61.0	56.4
L3	CHOKE COIL	42.8	49.5	46.1	49.1
Q1	MOS FET	60.4	40.5	42.9	50.4
D2	F.R.D.	56.7	39.3	42.3	49.0
Q3	MOS FET	62.4	44.0	47.2	52.4
T2	TRANS PULSE	67.4	50.2	51.1	55.7

第4項 電解コンデンサの推定寿命

下記の条件により電解コンデンサの寿命時間は変わるので各条件による寿命時間をグラフにしたものです。

- 入力電圧
- 負荷率
- 取付方向
- 周囲温度

■電源の寿命と電解コンデンサ

ユニット・基板タイプの電源では、電解コンデンサが一番寿命が短い部品です(ファン、リレーを除く)。

電解コンデンサの寿命＝電源の寿命

とされています。

■電解コンデンサの推定寿命計算式

アレニウスの10℃則

$$L=L_0 \times 2^{\frac{T_1-T_2}{10}} \quad \dots\dots\text{公式5-1}$$

- L: 使用温度での推定寿命値(時間)
- L₀: コンデンサの定格温度での寿命値(時間)
- T₁: コンデンサの定格温度(℃)
- T₂: コンデンサのケース温度(℃)
- 10℃温度が上昇すると寿命は半分(1/2)になる

アレニウスの10℃則で計算可能なのは、電解液の蒸散スピードのみです。電解コンデンサの封口ゴムの劣化は考慮されていません。

低い温度で推定寿命を計算した場合、長い時間が算出されますが、実際には、封口ゴムの劣化を考慮する必要があります。

■電解コンデンサの劣化プロセス

電解コンデンサは、内部に電解液(液体)がしみ込んだ電解紙と電極のアルミ箔が巻かれている構造です。その電解液が徐々に電解コンデンサの外部に蒸散していきます。

電解液の蒸発により、静電容量が減少し、内部の等価直列抵抗値が増加します。静電容量が規定の値以下に減少したときを寿命とします。

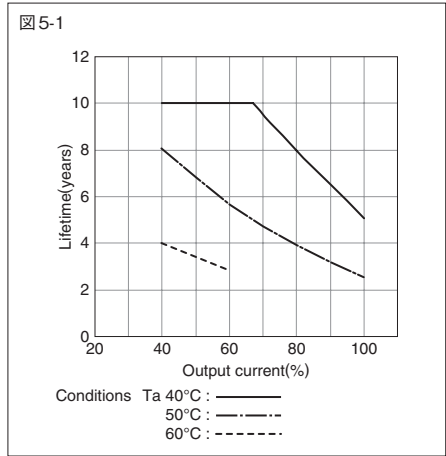


表5-3

Vin=AC100V

負荷 (%) Load (%)	寿命時間(年) Lifetime (years)		
	Ta=40°C	Ta=50°C	Ta=60°C
40	10.0	8.1	4.0
60	10.0	5.7	2.9
80	8.0	4.0	-
100	5.1	2.5	-

第5章
スイッチング電源特性データ
信頼性データ(スイッチング電源の寿命と試験)

第5項 アブノーマル試験

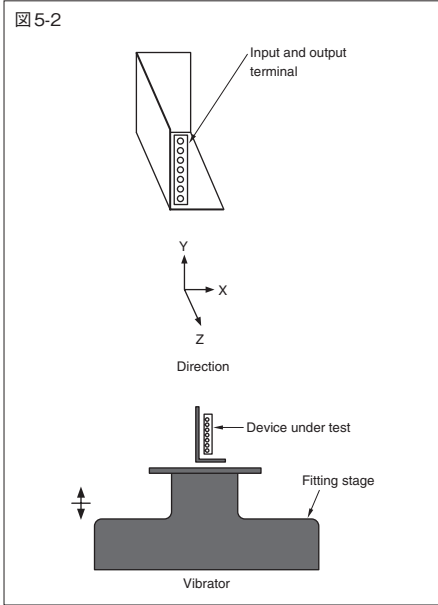
部品ごとに部品端子間を短絡または、オープンにして主に発煙・発火がないか確認する試験です。

表 5-4

No.	試験箇所 Test position		試験モード Test mode		試験結果 Test result												記事		
	部品 No.	試験端子	ショート	オープン	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫			
1	Q1	D-S	○								○			○					
2		D-G	○								○	○						Da:A101,R104,D1, D101,D102,Q1	
3		G-S	○																力率低下 Power Factor low
4		D		○															力率低下 Power Factor low
5		S		○															力率低下 Power Factor low
6		G		○								○	○						Da:D101,D102,Q1
7	Q2	D-S	○											○					
8		D-G	○											○					
9		G-S	○											○					
10		D		○											○				
11		S		○											○				
12		G		○											○				
13	Q3	D-S	○											○					
14		D-G	○											○					
15		G-S	○											○					
16		D		○											○				
17		S		○											○				
18		G		○											○				
19	Q51	D-S	○											○					
20		D-G	○											○					
21		G-S	○														○		入力電力増加 Input power increase
22		D		○											○				
23		S		○											○				
24		G		○													○		入力電力増加 Input power increase

第6項 振動試験

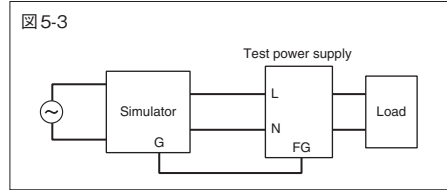
振動に耐えるかを確認する試験です。
JIS (JIS-C-60068-2-6 正弦波振動試験方法)の振動試験方法に準拠した試験方法で実施しております。試験前後で出力電圧・リップルノイズ・外観を確認します。



第7項 ノイズシミュレーション試験

入力線間や入力-FG間にノイズを重畳させ、電源の停止や破損しないことを確認する試験です。

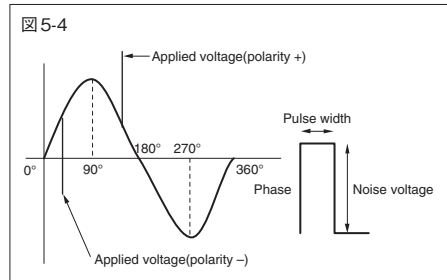
■試験回路



■試験条件

表5-5

入力電圧	100、230VAC
出力電圧	定格
出力電流	0%、100%
周囲温度	25°C
パルス幅	50ns ~ 1000ns
ノイズ電圧	0V ~ 2kV
位相	0° ~ 360°
極性	+、-
印加モード	Normal / Common
トリガ選択	Line



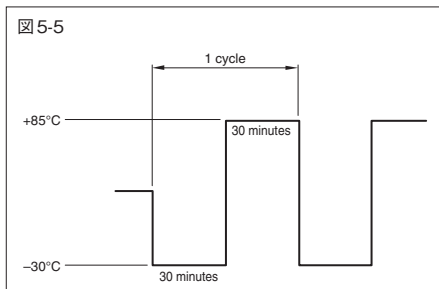
第8項 熱衝撃試験

電源の周囲温度を低温～高温に短時間で繰り返して変化させ、はんだ付け部の信頼性を確認する試験です。

物質は温度により膨張収縮するため、その膨張率の違いや物質の固さの違いによりはんだ接合部にひずみが生じます。そのひずみによりはんだにクラックが入ります。

■試験条件(例)

- ・電源周囲温度：-30～+85°C
- ・試験時間：図5-5参照
- ・試験サイクル：100サイクル
- ・非動作



■試験方法

初期測定の後、供試品を試験槽に入れ、上記サイクルで試験を行います。規定サイクル後に、供試品を常温常湿下に1時間放置し、出力に異常がないことを確認します。