

# サーボシステムを安全に お使いいただくために

2017年11月改訂版

## <目次>

はじめに.....	1
1 故障について.....	2
2 保守診断技術について.....	3
3 サーボシステムの予防保全の詳細.....	4
附録 サーボシステムの設置及び取扱いの一般的注意事項（機械セットメーカー様向け）.....	7

### はじめに

サーボシステムは、機械装置の高性能化などを目的としたアクチュエータとして産業界に広く用いられております。

サーボシステムは数多くの部品により構成されており、これらの部品がすべて正常に動作しなければ本来の機能を発揮することはできません。

このため、定期的な点検により、特定の部品や装置が不具合に至る前兆をできるだけ早い時期に発見し、適切な処置を行う必要があります。

本書はサーボシステムの機能を十分に発揮、維持させるために、システムのライフサイクルに即した適用・取扱・保守並びにサーボシステムの更新計画のために必要な事項について示したものです。

#### ▲ 安全上のご注意

- ・ 本資料に掲げた点検は、専門知識をもった方が行ってください。専門知識のない方が行いますと、感電、火災、けがなど事故の原因となります。
- ・ 安全に点検を行うために、サーボシステムに添付されている取扱説明書又は技術資料の指示に従ってください。

# 1 故障について

## 1.1 故障の形態について

一般に部品の故障の形態は図1により知られているように、初期故障、偶発故障、摩耗故障の3段階に分けられます。初期故障は製造者における製造、検査過程で除去されるよう配慮されています。一方、偶発故障は機器の耐用寿命期間内において摩耗が進行する以前に起こる予期できない突発的な故障で技術的な対策は難しく、現時点では統計的な取扱に基づく施策しかとることができません。

摩耗故障は、劣化の過程や摩耗の結果として耐用寿命の終末付近で発生するもので、故障が時間の経過と共に急激に増加します。ここに示す交換年数は、図1の $t_b$ 点を指すもので、この時点で特定の部品を新品と交換することにより、予防保全の適切化を図っています。

## 1.2 部品の耐用年数について

部品の耐用年数は、使用環境により大きく変わります。

(a) 例えば、リレーはリレー接点表面の荒れ又は消耗の程度により寿命が決まります。

従って、接点電流値や負荷のインダクタンス分が寿命の要因となります。

(b) 例えば、アルミ電解コンデンサは、アンプ内で主として平滑フィルタ部品として使用されています。

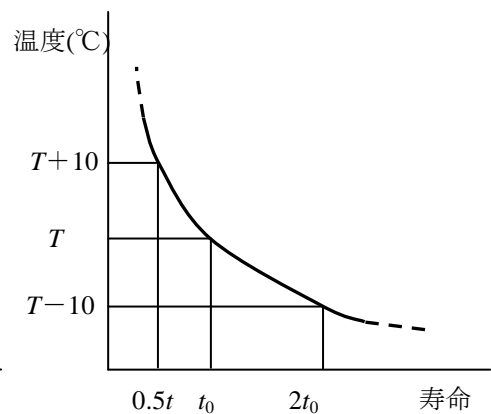
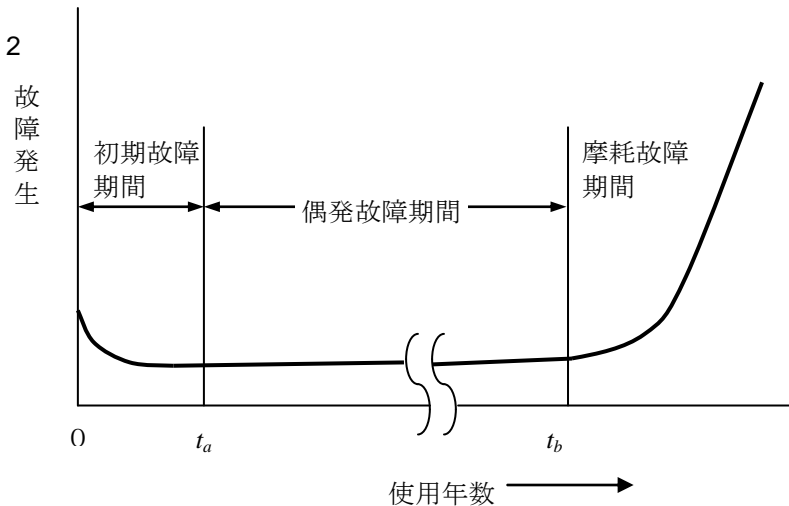
このアルミ電解コンデンサには、内部で化学反応が行われているので、温度によってその寿命は極端に変わります。

一般にアルミ電解コンデンサには、「アレニウスの法則（ $10^{\circ}\text{C}$  2倍則）」が適用され、温度が $10^{\circ}\text{C}$ 高くなると寿命は $1/2$ となり、 $10^{\circ}\text{C}$ 低くなると寿命は2倍に伸びるという特性があり、アンプの寿命を支配しています。

アンプを高温で使用した場合、他の部品はまだ偶発故障期間内であっても、アルミ電解コンデンサは摩耗故障期間にすでに突入している場合があります。この場合、アンプをさらに長く使用するには、アルミ電解コンデンサの交換が必要となってきます。

図1 使用年数と故障発生率の関係

図2 電解コンデンサの寿命



## 保守診断技術について

電気機器の保全方法は、大きく事後保全と予防保全との二つに大別されます。

事後保全とは、機能や性能、また、使い勝手などが低下したり故障を生じたりしたサーボをその都度交換する保全方法です。一般家庭で使用される家庭電化機器はこの類です。

予防保全とは、機能や性能、また、使い勝手などが低下したり故障を生じたりしない前に機器、部品、また、システムを計画的に交換する方法で、時間基準保全と状態基準保全とに大別されています。

### 2.1 時間基準保全

前述のバスタブカーブの考え方に基づいたもので、機器、部品、システムの故障率が摩耗故障率に達する期間以前（時間前）に機器、部品、システムを計画的に交換する方法です。

方法は、まだ暫く使用できる機器、部品を健全なうちに交換してしまうため狭義の経済性では事後保全に比べて劣ることになりますが、通電及び制御の信頼性向上すなわち故障率の低下には大きな効果があり、結果として生産性並びに経済性の向上に結びついています。

### 2.2 状態基準保全

日常及び定期的な点検チェックの結果が許容値を超えた場合、機器、部品の交換を行う方法で、劣化の兆候を検出して事前に手を打つもので、故障率の低下、通電及び制御の信頼性向上には特に大きな効果があり、現在最も重要視されている方法です。

この予防保全をより効果的に行うためには、機器、部品の劣化状態を正確に把握することが重要です。これらの保全方法について表1に示します。

表1 保全方法

保 全 方 法		長 所	短 所
事 後 保 全	故障寿命まで使用し、その都度交換する方法	短期的には経済的	大きな事故を伴うケースがあり、長期的には不経済である。
予 防 保 全	時間基準保全 故障率が許容値に達する期間以前に交換する方法	故障率が低下し、生産性が向上する	短期的には不経済である。
	状態基準保全 日常定期的な点検で結果が許容値を超えた時、交換する方法	故障率が低下し、生産性が向上する	短期的には不経済である。 故障の兆候検知が難しい

保守については、今後、予防保全が主体となってきますが、この根幹をなす保守作業は、対象とした各機器は各々の規格に定められた通常の使用条件、環境条件の下で使用され、かつ、製造業者の推奨する保守点検基準にもとづいた管理（日常点検及び定期点検）が実施されていることが重要です。

保守点検に当たっては、感電、巻込み、やけどの危険性があるため、保守点検の専門知識を持っている方によって実施してください。

### 3 サーボシステムの予防保全の詳細

表2にモータ、表3にアンプの一般的に正常な使用環境・条件（周囲温度、通風条件、通電時間）における定期点検と部品交換の目安を記します。これらはメーカーやサーボシステムの機種によって多少異なる場合もありますので、それぞれの取扱説明書などをご参照ください。特に定期点検の点検周期及び部品交換につきましては、使用環境・条件により異なるため、メーカー又はメーカー推奨のサービス会社へお問い合わせください。

また、点検は、別途記載がない限り、電源を遮断し、充電表示ランプの消灯を確認した後に、開始してください。

表2 モータの定期点検

モータ 部品	モータ部	エンコーダ部	減速機部	電磁ブレーキ部	点検周期		取扱い上の点検事項	異常発生時の 処置方法
					日常	定期※ 1		
ベアリング	○	○	○		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>モータ回転中に異常音が発生したり、モータ振動が大きくないか。</li> <li>モータ回転中の負荷が重くないか。</li> </ul>	メーカーへ 連絡する
オイルシール	○		○		○	<ul style="list-style-type: none"> <li>外部からの異物などの噛み込みがないか。</li> <li>軸周辺で異音がないか。</li> </ul>		
ギヤ			○		○	<ul style="list-style-type: none"> <li>異常音が発生したり、振動が大きくないか。</li> </ul>		
スプラインハブ・ブレーキライニング				○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>異常音が発生したり、振動が大きくないか。</li> <li>ブレーキの効きが悪くないか。</li> </ul>		
ケーブル	○	○				○	<ul style="list-style-type: none"> <li>外観、接続に問題はないか。</li> </ul>	正しく接続し直す
コネクタ	○	○				○	<ul style="list-style-type: none"> <li>外観、接続に問題はないか。</li> <li>機器に固定されており、可動していないか。</li> </ul>	

※1 定期点検周期は、1～2年を推奨しますが、設置環境によって異なります。

※2 異常発生時は装置を停止し、適切な処置をとってください。

表3 アンプ定期点検

点検箇所	点検項目	点検事項	点検周期		異常発生時の 処置方法
			日常	定期 <sup>※2</sup>	
全般	周囲環境	周囲温度、湿度、塵埃、有害ガス、オイルミスト等を確認	○		環境を改善する
	装置全般	異常振動、異常音はないか コネクタ及び接続部の緩み、嵌合（かんごう）を確認	○	○	異常箇所を確認し、増し締めを行う <sup>※4</sup>
	電源電圧	主回路電圧、制御電圧は正常か <sup>※1</sup>	○		電源を点検する
主回路	全般	(1) 締付部のゆるみはないか (2) 各部品に過熱のあとはないか (3) 汚れはないか		○ ○ ○	増し締めする <sup>※4</sup> メーカーへ連絡する 清掃する
	接続導体・電線	(1) 導体に歪みはないか (2) 電線類被覆の破れ、劣化(ひび割れ、変色等)はないか		○ ○	メーカーへ連絡する メーカーへ連絡する
	トランス・リアクトル	異臭はないか、うなり音の異常な増加はないか	○		メーカーへ連絡する
	端子台	損傷していないか		○	メーカーへ連絡する
	平滑用アルミ電解コンデンサ	(1) 液漏れはないか (2) ヘソ（安全弁）は出していないか、膨らみはないか		○ ○	メーカーへ連絡する メーカーへ連絡する
	リレー・コンタクト	動作は正常か、ビビリ音はないか		○	メーカーへ連絡する
	抵抗器	(1) 抵抗器絶縁物のワレはないか (2) 断線はないか		○ ○	メーカーへ連絡する メーカーへ連絡する
制御回路 保護回路	全体	(1) 異臭・変色はないか (2) 著しい発錆はないか		○ ○	メーカーへ連絡する メーカーへ連絡する
	アルミ電解コンデンサ	コンデンサの液漏れ、変形跡はないか		○	メーカーへ連絡する
	電池	(1) 外観、液漏れ及び変色・著しい発錆はないか (2) 接続部分の接合に問題はないか。（コネクタ及び接続部の緩み、嵌合（かんごう）確認） (3) 電池電圧は正常か。（警告等により確認）		○	電池を交換する 増し締めする <sup>※4</sup> 電池を交換する
冷却系統	冷却ファン	(1) 異常振動、異常音はないか (2) 接続部の緩みはないか (3) 汚れはないか	○	○ ○	ファンを交換する 増し締めする <sup>※4</sup> 清掃する
	冷却フィン	(1) 目詰まりしていないか (2) 汚れはないか		○ ○	清掃する 清掃する
	エアフィルタなど	(1) 目詰まりしていないか (2) 汚れはないか		○ ○	清掃又は交換する 清掃又は交換する
表示	LED・ランプなど液晶	(1) 正しく表示するか (2) 汚れはないか	○	○	メーカーへ連絡する 清掃する
	メータ	指示値は正常か	○		メーカーへ連絡する

※1 アンプに供給される電源電圧を確認するため、電圧をモニタする装置を設置されることを推奨します。

※2 定期点検周期は、1～2年を推奨しますが、設置環境により異なります。

※3 異常発生時は装置を停止し、適切な処置をとってください。

※4 増し締めは取扱説明書などに記載された適切なトルクで実施してください。

表4 部品交換の目安

部品名	標準交換時期	交換方法・その他
冷却ファン	2～3年	新品と交換
主回路平滑用アルミ電解コンデンサ	5年	新品と交換 (2)参照
リレー コンタクタ	メーカーに確認する	
プリント板上アルミ電解コンデンサ	5年	新品基板と交換 (2)参照
電池	メーカーに確認する	新品と交換
オイルシール	5,000h	メーカーへ連絡する
ベアリング	20,000～30,000h	メーカーへ連絡する

表4の運用に当たっては、下記についてご配慮ください。

- (1) 表4に示す交換年数は、摩耗故障期間に入る前の時の $t_b$  (図1参照) を示し、この期間を経過した時点で新品との交換を行えば摩耗故障をかなり高い確率で予防できることを示す目安であり、機種によって異なりますので、故障発生の絶無を保証するものではありません。  
具体的には、メーカーにご相談ください。
- (2) 特にアルミ電解コンデンサについては、使用環境・条件（周囲温度、通風条件、通電時間、負荷条件）によっては、この交換条件が変わることがあります。
- (3) モータ及びアンプが下記の項目に適合するときは、交換年数の短縮を考慮する必要があります。
  - (イ) 温度、湿度の高い場所あるいはその変化の激しい場所で使用する場合。
  - (ロ) 運転状況（速度・負荷等）が厳しい場合。
  - (ハ) 運転、停止や電源ON/OFFを頻繁に繰り返す場合。
  - (ニ) 電源（電圧、周波数、波形歪等）や負荷の変動が大きい場合。
  - (ホ) 振動、衝撃の多い場所に設置された場合。
  - (ヘ) 電源容量がアンプ容量より非常に大きい場合。
 製品によって使用環境・条件に制限がありますのでメーカーのカタログ、取扱説明書に記載の内容に従って使用可否を確認ください。
- (4) アンプに採用されている電気・電子部品は、一般的に開発・改廃サイクルが短くなっています。こうした部品を提供できる期間については、各メーカーにご確認ください。
- (5) 標準サーボは経済性の観点から通常の民生用の設計をしており、故障の発生は確率的にゼロとなりませんので、故障が多大な損害をもたらす用途では、通常お使いいただけません。メーカーにご確認ください。
- (6) 長期間、電解コンデンサなどの有限寿命部品の点検や交換・清掃等を行わずにご使用頂いた場合、予期せぬ発煙・発火の恐れがあります。メーカーへご相談ください。また、通常ご使用頂く中で、急に何らかの警報（アラーム）が発生し、原因の特定が出来ない場合は、速やかに使用を中止し、メーカーへご連絡ください。

## 附 録

### サーボシステムの設置及び取扱いの一般的注意事項 (機械セットメーカー様向け)

モータ及びアンプについては、それぞれ適合する設置環境が異なり、メーカー間でも詳細は異なる項目もありますので、それぞれの取扱説明書を確認ください。以下に一般的注意事項を列挙いたしますので、参考にしてください。

#### 1 計画段階

##### 1.1 設置環境

- 1) サーボシステムのモータは屋内の通常環境で仕様が決められている場合が多いので、ご注意ください。
- 2) 保存温度と使用時の周囲温度は、モータ、アンプそれぞれで異なる場合が多いのでご注意ください。
- 3) モータの温度上昇は規定のフランジに取り付けた条件での仕様になっているので、規定のフランジ寸法を守ってください。また、モータの表面は高温になることがあり、やけどの可能性があるのでご注意ください。
- 4) アンプは放熱上、周囲に空間が必要ですので、取扱説明書等で確認ください。必要な空間が取れない場合には、運転条件に制限があるので、メーカーに確認が必要です。

##### 1.2 配線

- 1) 信号線と動力線の敷設においては、並走をできるだけ避けてください。
- 2) アンプとモータの間のケーブルの許容長さは、機種ごとに決まっていますので、守ってください。
- 3) ケーブルが稼動時に変形を繰り返す場合、高屈曲タイプのケーブルで中継して、モータケーブル自体は固定して設置ができるようにしてください。

##### 1.3 電源周り

- 1) モータに商用電源を接続したり、アンプの出力側に商用電源やその他の電源をつないだりすると破損しますので避けてください。
- 2) 機種名が似ている場合がありますので、電源仕様を十分確認の上、使用してください。

##### 1.4 負荷

- 1) 許容負荷イナーシャや推奨負荷イナーシャは、制御性能の安定性や回生能力の点から検討しており、頻繁に保護動作がかかって停止したりしないように規定されています。これより大きいイナーシャを運転する必要がある場合は、必ずメーカーに相談ください。
- 2) 負荷イナーシャが大きく減速時間が短い場合など、負荷側から大きなエネルギーが回生される場合には外部回生抵抗が必要です。

##### 1.5 法令及び規格関連

- 1) 高調波抑制規制のため、リアクトルや各種フィルタ等のオプション部品が揃えられておりますので、メーカーに相談ください。

#### 2 設置作業段階

##### 2.1 保管状況

- 1) 無通電で長期保存（1年以上）したときには動作しない場合がありますので、メーカーに相談してください。

##### 2.2 電源周り

- 1) 感電防止のため、モータ、アンプとも、必ず接地してください。
- 2) 特殊な接地（DC24V電源の正極接地など）を実施される場合は、接続される機器を通じて電源の回り込みによる破損の可能性がありますので、十分にご注意が必要です。



### 2.3 配線

- 1) ケーブルの口出し部や接続部には、屈曲や自重によるストレスが掛からないように、固定をしてください。
- 2) ケーブルが油や水に触れていると、ケーブルが著しく劣化するので、触れないように保護してください。

### 2.4 法令及び規格関連

- 1) アブソリュートエンコーダ用の電池には、輸送に関して法令での規制がありますので、メーカーに確認ください。

### 2.5 エンコーダ

- 1) モータは反負荷側に精密部品であるエンコーダが搭載されていますので、取付時などにモータ軸やカバー部などをハンマーで叩くなどの衝撃は厳禁です。

## 3 使用段階

- 1) サーボシステムに異常が生じたと思われる場合でも、アンプ及びモータを絶対に改造、分解、修理などしないでください。
- 2) サーボシステムのモータとアンプは指定された組合せ以外の組合せでは破損の可能性がありますので、動作確認のためであっても、指定された組合せを用いてください。

### 3.2 負荷

- 1) サーボは機械取り付け後、最適な動作特性になるようにゲイン調整が必要ですので、取扱説明書などを参考に行なってください。

### 3.3 ブレーキ

- 1) 標準ブレーキ付モータのブレーキは保持用ですので、回転中に作動しないようにしてください。
- 2) 通常の使用時に、回転中のモータを停止させる時には、所定の速度制御信号による減速停止をしてください。「ダイナミックブレーキ機能」はモータの特性を利用して回りにくくする機能であり、電源遮断状態やエラー停止時などに用いるが、安全機能に用いることはできません。

© 2017 The Japan Electrical Manufacturers' Association All Rights Reserved.

著作権法により、無断での複製、転載等は禁止されております。

---

2017年11月22日 発行

〒102-0082 東京都千代田区一番町17番地4  
一般社団法人 **日本電機工業会**

重201705 (2017.11)  
産5208