

1 自動化機器に使われる制御方式

生産設備には機械方式、電気方式、油圧方式、空気圧方式が多用され、単独のシステムのみで構成されることは多くはありません。

はじめに、設備に使用される駆動方式について確認しましょう。

映像 030
(歯車駆動)

1.1 機械方式

動力源には電気モータを使用し、カム、レバー、歯車、ベルト、プーリ、ボールねじなどによる方式です。

同期性が得やすく、高速での作動が可能などの長所があります。

しかし大きな力を伝達する場合は強度面での問題や、慣性力が大きいとこれを吸収する必要があります (デメリット)。



歯車駆動

1.2 電気方式

電動機 (電気モータ) と、小ストロークの直線運動にはソレノイド (電磁石) が用いられます。

電気機器は電磁力を発生して作動するので、材質は主に鉄となります。

慣性力が大きく大形になると急激な速度変化が必要な制御は困難になります。

また熱を発生するので絶縁との関係で使用温度に限界があります。

ほかにスパーク、漏電など安全面の考慮や、過負荷による焼損にも注意が必要です。

映像 031
(電動モータ駆動)



電動モータ駆動

1.3 油圧方式

流体エネルギーの利用の点では空気圧システムと似ています。しかし圧力が空気圧の 10～100 倍の高圧であり出力も大きいことが特徴です。

流体が油であるため漏れを生ずると汚染と引火の危険性もあります。

ポンプを運転しているときのみ油圧が発生し、アキュムレータによる蓄圧はできますが、空気圧のような大きな量の蓄圧はできません。

またポンプの運転による油温の管理が必要です。

一般の作動油では 60℃を超えると急速に油の劣化が進むので冷却が必要です。

油を循環させているので、フィルタによる油中のごみの除去管理が重要です。



油圧ポンプ駆動

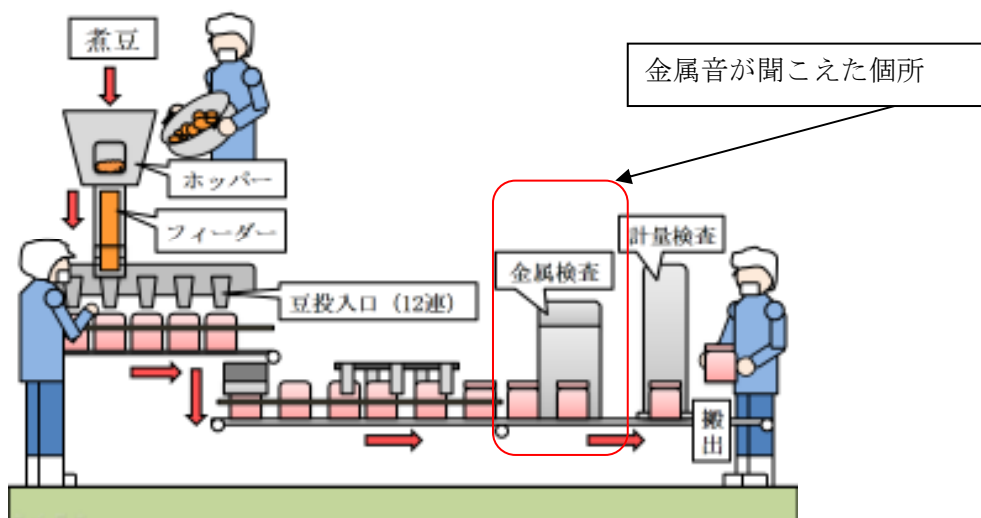
2 金切音の発生個所を突き止める

2.1 機械要素部品の異常

図は製品を搬送させるラインを示します。製品はベルトに沿って搬送され、金属検査を受けます。

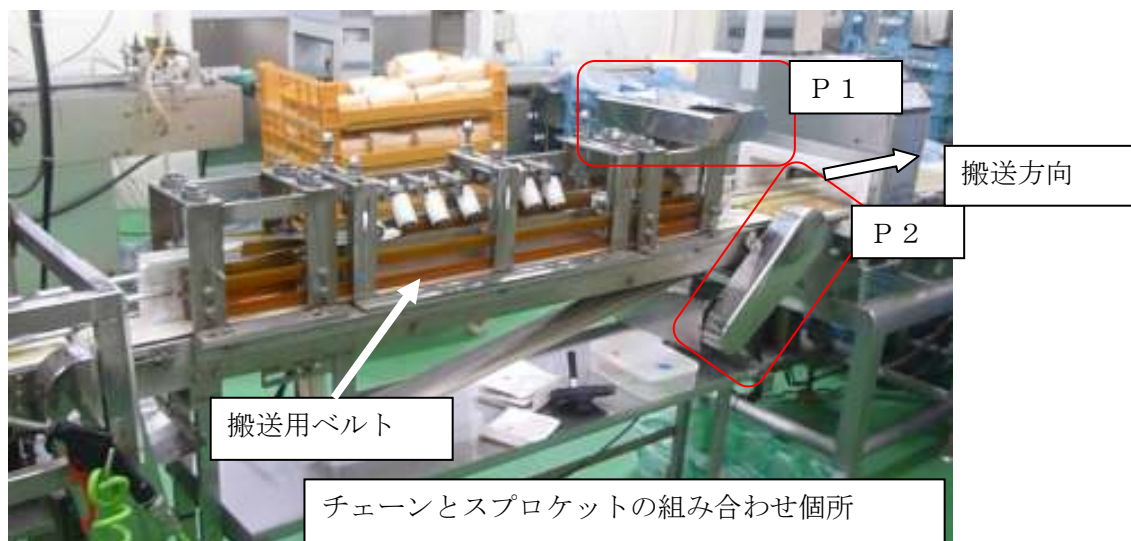
映像 032
(製品搬送ライン)

設備からは常時、ベルト末端で金属音が聞こえました。ベルト末端にはベルトを駆動させるモーターが配置されています。



ベルトの動力源はAC100Vモーターです。モーター先端にはスプロケットが取り付けられ、チェーン駆動されています。

チェーンとスプロケットの組み合わせ駆動方式は2か所 (P1、P2) で使用されています。



カバーを外すと、チェーンと sprocket の組み合わせと歯車の組み合わせを確認しました

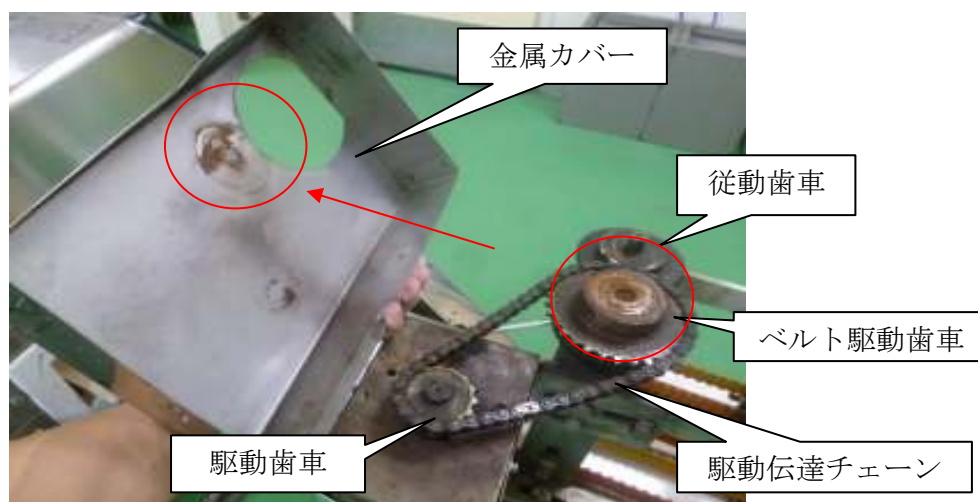


カバーを外す前



カバーを外した後

sprocket の一部がカバーに接触し摩耗していることを確認しました。

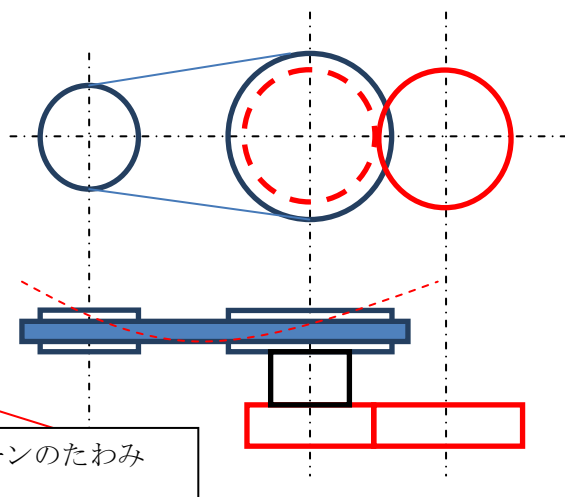


sprocket のフランジ部と金属カバーが接触

P 1 のチェーンと sprocket の組み合わせを図に記します。
 正面からはチェーンが上手に組み合わせられているように見受けられますが、側面からはチェーンのたわみが確認できます。



チェーンの組み合わせ正面



チェーンのたわみ

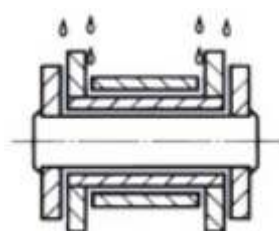
P 2 のチェーンと sprocket の組み合わせを図に記します。
 チェーンのとわみが確認できます。



テンションを張り直した状態

2.2 給油の重要性

ローラーチェーンの摩耗伸びはピンとブッシュの摩耗によって生じます。よって給油はこの部分に行われます。一般には8時間毎くらいに給油とされます。



給油ポイント

2.3 チェーンの状態を確認する

接続用のクリップによってチェーンがつながられています。クリップを丁寧に外します。チェーンの回転方向にスナップリングが向いていることを確認してください



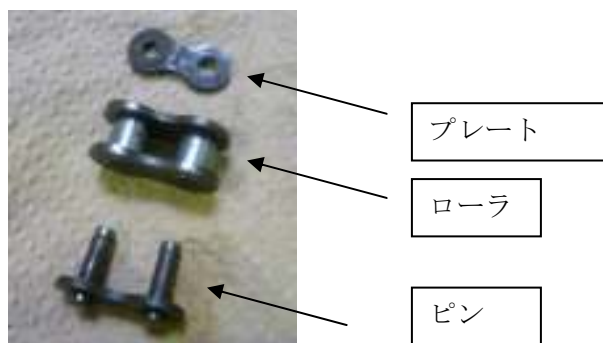
回転方向



スナップリンク



クリップによってチェーンが連結された状態



プレート

ローラ

ピン

1リンクを外した状態



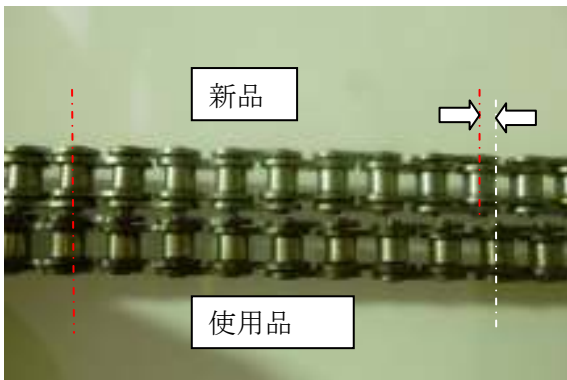
ピンの一部が摩耗した状態

ローラーチェーンの伸びはプレートが変形して伸びるのではなく、ピンとブッシュの修道面が摩耗して、遊びが大きくなり全体として伸びた状態になるものです。
したがって、定期的にローラーチェーンの伸びを測定する必要があります。

2.4 ローラーチェーンの伸び測定

新品のチェーンと使用中のチェーンがどのくらい伸びたか確認してみましょう。

- ① チェーンを少し手で引っ張り、一端を固定した状態でどのくらいの伸びがあるかを確認しましょう。ずいぶん伸びていることが分かります。



- ② チェーン的一端を持ちそり具合を確認しましょう。



チェーンが伸びそり曲がった状態

2.5 測定方法

- 1) ローラーチェーン船体のあそびを除くために、ある程度引っ張った状態で測定します。
- 2) 図のように測定するシンク数のローラー間の内側（L 1）と外側（L 2）を測定し、判定寸法（L）を求めます

$$L = \frac{L 1 + L 2}{2}$$

測定に際しては、測定誤差をできるだけ少なくするために 6~10 リンク程度で測定します



$$L = \frac{96 + 111}{2} = 103.5$$

次に基準長さを求めます

$$\begin{aligned} \text{基準長さ} &= \text{チェーンピッチ} \times \text{リンク数} \\ &= 12.6 \times 8 \text{ リンク} \\ &= 100.8 \end{aligned}$$

チェーンの伸びを求めます

$$\begin{aligned} \text{チェーンの伸び} &= \frac{\text{判定寸法} - \text{基準長さ}}{\text{基準長さ}} \times 100 (\%) \\ &= \frac{103.5 - 100.8}{100.8} \times 100 (\%) \\ &= 2.68\% \end{aligned}$$

チェーンの伸び使用限界を表に記します（椿本チェーン より抜粋）

伸びの使用限界	
大スプロケット歯数60枚以下のとき	チェーンの伸び 1.5%
※ 61～80 ※	※ 1.2%
※ 81～100 ※	※ 1.0%
※ 101～110	※ 0.8%

使用スプロケットは45枚であったことより、使用限界を超えていることが確認できました。

新品のチェーンとスプロケットに交換しました。摩耗が少ないチェーンはテンションを張り直します。



チェーンテンショナー

2.6 チェーン、歯車の清掃

駆動伝達用のチェーンにたわみを清掃後に張り直し、装置全体のゴミや汚れ、錆を取り除きました。



汚れ

清掃前



清掃後

2.7 カバーケースの清掃

回転するチェーンに挟み込まれることを避けるために、保護カバーがしてあります。カバーの内側はさびていましたが、清掃によってきれいになりました。

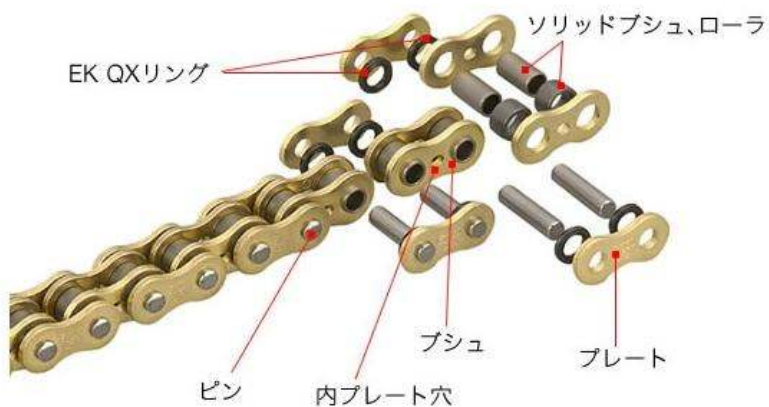


保護カバーの清掃ポイント

2.8 スプロケットの強度

歯の強度は一般にチェーンの最大許容張力以下であれば、歯が曲がったり折れたりすることはありません。(但し、強力型のチェーンでは考慮の必要があります。)

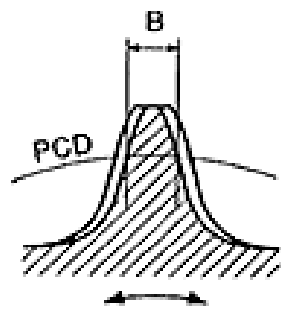
計算上は巻き付け伝動で各歯の張力分布が複雑なため 1 歯で計算しますが実際には巻き付け伝動上、数歯でチェーン張力を分担することになりますのでチェーンの張力を 1 歯のみで受けないことになります。



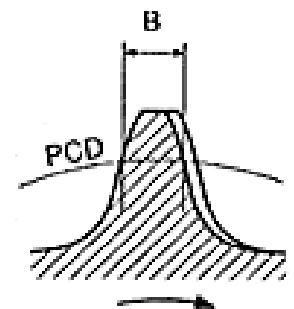
2.9 スプロケットの寿命

摩耗の目安としてはピッチ円上の歯の厚みが 1/3 減った状態を摩耗限度として考えています。

摩耗が予測される場合は歯部に焼き入れをし、歯面の表面硬度を上げることで耐摩耗性を向上させることができます



正逆転のとき



一方向回転のとき

スプロケットの状態を確認しましょう。この状態ではチェーンを痛めると判断し交換することにしました。



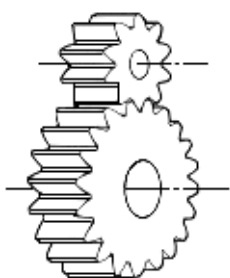
バリが発生

摩耗 (部分的に削られている)

3 歯車の理解

3.1 正常な歯状態を知る

歯すじが軸に平行な直線である円筒歯車です。製作が容易であるため、動力伝達用に最も多く使われている歯車です。歯車は丸みを帯びた台形になります。



平歯車

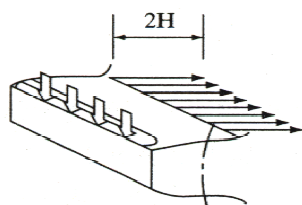


歯の接触状態

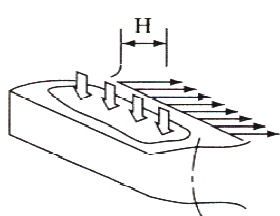
「日本機械学会」の報告

歯車の損傷発見の動機は、全体的にみて異常音による場合がもっとも多く、全体の 42% を占め、つぎに定期検査が 24% と多い。これは、歯車の異常はまず音響の変化からはじまることで、日常の音響監視や定期検査が有効なことを示しています。

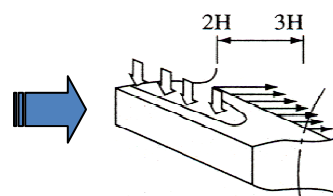
歯当たりが先端



正常な歯当たり



歯当たりが片寄り

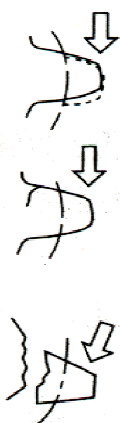


H は曲げの大きさを表している

①歯が倒れる

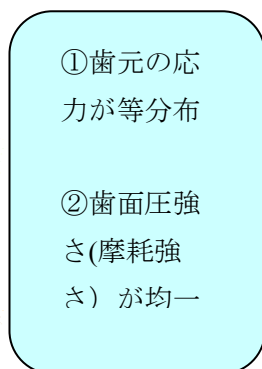
②歯元の亀裂

③歯の折損



①歯元の応力が等分布

②歯面圧強さ(摩耗強さ)が均一



裂

員



歯断面

3.2 歯車の損傷原因

歯車の損傷は、ほとんど歯部に集中するため歯車の損傷とは歯部の損傷をいいます。

- ・歯車の歯面仕上げ程度

歯切機械で仕上げられた歯面は、精度よくなめらかなようでもかなりの凹凸があります。この歯面凹凸が歯面接触による繰返し応力のため、時間経過とともに疲労し亀裂を生じ小さな穴を残してはく離していきます。

- ・潤滑油中の異物

潤滑油の中に、はく離した金属片、錆、砂などのように大粒で硬い異物が混入していると、歯面に庄こんやかききず、摩耗が発生します。

- ・機械的な損傷

潤滑油中の異物による影響ではなく、熱処理不良などに起因する歯の欠損片、脱落したナットなどが、かみ合い面に入ることによる歯の曲げ変形、折損、大きなかききずなどが影響します

- ・金属材料的な損傷

歯面荷重に対して材質の弾性限度が小さいとき、歯の表面硬度が低いときなど、使用材料に起因する損傷があります

- ・潤滑上の損傷

歯面荷重が潤滑剤に必要な油膜強度より大きい場合や供給量が不足したりして、潤滑剤が十分にその性能を発揮できないときに発生します

3.3 設備の異常を考える

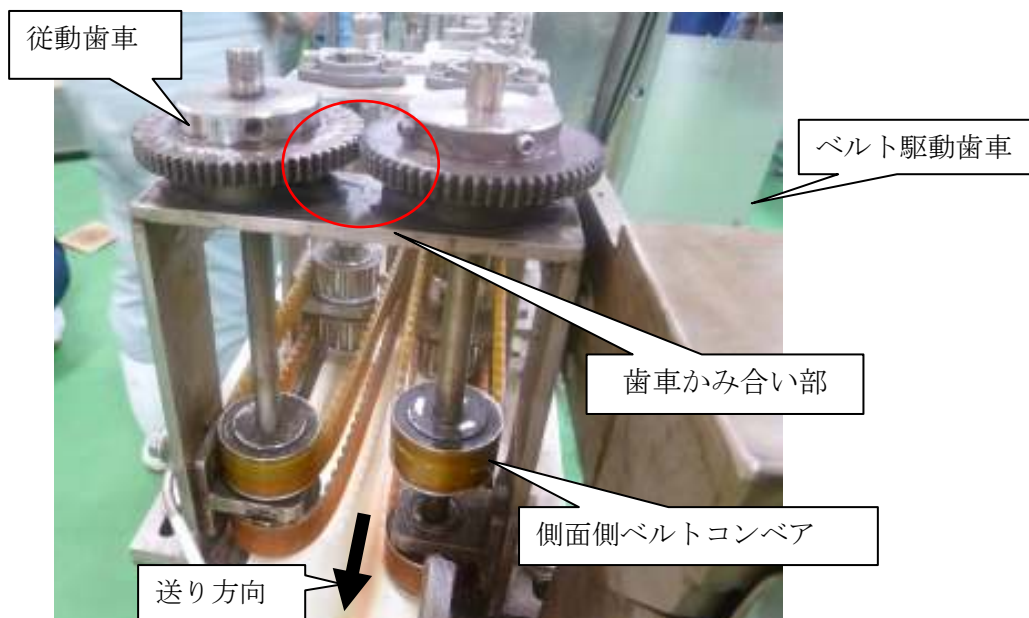
図はベルト搬送部を示します。歯車の軸間ピッチが狭く、互いの歯を削る状態が発生しました。

長期間の稼働による歯車先端部は削られて縦筋が入り、金属粉が堆積しました。

金属粉はスプーン一杯分に相当する量です。

搬送先には金属探知機が設置されています。金属粉が落ちることによって製品に付着し製品は不良品となります。

製品不良には金属不良と計量不良があります。金属粉を除去した結果、金属不良は検出されませんでした。



袋封入部ベルト駆動伝達歯車



金属粉が付着した状態