

雇用・能力開発機構理事長賞  
**機械保全伝導実習装置の開発**  
 伝導用機械要素の活用を中心として

ポリテクセンタ - 滋賀 内田 輝次  
 (滋賀職業能力開発促進センター)  
 (現 雇用・能力開発機構滋賀センター)

## 1. はじめに

製造業における生産用の設備（以下「設備」という）は、近年ますます高精度化・多様化している。そのような設備から製造される品質は、設備精度の程度により左右されると言っても過言ではない場合が多い。動力伝達系の機能劣化や停止は設備全体に及ぼす影響が大きく、特に、作業系への影響が大きく精度保持が困難になる場合がしばしばである。したがって、品質の向上や保持の観点からみて、設備における動力伝達系の組み立て精度保持や使用期間中の保全管理が重要になる。さらに、生産管理や安全管理の観点からも重要である。

工場の運営には、設備に強い人材育成が欠かせないものとなっている。設備の開発・設計はもとより、保全マンの人材育成こそキーポイントであるが、昨今のリストラ等によって保全マンの確保・育成が困難な状況もあり、理想の人材配置になっていない現状も見受けられる。設備の保全体制には種々あるが、製造ラインのオペレータが日常点検・調整作業はもちろん、回転部を有する設備であれば振動計測による予知診断作業および予知診断結果による分解整備作業も実践できる、いわゆるエンジニアリングオペレータによる保全体制をとっている工場が増加傾向にある。

この機械保全伝導実習装置（以下「実習装置」という）は前述した人たちを主対象として、能力開発セミナー実習教材として製作した。実習を効率よく

進めるために、130余りのデジタル画像、9つの図、2枚の記録表および軸受け、歯車の損傷画像を含めた53頁の実習用テキストも「Word」で作成した。

なお、平成7年度から平成12年12月末までに200名ほどの受講実績がある。

本文では実習装置の概要、構想と主な機械要素（機器）の選定、および「実習の流れ」によって展開できる主な作業を述べる。

## 2. 実習装置の概要

### 2.1 動力伝達

写真1に実習装置（正面）を示す。動力の伝達は電動機 → Vベルト → プーリ → 1軸 → 軸継手 → 2軸 → 歯車噛み合い部 → 3軸 → プーリの順に行われる。 の制御盤中のインバータ操作ボタンで周波数を変化させることにより電動機の回転

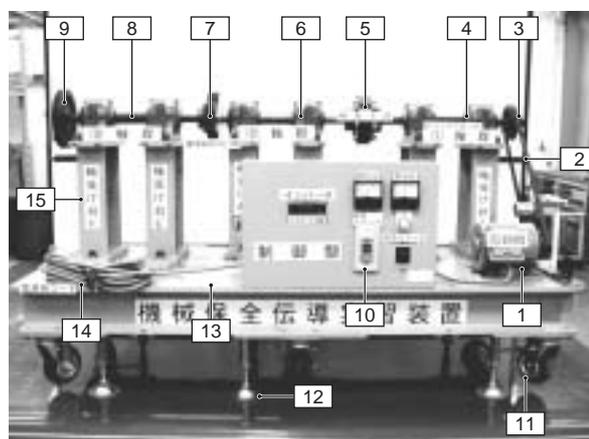


写真1 実習装置（正面）

数を変化させるようにした。また、電動機と1軸の間で1/2に減速され、歯車の噛み合い部で約2倍に増速するようにしている。

## 2.2 実習装置の主な特徴

主な特徴をあげると以下ようになる。

移動しやすいように6個のキャスターを取り付けた(写真1の11)。

実習装置全体の水平調整ができるように6個のスクリュ式アジャスターを取り付けた(写真1の12)。

電動機の回転数を変化させることにより、組み立て調整状態の評価をやりやすくした(写真1の10)。

ソース電源はどこからでも確保できるように100Vにした(写真1の14)。

組み立て時に調整を要する箇所や調整不良箇所が存在すれば、インバータ制御系の保護機能が作動して電動機が停止するようにした(写真1の10、写真4)。

繰り返しの使用や物品管理をやりやすくするため、入手しやすい規格品や市販品を多用した。

なお、機構の簡素化と部品の種類数低減を図るため、共通化に努めた(写真2)。

上述の によって、各受講者が組み立て誤まりを発見しやすくした。

基本的な機構は簡単にしてあるが、組み立て時の調整箇所を多く設けて調整の重要性を体験できるようにした。

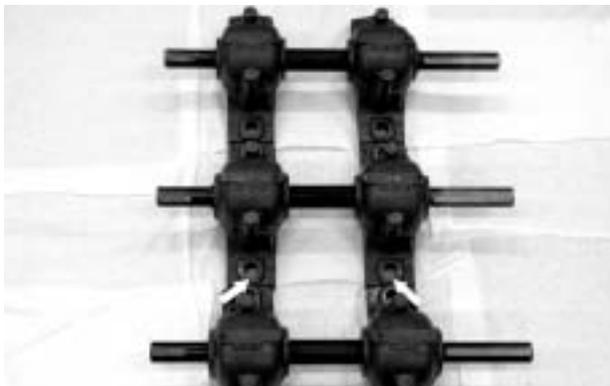


写真2 3軸群の構造簡素化等

分解前と組み立て調整後の状態を客観的に評価するために、計測器(回転計、振動計、温度計、電流計)を用いて数値で評価と判定ができるようにした(写真3~4)。

繰り返しの使用に耐えるように、各部のはめ合いは中間ばめとすきまばめにした。

分解組み立ての専用工具類を製作し、はめ合い部の分解組み立て作業において、叩く動作を排除した(写真5~6)。

組み立て図に基づいた組み立て上の基準位置の認識や調整がしやすいように、ベースの平面、背面および右側面に機械加工を施し、基準面を設けた(写真7)。

評価運転時の計測が正確にできるように測定点の表示をした(写真8)。

回転体のアンバランス発生と修正ができるように、3軸のVプリー側面に角度目盛板を設けた(写真9)。



写真3 計測器類



写真4 電流計, インバータ等

### 3. 構想と主な機械要素（機器）の選定

ベース，軸受け台等主な構成品の製作方法や使用した機器の選定理由を述べる。



写真5 専用分解工具

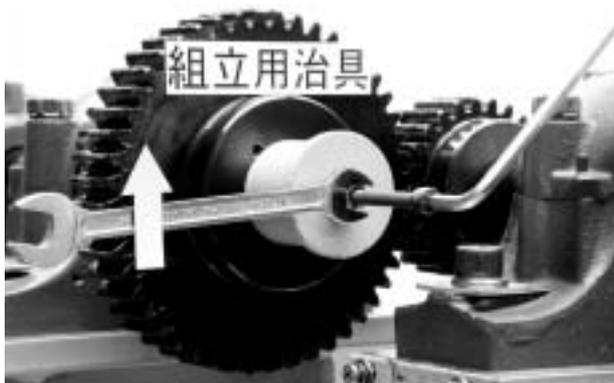


写真6 専用組み立て工具

#### 3.1 ベース

ベースに求められる必要な機能は，動力伝達用機械要素を取り付けた状態で駆動時に強度を保持できて，ベースが異常振動等の原因にならないこと，および組み立て時において基準となる面を有すること等である。工場の設備であれば基礎になる部分であるので上板に12mm厚鋼板を用い幅方向（W）にI型鋼を，奥行き方向（D）と十字状に9mm厚鋼板を補強リブとして溶接した。組み立て時において基準面となる部分には，12mm厚鋼板の平面周囲と軸受け台取り付け部に6mm厚鋼板を溶接し，その後平面，背面および右側面に機械加工を施し基準面とした。

なお，I型鋼板の下部6ヵ所には移動用キャスターと水平調整用スクリュ式アジャスターを取り付けるための9mm鋼板を溶接した。なお，当部分については外注製作した（写真1の13，写真7～8）。



写真8 計測時の測定点（白印6ヵ所）

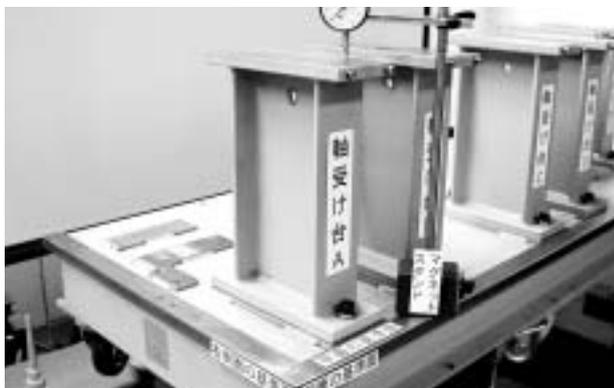


写真7 ベースの平面，背面および右側の基準面



写真9 3軸のVプリー角度目盛板

### 3.2 電動機とインバータ

前述した2.2実習装置の特徴（以下「特徴」という）～の発想から小型（200W/4P/200V）の誘導電動機と周波数可変機能（電動機の可変回転機能）、過電流時停止機能および電圧変換機能（100Vから200Vに変換）を有するインバータを選定した。いずれも市販品から選定した（写真1の1と14、写真4）。

### 3.3 プランマブロック

この実習装置の製作費用低減と特徴調整箇所を多くするという発想から、ころがり軸受け形式は内輪テーパ・アダプタ付きのプランマブロックを市販品から選定した（写真10）。

### 3.4 軸

特徴機構の簡素化と品種数の低減を果たすために3本の軸を共通にした。寸法は大径部 30，小径部 25，全長440mmにした。なお，材質は繰返し使用にある程度耐える必要性からS45Cを選定して，外注製作した（写真2）。

### 3.5 軸受け台

特徴組み立て時に調整箇所を多く設ける目的から6個の軸受け台にそれぞれ高低差を設け，その最大差は0.4mm程度にした。このことにより組み立て時に軸間の芯出し調整機能を持たせた。ダイヤルゲージをマグネットスタンドに取り付け，それを軸継手のフランジ外周にセットして，回転できるように

全高を135mmほどにした。構造はH型鋼の上下に鋼板を溶接した後，機械仕上げをした。なお，これについても外注製作した（写真1の15，写真11）。

### 3.6 たわみ形フランジ軸継手

繰返し使用に耐える必要性とダイヤルゲージを用いて軸間の芯出し調整を行う必要性から，たわみ形フランジ軸継手を市販品から外径 140mmのものを選定して，内径，キー溝および位置決めネジ穴の各加工を外注した。

### 3.7 Vベルトテンショナー

電動機と機械装置間のVベルトの張り調整は一般的に，電動機を移動させて調整するが，特徴調整箇所を多くするという発想から，Vベルトの中間位置に張り調整装置を設けた。これも市販品から選定した。

### 3.8 歯車・プーリ

特注品の設備では，歯車噛み合い部の調整は組み立て段階でしばしば行われる。そのような状況でも対応できるように，歯当たりとバックラッシュ調整がやりやすいこと，調整結果が噛み合い音の違いで判定しやすいことが必要であることから市販品の平歯車を選定し，内径，キー溝および位置決めネジ穴の各加工を外注した。VベルトはA43を選定したのでそれに適合したVプーリを市販品から選定し，内径，キー溝および位置決めネジ穴の各加工を外注した。



写真10 プランマブロック

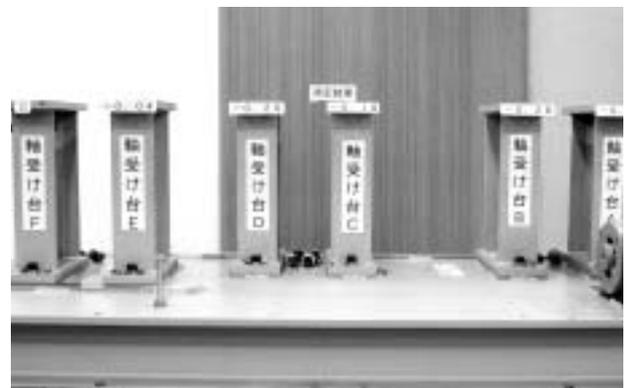


写真11 6個の軸受け台の高低差

## 4. 実習の流れ

受講生2名がペアを組み1台の実習装置を使用して、動力伝達の基本的な構造の理解と組み立て調整等を習得する。以下に実習の流れと主な作業を表記する。

### 4.1 実習装置の仕様・機構の把握

実習用テキストと実習装置を併用して説明を行い、受講生に予備知識として覚えてもらうのがねらい。

### 4.2 工具類・計測器具類の準備

実習に必要な工具類・計測器具類の準備とその使用方法と使用箇所の説明を行い、適正な使用方法で不安全行為の防止と適正な計測値を得るのがねらい。

### 4.3 実習装置の水平調整作業

あらかじめ設置してある場所で、水準器を注視しながら気泡の位置が水平位置になるまで繰り返し作業を行い、実習装置を水平状態に据え付けるのがねらい。

### 4.4 始動前の点検作業

説明省略

### 4.5 電源のセットと始動方法

説明省略

### 4.6 分解前の状態評価運転

5分間隔で計測し、そのデータを記録表に記入しておき、完成後のデータと比較を行い、実習のでき栄えは各数値の大小で判定を行わせるのがねらい。

特徴 も参照のこと。

### 4.7 分解作業

説明省略

### 4.8 測定・検査作業

分解品の洗浄・清掃が終了すれば次は測定・検査作業に進む。主な測定対象品は軸・歯車・プーリ・たわみ形フランジ軸継手・ころがり軸受けである。

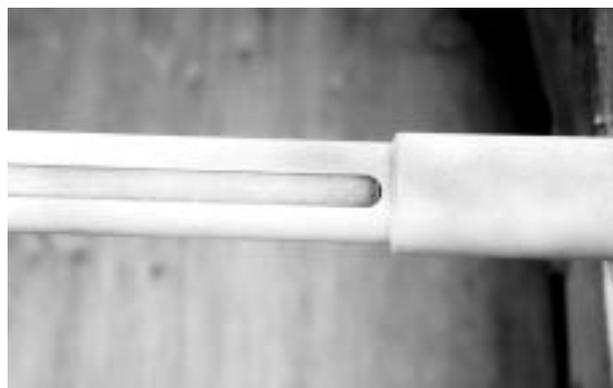


写真12 軸の染色浸透検査完了

測定器具は主にマイクロメータである。なお、軸受け台の高さ測定はダイヤルゲージで比較測定を行い、その結果によっては軸受け台の配置替えを行うときもある。比較測定の方法は写真7を参照のこと。測定結果は記録表に記入して基準値と測定値を比較して判定する。

非破壊検査法の1つに染色浸透検査法がある。軸の段付き部やキー溝周辺部に、その染色浸透検査を行う(写真12)。

### 4.9 組み立て・調整作業

主な組み立て・調整作業を下に表記する。

ころがり軸受け組み立て・調整

軸間の芯出し調整

歯車噛み合い部の歯当たり・バックラッシ調整

Vベルト組み立て・調整

説明省略

下記に～の調整内容の一部を述べる。

ころがり軸受け部の調整内容は、1)アダプタナットの締め付けによる位置決めと僅少のラジアルすきまの調整、2)リングの有無による固定側・自由側の選択であるが、1)のアダプタナットの締め付け作業が重要である(写真13)。

軸間の芯出し調整は、種々の方法があるがそのうち軸継手のフランジ間の距離が接近している場合の最終調整は、ダイヤルゲージで測定して、調整はシムで行うのが一般的である(写真14～15)。

歯当たりには、黒当たりもあるが一般的に赤当たりを用いることが多い(写真16)。バックラッシの測定方法も種々あるが、ここでは噛み合い部にヒ



写真13 アダプタナットの締め付け



写真15 ダイヤルゲージ使用による調整



写真14 調整用シム



写真16 歯面の赤当たり

ューズを噛まして、その厚さをマイクロメータで計測している。

#### 4.10 組み立て調整完了後の状態評価運転

前述の4.6分解前の状態評価運転と同じ方法で行い、その判定方法は、ここでは絶対評価法の1つであるJISの振動評価基準で判定している。分解前と同等あるいはそれ以上のレベルを目指している。ほとんどの受講者はそれを達成している。

## 5. おわりに

市販されている伝導用機械要素品を組み合わせ、能力開発セミナーカリキュラムモデル集の機械保全「伝導装置」用として開発し、1台の実習装置をペアで実際に使用してきたが、受講者の経験等を

考慮しながら組み合わせると効果的であること、また、調整状態がもうひとつの箇所等があれば振動値や電流値の変化で表れ、設備の状態を数値で傾向管理ができて近年の設備診断の一例が体験できることもわかった。今後、機械保全関連の他の能力開発セミナーでも応用していきたい。

#### 参考文献

- 1) JISハンドブック「機械要素」「製図」、日本規格協会。
- 2) データ活用ハンドブック - 機械編, 技術評論社。
- 3) 回転機械設備診断 - 簡易診断編, 職業能力開発総合大学校研修研究センター。
- 4) 回転機械設備診断 - 精密診断編, 職業能力開発総合大学校研修研究センター。
- 5) 機械保全テキスト - 機械要素編, 職業能力開発総合大学校研修研究センター。
- 6) 機械保全テキスト - 点検編, 職業能力開発総合大学校研修研究センター。