

課題情報シート

テーマ名 :	振動実験装置の設計製作—加振台の製作—				
担当指導員名 :	高橋 史明	実施年度 :	26 年度		
施設名 :	北陸職業能力開発大学校 附属 新潟職業能力開発短期大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	生産技術科		
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	2人	時間 :	16 単位 (288h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

機械設計と機械加工の技術を中心に設計から組立までのものづくりの一連のプロセスを体験的に理解することを目的とします。卓上で手軽に使える学生実験向けの装置をコンセプトに設計・製作を行います。往復スライダークランク機構を用いてテーブルを左右に振動させる装置で、振動数は手動で可変できます。テーブルに被測定体を載せてその振動特性を測ったり観察したりします。製作に当たりテーブルの位置決めに神経を使います。

【訓練（指導）のポイント】

- ① 振動理論、はりの横振動の理論を一通り理解します。
- ② 人の力を借りず一人で安全かつ正確に作業が行えます。
- ③ わからないことを人に相談できます。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 北陸職業能力開発大学校附属新潟職業能力開発短期大学校
住所 : 〒957-0017 新潟県新発田市新富町 1-7-21
電話番号 : 0254-23-2168 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/niigata/college/index.html>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

振動実験装置の設計製作 —加振台の製作—

新潟職業能力開発短期大学校
生産技術科

1 はじめに

本テーマは機械設計と機械加工の技術を習得し、実験装置の製作を行う。この装置は、機械振動の理解を深めるために使われる教材用の加振振動台で来年以降の学生実験に使用できるように完成を目指す。

2 振動について

振動とは、ある物理量が基準値の周りを周期的に変動する現象のことである。振動は、振幅、振動数、位相などの量によって表される。今回作製する加振装置では、この振動現象について理解することができる。

2.1 固有振動数と振動モード

固有振動数は物体がもつ固有の振動特性値のことで、共振現象の発生と深く関わるものである。また、固有振動数で振動する物体は特徴的な形状で振動しそれを振動モードという。

3 振動台とは

今回作製する加振装置は、はり等を固定したテーブルを往復スライダークランク機構により揺動させるものである。

3.1 往復スライダークランク機構

往復スライダークランク機構は回転運動を直進運動に変える機構である。いま、偏心させたときのテーブルの初期位置を S_0 、テーブルの移動量を S 、偏心量を la とすると移動量 S を求める式は次式となる(図1参照)。

$$S = l_a [1 + \cos \theta + 1/\lambda (1 - (1 - \lambda^2 \sin^2 \theta)^{0.5})] \quad \dots (1)$$

製作した装置ではアームはモーター軸の中心から 0.85mm 偏心させてテーブルに連結させるよう設計した。

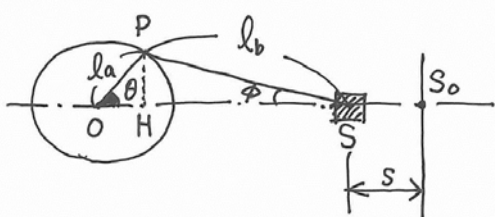


図1 偏心による移動量

3.2 慣性モーメント

慣性モーメントは物体の回りにくさを表す量で設計に大切な要素である。例えば円板の慣性モーメントは次式である。

$$I = m \times r^2 / 2 \quad \dots (2)$$

ここに、 m は質量[kg]、 r は半径[m]である。また、直進運動する物体の慣性モーメントへの換算も必要で次式を用いる。

$$I = (30V/\pi N)^2 \times m \quad \dots (3)$$

ここに、 V は直進速度[m/s]、 N は回転数[rpm]である。

これらに基づいて設計を進めていく。また、連結部品の慣性モーメントがモーターのそれより大きいと回転しにくく、回転が止まらないといった不具合が生じる。よって連結部品がモーターより軽くなるよう作らなければならない。

4 実験装置の仕様

実験装置の実際の仕様を下の表に示す。

表1 装置の仕様

総質量	12.8	kg
テーブルの質量	0.9	kg
回転数	0~1480	rpm
偏心量	0.425	mm
振動数	0~24.6	Hz

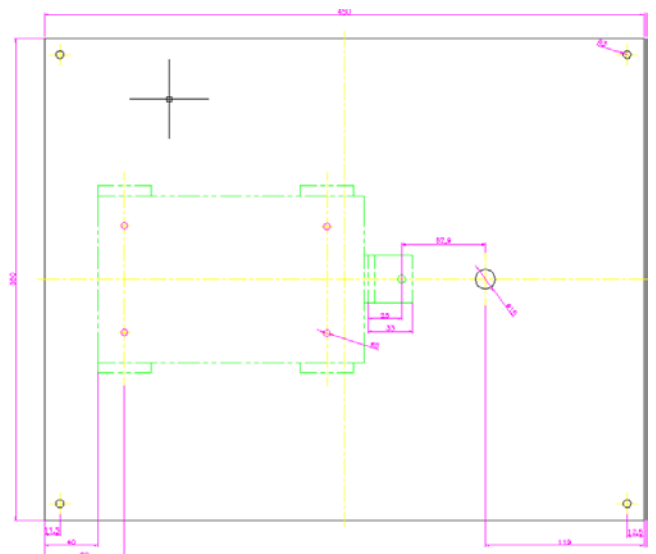


図2 配置図

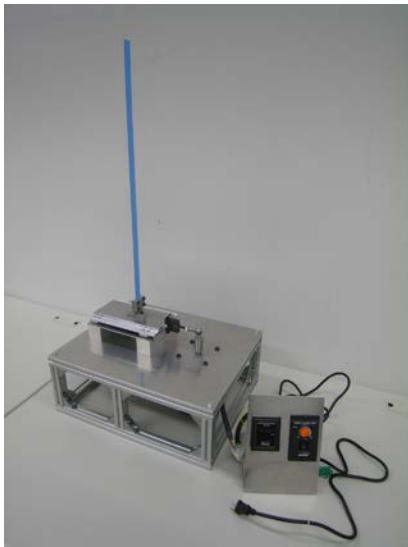


図3 完成品

5 装置の活用法

5.1 固有振動の理解のための実験

小さい振動を受けて物体が大きく揺れることがある。この現象を共振という。共振は物体の固有振動数近傍で発生しその振動の形も固有なものであり振動モードと呼ばれる。二重振り子やはりなどを使ってこの様子を理解することができる。

5.2 はりの振動理論

各種境界条件のはりの振動理論を理解できる。材質や断面形状や長さの固有振動数に与える影響を知ることができる。また無次元化や振動の次数についても学ぶことができる。

はりの固有振動数の計算式は次式となる。

$$f_n = \frac{p_n}{2\pi} = \frac{(\xi_n l)^2}{2\pi l^2} \sqrt{\frac{EI}{\rho A}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここに、 ρ :密度[kg/m³]

A :断面積[m²]

p_n :角振動数[rad/s] (= $2\pi f$)

E :ヤング率(縦弾性係数) [Pa]=[N/m²]

I :断面2次モーメント[m⁴]

5.3 液体スロッシング現象

液体スロッシングとは振動に伴う容器内の液面動揺現象のことをいい燃料タンク等の設計に重要なものである。底面の平らな幅 a 長さ b の長方形容器の場合は以下ようになる。

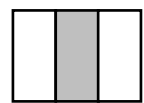
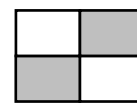
$$f_{mn} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{kg \tanh(kh)} \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここに、 $k = \pi \sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2}$ 、 m は a 方向の節数、 n は b 方向

の節数を表す。液面の振動モードを図4に示す。

表2 各種境界条件のはりの無次元振動数⁽³⁾

$\xi_n l$	1	2	3
固定-自由 $\xi_n l$	1.875	4.694	7.855
支持-支持 $\xi_n l$	π	2π	3π
固定-固定 $\xi_n l$	4.730	7.853	10.996
自由-自由 $\xi_n l$	0.224 0.776 4.730	0.132 0.500 0.868 7.853	0.094 0.356 0.644 0.906 10.996
固定-支持 $\xi_n l$	3.927	7.069	10.210
支持-自由 $\xi_n l$	0.736 3.927	0.446 0.853 7.069	0.308 0.616 0.898 10.210



(a) (0, 1)モード (b) (1, 1)モード (c) (0, 2)モード

図4 液面の振動モード:(m, n)モード. グレー部は谷を白部は山を表す.

6 改良点

振動台が完成したが、実際に使用して今後改良したほうがよいことを以下に提案する。

- (1) 装置の運転時、振動音が大きいのでこれを抑える機構の検討。
- (2) 全体の重量が重いので、少しでも軽量化をはかる。

7 まとめ

振動台は何とか完成させることができた。その過程で加工に失敗したり、設計ミスを見つかったりその修正に時間がかかり完成がぎりぎりになってしまった。このテーマを通して設計を行い、その設計に見合った部品の選定、期限内に完成させることの大切さと難しさを改めて学んだ。

参考文献

- (1) 「コトバンク」: <<https://kotobank.jp>> (2014. 12. 11 アクセス)
- (2) 「振動解析用語集」: <<http://www.geocities.jp/sjaryoword.html>> (2014. 12. 11 アクセス)
- (3) 斎藤秀雄、工学基礎振動学、養賢堂、P202、1982.

課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 5月20日

科名：生産技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		振動実験装置の設計製作—加振台の製作—	
担当指導員		担当学生	
○生産技術科 高橋史明			
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>加振台の製作を通し、振動理論、はりの横振動の理論を一通り理解すること、組み立ての精度を理解することを目標としています。また、人の力を借りず一人で安全かつ正確に作業が行えることが技能面の目標であり、一方、わからないことについては適切に人に相談できるように表現力や説明力についても訓練します。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>この課題を通じて、理論に基づく設計から製図、部品製造、組み立て、検査といった一連のものづくりにかかわる技術の習得を目的としています。多くの企業から要望されるものづくりの全体の流れを理解し基本知識や技能のしっかりした技術者の育成を見据えて本テーマを設定しました。さらに、当校における振動に関する学生実験の内容を補強する意味を付与し次年度の学生実験に使用するという実験機器として学生のモチベーションを上げています。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>製作する加振台は卓上で手軽に使える学生実験向けの装置をコンセプトに設計・製作を行いました。往復スライダークランク機構を用いてテーブルを左右に振動させる装置で、振動数は手で可変できます。テーブルに被測定体を載せてその振動特性を測ったり観察したりできます。組み立てに当たっては特にテーブルの位置決めが重要になってきます。</p>			
No	取組目標		
①	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実行と、適切な安全衛生活動を行います。		
②	グループディスカッションによりアイデアを出し合い、実現に向けた検討を行い構想をまとめます。		
③	振動の理論、はりの振動理論の習得し、振動数や強度計算ができるようにします。		
④	CAD図面の製作によるCAD技術に習熟していきます。		
⑤	加工手順を確認し部品製作に伴う機械加工技術に習熟していきます。		
⑥	手順や力の加減を理解し組み立て・調整技術を習得します。		
⑦	折々に説明を求めて表現力や説明力の向上を促進します。		
⑧	報告書の作成法やプレゼンテーション技法を習得します。		
⑨			
⑩			