

物理学実験 I の実験器具製作について

機械系 一柳 雅則

1. はじめに

機械工学科では従来理系基礎科目として開講していた「物理学実験」を廃止し、「テスターを用いたインダクタンスとキャパシタンス測定」を「物理学実験 I」として、2011年度から「機械工学実験」のテーマに組み込むことになった。本報告は「物理学実験 I」で使用するために製作した実験器具について述べる。

2. 物理学実験 I 「テスターを用いたインダクタンスとキャパシタンス測定」

本実験の前に予備実験として、テスターで素子の抵抗値などを測定し、器具・素子の動作確認を行う。

本実験では以下に示す三つの課題を行う。

- ①半波整流回路による実効電圧と最大電圧の測定
- ②RL 直列回路によるチョークコイルのインダクタンスの測定
- ③RC 直列回路によるコンデンサのキャパシタンスの測定

たとえば②のコイルのインダクタンスの測定では、図-1に示す RL 直列回路を図-2に示すように配線ボード上に形成する。次に、回路に供給する交流電源をスライドトランスで実行電圧 E_e を 0V から 5V 間隔で 30V まで変化させる。各電圧での抵抗器の実行電圧 E_{Re} 、コイルの実行電圧 E_{Le} を測定する。測定値 $E_e I_e$ からインピーダンス Z を、さらにインダクタンス L を計算で求める。①、③の実験においても②と同様に、課題の配線図から素子を接続して回路を形成して測定を行う。

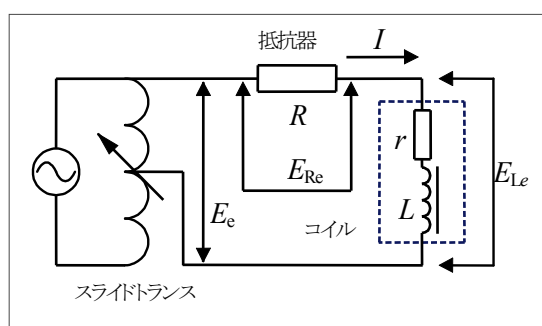


図-1 RL 直列回路

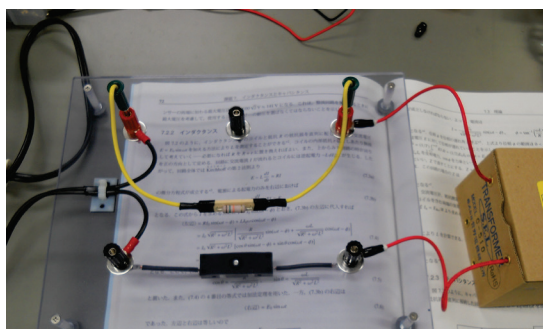


図-2 RL 直列回路の配線写真

3. 実験器具

「物理学実験 I」は「機械工学実験」のための導入実験であり、3回生全員の 95~6 人が 3 人一組のグループに分かれ同時に実験を行う。図-3に実験の様子を示す。そのため、実験装置は予備も含めて少なくとも 35 セット用意する必要がある。製作依頼を受けたのが 2010 年末のことで、製作個数が多いことや 2011 年 4 月の授業開始まであまり時間がないことから、装置仕様の検討と材料の調達を平行して作業を進めた。実験で使用する器具は

- ・配線ボード
- ・スライドトランス
- ・チョークコイル
- ・電解コンデンサ
- ・各接続線
- ・デジタルテスター
- ・抵抗器
- ・整流用ダイオード
- ・ポリエステルコンデンサ

などである。これらのうち、スライドトランスとテスターを除き、素材に何らかの加工を施して、実験器具を製作した。なかでも、配線ボードはターミナル取り付け穴、保護ヒューズホルダ取り付け穴、脚部取り付け穴等加工工程が複雑で、最も製作時間が費やされた。



図-3 実験風景

4. 器具製作における注意点

「物理学実験 I」で使用する実験器具は、今後数年間以上継続して授業に利用する予定である。実験器具の扱いに慣れていない学生が使用することを前提に、安全性と耐久性について十分に考慮した仕様で製作を行った。以下に、配慮した点について述べる。

1. 感電・短絡の予防

電源コード周辺の裸圧着端子にビニル絶縁キャップを被せ、脱落防止のため弾性接着剤で固定した。また、コンセントからスライドトランスへの配線には、回路への不用意な通電を避けるため中間スイッチを設けた (図-4)。

2. ターミナルの緩み止め

配線ボードの板厚が 5mm ありネジ部の形状 (小半型) の穴加工をするには時間が掛かりすぎるため、ボードに直に M8 のネジを切ってターミナルをねじ込み、ロックナットで二重に固定することで反復使用による緩みに備えた (図-5)。

3. 接続ミスの防止と耐久性

極性のある素子はリード線で色分けし、端子の形状の種類を変えて接続しやすくした。できる限り太線を使用し耐久性を上げた。素子を木片に挿入し安定させた上で (コンデンサ類は接着剤で木片に固定)、リード線にハンダ付けした後熱収縮チューブで保護した (図-6)。

4. 器具の運搬・保管

チョークコイルはその形状から、積み重ねて収納するのが困難な器具である。そこで、購入時に梱包されていた箱を糊付け補強し、ケースとして利用した (図-7)。パッキングを工夫することで収納スペースを節約し、実験室への搬入や保管の効率化を図った。スライドトランスも梱包箱を利用した。



図-4 電源周辺の器具



図-5 ターミナルの取付け

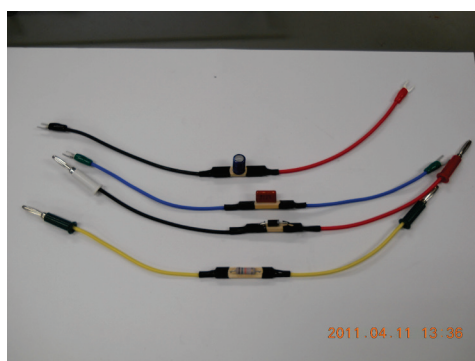


図-6 素子

5. 実験器具の講義に使用して

発生したトラブル例は以下の通りである。

- 電解コンデンサのパンク : 1 件
- 圧着端子の抜け : 1 件
- ヒューズ (5A) の溶断 : 1 件
- テスターの電池の放電 (2 週目) : 1 件
- 配線用遮断器が動作 : 2 件 (講義棟 43 番教室)

この結果は学生から申告されたものである。破損部品が他にも潜在している可能性はあるが、意外と破損が少なかったと思っている。

6. まとめ

- 材料の調達と装置製作の段取りが良くなくて思わぬ時間が掛かってしまったが、授業の開始には間に合わせる事ができ、とりあえず所期の目標は達成できた。
- 器具の破損については、当初の予想に反してほとんど生じなかった。
- 今後は、器具の補修と改良およびコンデンサの容量のバリエーションを増やすなど実験装置の充実を目指す。



図-7 コイルのパッケージ