

電気機器配線の災害を防止するための“電気工事入門”

岩本 慎二*、中本 順子**、加茂 浩**

工学部技術部 *学科系技術支援室、**基盤技術支援室

1. はじめに

電動機、電気炉、送風機などを業者から購入した時に電源ケーブルが接続されていないことが多々ある。そのため購入者が電源ケーブルを接続することにより感電・漏電事故などが起こる危険性がある(図1)。そこで、電気機器を安全に取り扱うための電気工事入門研修を行った。特に、化学・機械分野を専門とする技術職員を対象として、電動機などの動作原理を学ぶと共に、電気事業法に従って電気機器を安全に取り扱う座学と実習研修を行った。

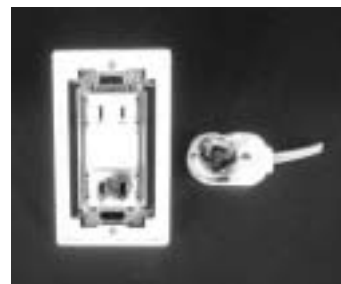


図1 事故があったコンセント

2. 研修日程

8月19日(木)～25日(水) 半日(5日間)

19日 午後 屋内配線実習、オシロスコープで観察

20日 午後 屋内配線実習、送風機を電源に接続

23日 午後 誘導電動機の仕組みなど電気実習

24日 午前 電気保安講義(保安に関する法令、配線設計)

25日 午前 電気保安講義(配線材料、配線に関する電気理論)

参加者: 河合 秀司、黒川 正明、高木 廣伸、加茂 浩、中本 順子、岩本 慎二

3. 配線実習

3.1 屋内配線実習

屋内配線図は電気機器などの負荷を電源からの配線を接続する設計図である。電気工事で用いるコンセント、配線などの図記号がJISで決められている(表1)。配線図は単線図で表されているが、実際の配線は複線で行われ、接地線は白色の電線、負荷は接地側、スイッチは非接地側に接続するなど複線図を理解しなければならない。配線実習で電源表示灯の単線図を複線図に書き換え電源表示灯を作成した(図2)。

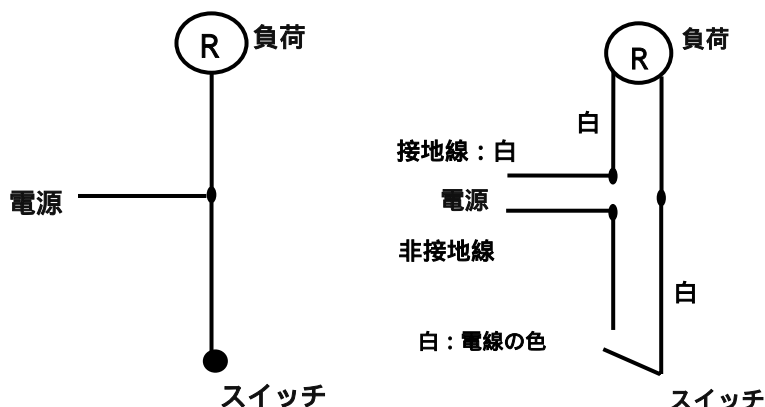


図2 a 電源表示灯単線図

図2 b 電源表示灯複線図



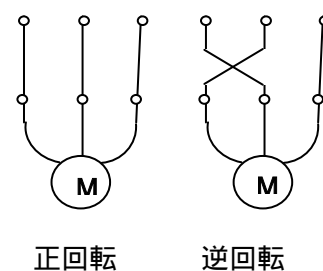
図2 c 電源表示灯完成確認

表 1 配線用図記号

	2口コンセント		スイッチ		蛍光灯		電力量計
	接地極付き コンセント	3	3路スイッチ		埋込み灯		配電盤
	接地端子付き コンセント	4	4路スイッチ		レセプタクル		分電盤
	防水コンセント		引掛け シーリング		換気扇		電動機

3.2 電気機器（三相誘導電動機）を電源に接続

電気機器を電源に接続する実習を行うため平成19年度・科学研究費補助金（奨励研究・課題番号：19921002）で作成したプッシュプル型換気装置の送風機を用いた。送風機には三相誘導電動機が付いているが風量制御するためにインバーターを介して電源に接続する。三相誘導電動機の回転方向は、三相電源の3線のうちいずれかの2線を入れ替えると逆回転するので注意が必要である（図3）。インバーターを調節することによって風速が変わることを確かめた。また、局所排気装置を使用した特定化学物質等障害予防規則における制御風速はガス状で0.5 m/sec となっているが、局所排気装置でいう制御風速に対してプッシュプル型換気装置では捕捉面における平均風速（0.2 m/sec）を用いることになっているので、その違いを実際に風速計、スモークテストで確かめた（図4）。



正回転 逆回転
図3 配線用図記号



図4 換気装置風速測定

4 電気実習

4.1 R - C 直列回路

正弦波交流の瞬時電圧 v は

$$v = \sqrt{2} V \sin(2\pi ft)$$

100 [V] の実効値：V では、最大値は 141 [V] となる。f は周波数である。

R - C 直列回路（図5）ではコンデンサ部分の位相は、電流が電圧より 90 度（ $\pi/2$ ）進んでいる。インピーダンスとは、交流電流を流れにくさを示すものである。交流電流の流れを妨げるのは抵抗とリアクタンスがあり、合わせたものがインピーダンスとなる。

静電容量 C [F] のリアクタンス X_c は

$$X_c = 1 / 2\pi f C$$

インピーダンス

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$$

電流

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X_c^2}}$$

力率

$$\cos \theta = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_c^2}}$$

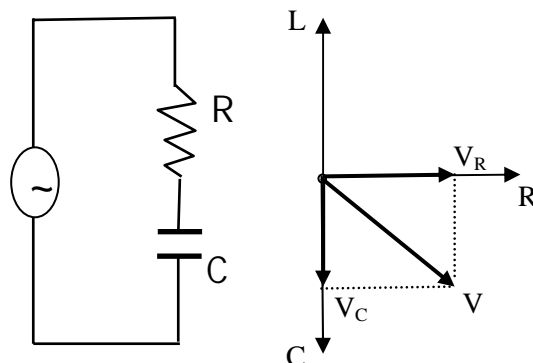


図5 R - C 直列回路

【実習】 R - C 直列回路の観察

$R = 1000$ [Ω], $C = 4.8$ [μF] 直列回路に 10 [V] の交流電圧 ($f = 60$ [Hz]) を接続した時 $X_c = 550$ [Ω]、 $Z = 1141$ [Ω]、 $I = 8.76 \times 10^{-3}$ [A] となり、その結果 $V_R = 8.76$ [V]、 $V_C = 4.82$ [V]、力率 = 0.87 [-] となった。オシロ観察でコンデンサ部分の位相は、電流が電圧より 90 度 ($\pi/2$) 進んでいることが確認できた (図 6)。

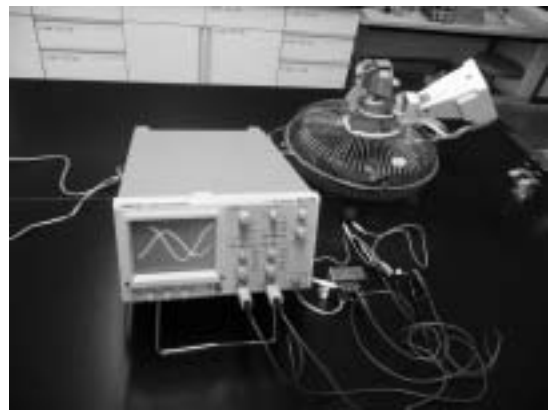


図 6 R - C 直列回路波形観察

4.2 単相誘導電動機のしくみ

磁石に引っ張られない導体のアルミ円板の表面に沿って永久磁石を回転させると、第 1 段階では磁束が円板を切ることになるので、フレミングの右手の法則に基づき、導体に電流が流れる。この電流が流れると、第 2 段階としてフレミングの左手の法則で電流と磁石の磁束の間に円板を引っ張る電磁力が発生し、円板は磁石に引っ張られて磁石の移動方向に回転することになる (アラゴの円板) (図 7)。

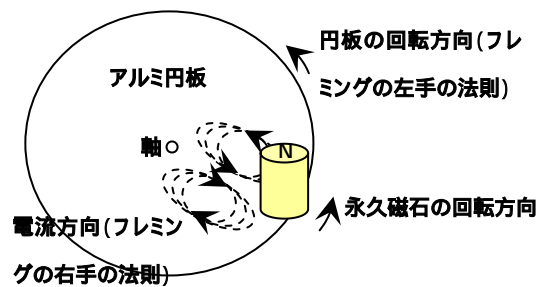


図 7 a アラゴの円板

誘導電動機では、主コイルと補コイルの 2 種類のコイルを数箇所等に等角度間隔で配置しておき、コンデンサを用いて、補コイルに流れる電流を主コイルに流れる電流よりも、位相を 90 度進めてある。結果的に、両コイルに交流を印加することによって、回転磁界ができ、アルミ板が回転する。コンデンサは回転方向を定めることを確かめた (図 8)。実際のモーターでは、アルミ板ではなく、金属塊がローターとして使用される。



図 7 b アラゴの円板の回転

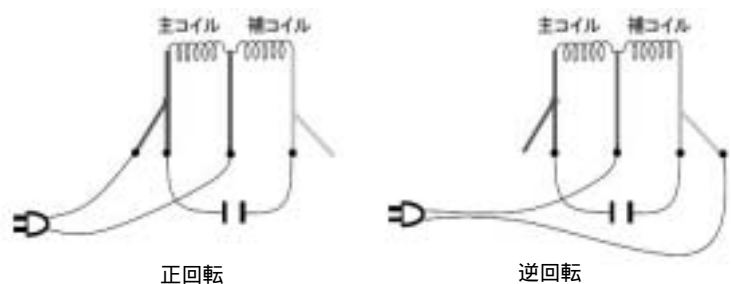


図 8 単相誘導電動機の回転制御

5 . 電気保安

電気事業法は、電気事業の運営を適性かつ合理的なものにすることにより、電気の利用者の利益を保護し、電気事業の健全な発展を図ると共に、電気工作物の工事、維持および運用を規制することによって公共の安全を確保することを目的としている。電気事業法は、電気工事士法、電気用品安全法、電気工事業法の根幹をなす。

電気用品安全法は、電気用品の製造、販売等を規制するとともに、電気用品の安全性の確保につき民間事業者の自主的な活動を促進することにより、電気用品による危険及び障害の発生を防止することを目的としている。電気用品には特定電気用品、特定電気用品以外のものがある (図 9)。

特定電気用品は長時間使用される電線、配線器具などで、特に危険または障害の発生が多い電気用品である。

例：各種電線、各種ケーブル、ヒューズ、灯の安定器、スイッチ類、
特定電気用品以外の電気用品は特定電気用品と比較して危険の発生が少ない電気用品である。

例：電線管類と付属品、電動機、光源電熱器具類

電圧の種類は使用している交流電圧によって、600V以下を低圧、600Vを超え7000V以下を高圧、7000Vを超えるものを特別高圧と分けられている(表2)。



特定電気用品



特定電気用品以外

図9 電気用品マーク

表2 電圧の種類

電圧の種類	交流	直流
低圧	600V以下	750V以下
高圧	600Vを超え7000V以下	750Vを超え7000V以下
特別高圧	7000Vを超えるもの	

電気工作物の種類には、一般用電気工作物と事業用電気工作物がある。事業用電気工作物には、電気事業用電気工作物と自家用電気工作物がある(表3)。

表3 電気工作物の種類

電気工作物	一般用電気工作物(主に一般住宅や商店などの電気設備であって、低圧受電のもの及び小出力発電設備)	
	事業用電気工作物	電気事業の用に供する電気工作物(電力会社が使用する電気工作物)
		自家用電気工作物(ビル、工場など高圧、特別高圧で受電する電気設備など)

電気工事の欠陥による災害の発生を防止するために、電気工事士法によって一定範囲の電気工作物について電気工事の作業に従事する者の資格が定められている。

電気工事士の資格には、免状の種類により第一種電気工事士と第二種電気工事士があり第一種電気工事士では一般用電気工作物及び自家用電気工作物(最大電力500キロワット未満の需要設備に限る)、第二種電気工事士では一般用電気工作物の作業に従事することができる。

ただし、自家用電気工作物で最大電力500キロワット未満の需要設備における600ボルト以下で使用する設備の電気工事(簡易電気工事)は、第一種電気工事士の資格がなくても、認定電気工事従事者認定証の交付を受ければ従事することができる(表4)。

表4 電気工事士の工事範囲

最大電力500キロワット未満 (工場、ビル等の電気設備)	自家用電気工作物	一般用電気工作物
	600ボルト以下で使用する設備	(住宅、小規模な店舗等の電気設備)
	認定電気工事従事者	第二種電気工事士
第一種電気工事士		

電気工事士でなくてもできる軽微な工事の例

電圧600V以下で使用する差込接続器、ねじ込み接続器、ソケット、ローゼットなど接続器やナイフスイッチ（図10）カッタウトスイッチなどの開閉器にコード・キャプタイヤケーブルを接続する工事。

電圧600V以下で使用する電気機器や蓄電池の端子に電線をねじ止めをする工事。

電圧600V以下で使用する電力量計・電力制限器・ヒューズを取り付け、又は取り外す工事。

電鈴・インターホン・火災感知器・豆電球などこれらに類する施設に使用する小型変圧器(二次電圧が36V以下のものに限る)の二次側の配線工事。



図10 ナイフスイッチ型分電盤

電気工事士でなければできない作業の例

電線相互を接続する工事。

電線を直接造営材などの物件に取り付ける作業。

電線管、線び、ダクトなどこれらに類するものに電線を収める作業。

配線器具を造営材などの物件に固定し、又はこれに電線を接続する作業、又は接地極を地面に埋設する作業。

このように、安全のため電気工事内容によって資格がある者でなければ電気工事ができないので注意が必要である。

屋内配線に使用される電線は絶縁電線で、一般に軟銅線が用いられている。小型電気器具にはコードを用い、移動して使用できるように柔軟に仕上げられている。電線の太さを決定するには、許容電流、機械的強度、線路電圧降下を考えなければならない(表5)。

表5 電線の種類

絶縁電線・ケーブル(単線)		コード(より線)	
単線[mm]	許容電流[A]	より線[mm ²]	許容電流[A]
1.6	27	0.75	7
2	35	1.25	12
2.6	48	2	17
絶縁電線・ケーブル(より線)			
より線[mm ²]	許容電流[A]		
2	27		
3.5	37		
5.5	49		
8	61		

分岐回路とは幹線から分電盤などで分岐され、配線用遮断器から負荷までの回路をいう。分岐回路に用いられる過電流遮断器、電線の最小太さおよび接続できるコンセントの容量などが定められている(表6)。

表6 分岐回路の種類

配線用遮断器の種類	電線の太さ	使用できるコンセント
15A	1.6mm以上	15A以下
20A	1.6mm以上	20A以下
30A	2.6mm(5.5mm ²)以上	20A以上30A以下
40A	8mm ² 以上	30A以上40A以下
50A	14mm ² 以上	40A以上50A以下

接地工事は感電や漏電を防止し、電気機器を正常に動作させるために施す工事である。低圧電路の接地工事にはC種、D種接地工事がある(表7)。

表7 接地工事の種類

接地工事の種類	接地抵抗値	接地線の太さ
C種接地工事	低圧電路300V超 10 (地絡を生じた場合に0.5秒以内に自動的に電路を遮断する装置を施設するときは, 500)	1.6mm以上
D種接地工事	低圧電路300V以下 100 (地絡を生じた場合に0.5秒以内に自動的に電路を遮断する装置を施設するときは, 500)	

次の事項に該当する場合、接地工事を省略することができる。

交流対地電圧が150V以下の電気機器を乾燥した場所に施設する場合

低圧用の電気機器を乾燥した木製の床や絶縁性の物の上で取り扱うように施設する場合

電気用品安全法の適用を受ける2重絶縁の構造の機械器具を施設する場合

水気のある場所以外の場所に施設する低圧用の電気機器の電路に電気用品安全法の適用を受ける漏電遮断器(動作時間0.1秒以下の電流動作形)を施設する場合

電気事業法、電気工事士法、電気用品安全法、電気工事業法など法令で決まった取扱い方法に従って、電気工事を安全に取り扱わなければならない。

6. おわりに

研修終了後にとったアンケート(回収率80%)では、実習、座学とも全員から良かったとの評価を得た。また、今後業務に役立てたいという意見も出たことで、今回行った電気機器配線の災害を防止するための"電気工事入門"の研修目的を達成できた。

謝辞

研修にあたり、静岡大学・物質工学科学生実験室・基本技術実習の電気分野物品などを貸していただき、感謝します。また、物質工学科 木村元彦教授に研修を行う上で助言をいただき、感謝します。

参考図書

- [1] 木村元彦：静岡大学・物質工学科・基本技術実習・電気分野指導書(2010)
- [2] 中場十三郎他：図解第二種電気工事士完全ガイド(日本文芸社)(2010)
- [3] 井川治男他：これだけはマスター 第一種電気工事士(弘文社)(2010)