

電気工事競技大会における技能・技術の伝承

—若年者ものづくり競技大会への参加を通して—

中国職業能力開発大学校 長嶋 茂

Transfer of Skills and Technologies in Skills Competitions for Commercial Wiring

- Through Participation in Youth MONOZUKURI Skills Competition -

NAGASHIMA Shigeru

要約 中国職業能力開発大学校では、若年者ものづくり競技大会「電気工事」職種へ毎年参加している。電気工事競技大会では、作品を作業時間内に、正確かつ美しく完成させる必要がある。また、時間内に作品を完成させるには、作業を効率よく行うことが重要である。競技大会の技能・技術の指導を通して「参加のプロセス」、「作業工程」、「作業手法」、「治具製作」に関する知見および作成した「作業マニュアル」など、競技大会への参加に必要と思われる内容をまとめたので報告する。

I はじめに

当校の電気エネルギー制御科の取り組みとして、“若年者ものづくり競技大会「電気工事」職種”（以下「大会」という。）へ学生を参加させるようにしている。この大会へ参加するにあたり、学生の上位入賞を目指して、技能・技術の指導を行っている。

教育・訓練の観点から、学生は大会を通して、技能向上だけではなく、安全に対する意識や後輩の学生へ指導することによる、コミュニケーション能力の向上も期待される。また、目標に向かって努力することや、うまくできないときの「原因究明」、「改善・工夫」といった考える力も培うことができる。当校としても、後輩学生への指導による「技能伝承」、「人材育成」、「作業ノウハウの蓄積」などが期待できる。

仕事において「段取り八分、仕事二分」という言葉があるように、大会において時間内に作品を完成させるには、作業スピードはもちろん、十分な準備と効率的に作業を進めていく能力が必要である。今回、大会を通して、いかに効率的に作業できるか、「準備」、「段取り」、「作業方法」などを研究した。さらに、次年度以降に大会へ参加する学生に「技能・技術」を伝承するため、大会へ参加した学生と効率的に作業するためのマニュアルを作成した。

II 「電気工事」職種とは

1 電気工事について

現代社会において、家電製品を使うにしても、工場の自動化にしても、電気がなくてはならない存在となっており、われわれの豊かで便利な生活を支えている。電気工事士は、一般住宅やビル、工場といった建物の電気設備を施工する。仕事の内容は、スイッチやコンセントの取り付け、照明器具への結線、ケーブルや配管を用いての配線などである。電気を安全に使用できるようにするための大切な仕事である。

電気工事の作業において重要なことは、安全基準に基づき正しく施工をすること、効率的でスピードの速い作業により、施工時間を短縮すること、美しい仕上がりやメンテナンスを考えた施工をすることなどが挙げられる。

2 競技概要

「電気工事」職種は、競技時間3時間(標準時間2時間30分)以内に、公表競技課題をもとに、20%を範囲として当日変更した課題を競技スペース(幅2500mm×奥行き4000mm)内に設置してある競技用パネル(幅1720mm×高さ1820mm)上に完成させる。

選手は、電気の専門的な知識と技能を駆使して、一般

住宅や工場・ビル設備と同等の電気配線をケーブルや電線管、スイッチやランプ等の与えられた電気部材を用いて、正確かつ安全に施工するとともに、美しく配線できることを競う。また、当日の一部変更した課題にも冷静かつ臨機応変に対応できる能力も求められる。

3 必要な技能・技術

参考までに、図1に第13回大会の施工課題図、図2に第13回大会の分電盤機器配置図を示す。この課題を完成させるには、「ケーブル工事」、「金属管工事」、「PF管工事」の三つの技能が必要となる。また、「電灯回路」や「動力回路」についても理解しておく必要がある。

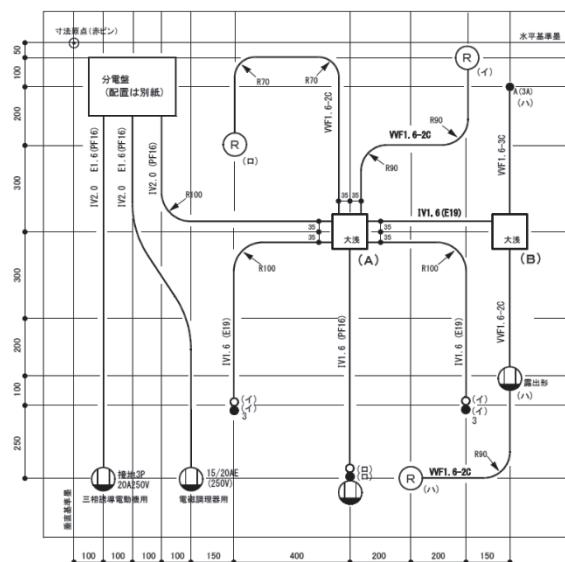


図1 第13回大会の施工課題図

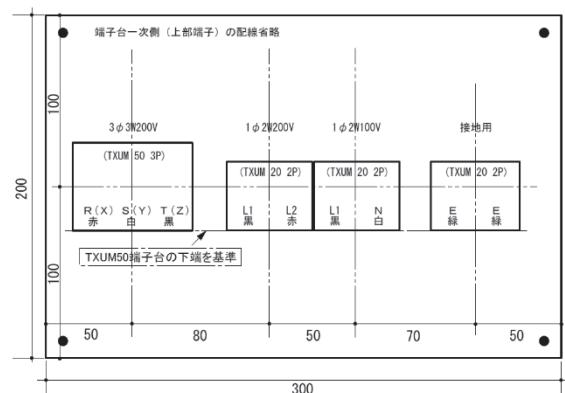


図2 第13回大会の分電盤機器配置図

III 大会に向けた取り組み

1 電気設備関連科目

当校の電気エネルギー制御科では、電気工事に関する科目として存在するのは、選択科目「電気設備施工実習」

の4単位のみである。

この科目では、複線図の書き方から単位作業やケーブル工事、金属管工事といった実習を実施している。また、専門課程の2年間で第一種電気工事士および第二種電気工事士試験の合格も目指している。

表1に平成29年度の電気工事士試験合格状況を示す。第二種電気工事士においては、2年生は22名中21名が合格、1年生は20名中19名が合格している。しかし、この科目のみで競技課題に対応するのは難しい。

表1 平成29年度電気工事士合格状況

	第一種電気工事士	第二種電気工事士
2年生	16名(22名)	21名(22名)
1年生	8名(20名)	19名(20名)

() 在籍学生数

2 練習体制

大会に参加する2年生と次年度参加を希望する1年生で、週2~3回のペースで4月から練習を実施している。課題が公表されてから大会が開催される8月までは、ほぼ毎日練習をしている。大会終了後、1年生は9月から12月まで、第一種、第二種電気工事士試験の合格を目指して勉強する。試験終了後、1月から週1回のペースで練習を再開する。練習の流れとしては、指導員が1年生に基本的な作業を指導したのち、細かな作業のノウハウは、2年生が指導するようにしている。2年生は課題が公表されるまで、墨出し、ケーブル配線、金属管の曲げを中心とした部分練習や過去の大会課題を練習するようしている。課題公表後は、本番を想定し、公表課題を繰り返し練習する。

IV 効率化に向けた取り組み

1 作業工程

表2に作業工程表を示す。当校では、公表課題をもとに、作業効率を考え、作業工程表を作成している。作業工程表は作業順に記載する。作業工程を決めておくことにより、次に何をすればよいか明確になり、無駄に考える必要もなくなり、効率的に作業ができるようになった。作業工程表には、作業別の目標時間も設定している。目標時間を設定しておくことにより、各工程終了後の時間を確認することで、作業の進み具合を把握できる。また、遅れていれば少し急ぐといった対応が可能となる。

作業工程表の作成は、技能五輪選手や先輩の動作を参考にして、学生自身に自分のやり易い手順で作成してもらった。最後に、指導員が作業をみながら、改善などの

提案をして、最終的な工程を決定した。

目標時間の設定は、練習時から各作業において、時間を計測しており、そのときの作業時間を参考に設定した。作業開始から終了までの標準時間は 150 分であるが、最終的には、完成目標時間を 20 分前の 130 分で完成できる時間配分とした。また、各作業において、時間を計測することにより、自分の苦手な作業を把握できるようになった。この時間配分からケーブル工事と接続作業に、多くの時間を要することがわかる。ケーブル工事では、ねじれや浮きが出やすく、失敗すると見た目も悪くなる。さらに、繊細な手先を使った作業のため、一度ねじれや浮きが出来てしまうと、修復するのに苦労する。また、電線の接続作業では、誤配線をしないようひとつひとつ確認しながら、作業する必要がある。二つの作業とも、終盤での作業のため、予定よりも遅れていると、焦りが出て、ミスの発生や作業が難になってしまふ。

表 2 作業工程表

作業内容		目標時間
1	下作業 (BOXの穴あけ等)	10 分
2	墨出し	7 分
3	器具の取り付け	5 分
4	PF 管工事	12 分
5	金属管工事	15 分
6	電線挿入	5 分
7	ケーブル工事	35 分
8	接続作業	30 分
9	導通試験	1 分
10	仕上げ	5 分
11	手直し、清掃	5 分
	合計 (完成目標時間)	130 分

2 完成イメージ図

図3に作品の完成イメージ図を示す。図4は完成イメージ図をもとに練習で製作した作品である。

当校では、課題公表後、課題図をもとに「ステップルやサドルの位置」、「完成後の見栄え」を考えながら完成イメージ図を CAD で作成している。器具のデータは、各メーカーのホームページよりダウンロードすることが可能である。また、CAD ソフトで部品登録しておけば、それ以降容易に使用できる。イメージ図が完成後、図をもとに作品を製作する。その後、完成した作品を見て、全体のバランスやサドルの取り付け位置、管の曲げ開始位置などを調整する。さらに、この寸法データをもとに治具を製作する。

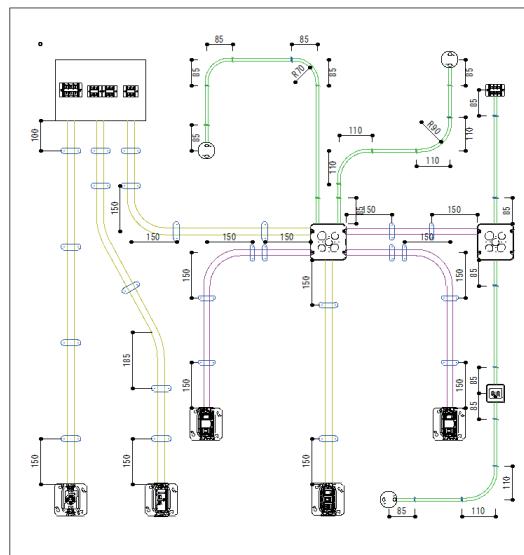


図 3 作品の完成イメージ



図 4 練習で製作した作品

3 治具の製作

大会では、ルールの範囲内で作業中に治具の使用が認められている。図5に曲げ半径確認用治具、図6に半径を確認する様子を示す。課題では、工事別に曲げ半径が決められている。この治具は、曲げ部分に治具を当てるだけで、正確に確認できる。

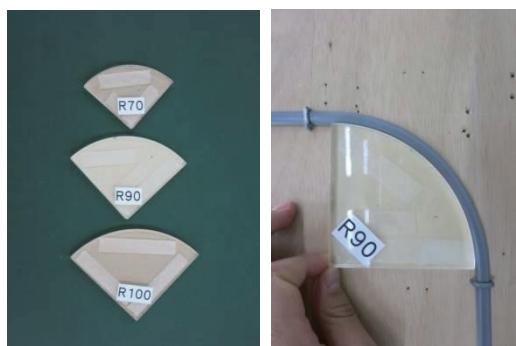


図 5 半径確認用治具 図 6 半径確認の様子

図 7 に器具取り付け位置確認治具、図 8 に印をつける様子を示す。器具の取り付け位置を作業板上で合わせようすると、微妙なズレが生じることがある。この治具は、それぞれに決めた基準点に治具をあてることにより、器具の取り付け位置がわかり、正確な位置に器具を取り付けることができる。また、ピンで下穴を開けたければ、ステップルやビスが入れやすくなる。この 1 枚でステップル、サドル、ビスのすべての位置に印をつけることができるようにしてある。



図 7 取り付け位置確認治具



図 8 印をつける様子

図 9 に金属管曲げ用補助パイプを示す。この治具は、短い金属管を曲げるとき、補助的に使用する。図 10 に S 曲げ部分、図 11 に補助パイプの構造を示す。金属管とボックスコネクタの接続部分には、S 曲げという立ち上げが必要となる。また、ボックスコネクタに接続する部分は直線にしてコネクタに差し込む。補助パイプには、管の端から 70 mm の位置にビスを一本通してあり、ビスにぶつかるように金属管を入れると必要以上に奥まで管が挿入されないようにしてある。これにより、自然と必要な直線部分ができる。さらに、パイプの先端を二重構造にすることにより、パイプ端と金属管の間に働く力を分散させることができ、へこみやキズの心配もなくなり、なめらかな立ち上げを可能とした。



図 9 補助パイプ



図 10 S 曲げ部分

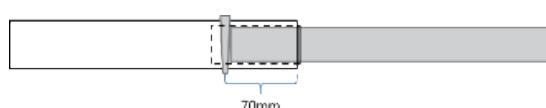


図 11 補助パイプの構造

図 12 に露出器具の台座欠き用台、図 13 に切り欠く様子を示す。露出器具はケーブルを下部から挿入する必要がある。そのため、器具の台座にケーブルを通す口を鋸の刃を用いて切り欠く。その作業の際、安定して作業ができるよう、あらかじめ、器具の大きさの穴を開いた台の上に固定して作業する。図 14 にヤスリがけの様子を示す。切り欠き部ではバリが残るが、形状に合わせたヤスリを使用することで、滑らかな表面の仕上がりとなる。



図 12 台座欠き用台



図 13 切り欠く様子



図 14 ヤスリがけの様子

図 15 に自作した作業台を示す。作業台の作業面は、寸法や金属管の曲げ角度などの確認ができるようにしてある。また、作業ごとに使用する材料をケースに入れておき、ケースを取り出せば、すぐにその作業ができるようにしている。さらに、ほぼすべての工具も作業台に収納できるようにしてある。



図 15 自作作業台

4 作業前準備

図 16 にアウトレットボックスの配置、図 17 に埋め込み器具の配置を示す。アウトレットボックスに対しては、穴あけ作業とゴムブッシングやボックスコネクタを取り

り付ける作業がある。その作業では、それぞれの材料を作業順に並べている。また、埋め込み器具に対しては、連用取り付け枠へ取り付ける作業がある。その作業において、器具と取り付け枠を並べておくことにより、取り付け枠を器具の上に乗せ、すぐに締め付け作業ができる状態にしている。他にも分電盤製作部分などでも同様の作業効率を考えた配置としている。

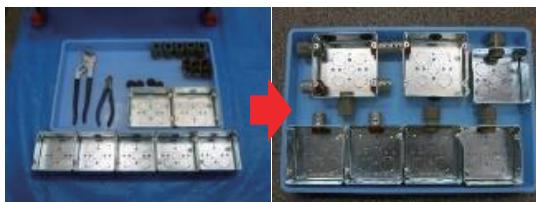


図 16 アウトレットボックスの配置

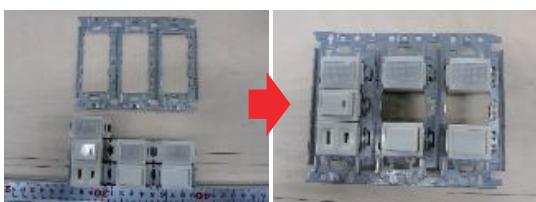


図 17 埋め込み器具の配置

図 18 に作業開始前の状態を示す。効率的な作業を安全におこなうには「整理・整頓」が重要である。作業台の器具の位置や作業スペース内の材料等の配置も効率的に作業ができるよう研究を重ねている。また、作業中は、使用済みの工具や材料を後方のスペースへ移動させながら作業することにより、最後の片付けに、時間をかけずに済むよう工夫している。



図 18 作業開始前の状態

V 各種作業

1 下作業

競技が開始とともに、下げ振りを垂らしておく。その間に、アウトレットボックスなどへのコネクタ接続、埋

め込み器具と連用取り付け枠の取り付け、分電盤製作などの作業をする。作業が終了したころには、下げ振りの振れも止まり、墨出し作業が可能となっている。

2 墨出し

図 19 に直角の墨出しの方法について示す。競技用パネルでは、縁の水平・垂直がとれていない可能性あるため、墨出しにおいて水平・垂直のとれた基準線を描く必要がある。直角の出し方は、最初に下げ振りを使用し垂直線を描く。垂直線上に基準点 A を決め、その点から 1500 mm 下の位置に B 点をとる。その後、A 点から C 点に向けて 1500 mm の位置に、A 点から D 点に向けて $2121 \text{ mm} (= 1500 \text{ mm} \times \sqrt{2})$ の位置にそれぞれ弧を描く。同様に B 点からも C 点、D 点に向けて同様に弧を描く。最後に、それぞれの交点を結んで直角をだす。その後、器具の取り付け位置等の墨出しをする。

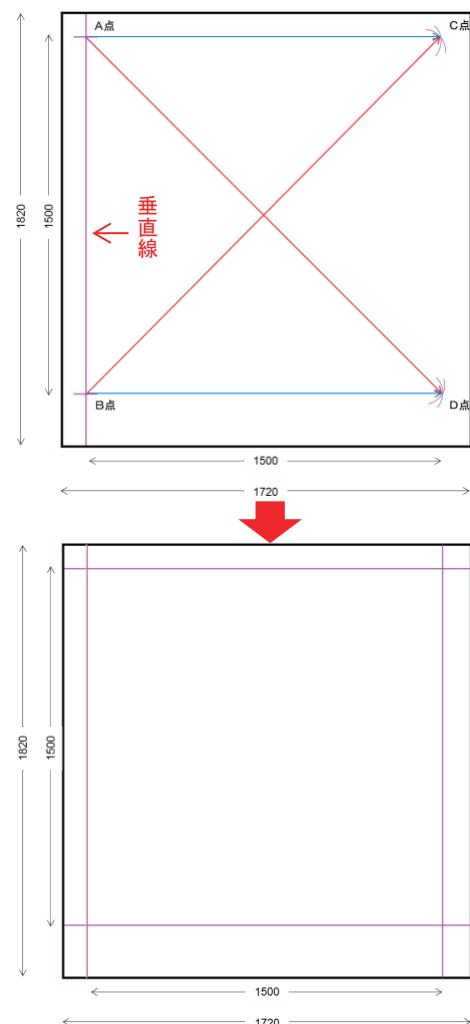


図 19 直角の墨出し

3 器具、サドルの取り付け

器具やサドルの取り付けは、治具を用いてピンで取り

付け位置に印をつけていく。ボックスにおいては、さらに水平器を用いて水平になるよう取り付けていく。

4 PF 管工事

PF 管工事において、直線部分は最初にくせをのばして、できる限り直線状にして取り付ける。立ち上げが必要なところは、立ち上げの形を作り、ボックスへ取り付けていくことで綺麗な立ち上がりができる。また、電線を挿入するときに浮きがでてしまうことがあるので、管を押さえながら挿入する。

5 金属管工事

金属管工事においては、パイプカッターで管を切断後、鋼板用の面取り器で管端のバリを取り取る。90 度曲げが必要な部分は、先に 90 度曲げの加工を行い、補助パイプを用いて S 曲げの作業をする。作業台の作業面には、90 度曲げの角度と S 曲げの立ち上げ高さの確認ができるように、目盛り線などを記載してある。

6 ケーブル工事

図 20 にケーブル配線の様子を示す。まず、VVVF ケーブルのくせをとり、手前に向けて少しそりを作る。そのそりを戻すように壁に取り付けていくことで、ケーブルの浮きが無くなる。また、曲げの部分は、コンパスでケーブルの内径を描き、その線に沿わすように取り付けていく。最後にステップルで固定した後、ペンライトを用いて浮きがないことをチェックする。浮きがあるようだと、ステップルを少し引き抜き、浮きを移動させながら、浮きの部分がステップルの下にくるように調整していく。



図 20 ケーブル配線

VI マニュアル化

今回、大会を通して取り組んだ内容を後輩へ引き継ぐためにマニュアルを作成した。内容として「①大会の競技について」、「②各作業の手順」、「③作業工程」、「④治具の製作」の 4 項目を中心にまとめた。

①については、課題の概要や評価基準などについてまとめた。また、各種競技大会の採点項目を参考に、独自

の採点基準も作成した。練習の際は、課題作成後に、この採点基準をもとに採点した。毎回、ミスをするところは、なぜ、ミスをするのか分析し、ミスをしても対処できるよう練習をした。②については、V 章で説明している内容をさらに詳しくまとめた。墨出しの方法、ケーブル工事、金属管工事、PF 管工事を中心にできるだけ写真を多く使い、初心者でも作業できるような手順書を心がけた。③では、各工程における準備などをまとめた。④については、治具の紹介や使用方法について説明した。

VII おわりに

大会へ参加した結果、作業は当初計画した目標時間と同じペースで作業をことができ、標準時間の 20 分前に完成することができた。この結果から、作業を効率化するには、「十分な準備」や「段取り」が重要であることがわかった。大会への参加は、結果も重要であるが、大会へ参加することにより、学生の「技能・技術の習得」、「整理・整頓」、「効率的な作業の段取り」、「コミュニケーション能力向上」、「安全への意識」などを養うことができ、大会へ参加した学生の人材育成につなげることができた。この経験は、就職してからも生かされると考えられる。また、当校としてもマニュアルを作成したことによる、後輩への技能伝承の成果がでることを期待したい。

最後に、大会へ参加しマニュアル作成に取り組んだ、電気エネルギー制御科 2 年生の羽場匠君ならびに大会へ参加するに当たり、ご協力をいただいた当校の電気系職員に感謝申し上げます。

[参考文献]

- (1) 中央職業能力開発協会、若年者ものづくり競技大会、
<http://www.javada.or.jp/jyakunen20/> (2019/5/10)。
- (2) 第 13 回若年者ものづくり競技大会パンフレット、
06 「電気工事」、2018 年、p.14。
- (3) 第 13 回若年者ものづくり競技大会「電気工事」職種概要、競技課題。
- (4) 中央職業能力開発協会 : 「技能競技大会を活用した人材育成の取組マニュアル電気工事士編」。
- (5) 清水洋隆、技能五輪全国大会「電工」職種の競技紹介、「技能と技術」、2017 年 4 月、pp.33-36。
- (6) 長嶋茂、若年者ものづくり競技大会（電気工事職種）への取り組み、中国職業能力開発大学校紀要第 17 号、2018 年 3 月、pp.16-19。