

高校生ものづくりコンテスト電気工事部門 自立板 研究・製作 —「主体的・対話的で深い学び」の実現—

長野県松本工業高等学校 機械科 教諭 小林 駿友

1. はじめに

本校は、機械科、電気科、電子工業科の3科があり、今年度で学校創立85年目を迎える。校訓『錬磨創造』を掲げ、「自己研鑽を重ねながら人格の陶冶に努め、洞察力・創造力を発揮しながら実践力に富んだ人格形成を目指す」ことを旨として、生徒の育成に力を注いでいる。その精神のもと『ものづくり』をとおして、専門性を追求するとともに、クラブ活動、生徒会活動、ボランティア活動、資格取得など、様々な活動を行う中で協働性を高め、目標に向かって前向きに挑戦し続ける、「真の生きる力」を身につけて、本校3年間の学びから、社会の変化に対応できる、人生の基盤づくりをしたいと考えている。活動の1つとして高校生ものづくりコンテストへの取組を行っており、第22回高校生ものづくりコンテスト全国大会電気工事部門が長野県開催であったことから、競技で使用される自立板の製作を地域企業協力のもと行った。

2. 第22回高校生ものづくりコンテスト全国大会

2022年11月に第22回高校生ものづくりコンテスト全国大会電気工事部門が、長野県上田市にある長野県工科短期大学校で行われた。各地区より代表10名の選手が出場し、日々の活動成果を発揮した。本校からは電気科2名の生徒が出場し、百瀬さんが準優勝した。

今回全国大会開催に際して、電気工事部門では「競技規則」に従い、「施工図」および「施工条件」に示す配線工事を行うための、縦1820mm×横1820mm（床上約150mm）の垂直パ

ネルを会場中央に置き、周りより競技を観戦できるように計画された。図1に第22回高校生ものづくりコンテスト全国大会の様子を示す。そのため、パネルを垂直に自立させるための脚が必要となり、本校機械科への依頼となった。



図1 第22回高校生ものづくりコンテスト

3. 課題研究での取組

パネルを自立させる脚（以降、自立板）の製作を依頼され、機械科精密工学コース3年生の課題研究で研究製作することとなった。課題研究では、工業の見方・考え方を働かせ、実践的・体験的な学習活動を行うことなどを通して、社会を支え産業の発展を担う職業人として必要な資質・能力を育成することを目指すものであり、これまでに工業科に属する科目の学習により身につけてきた専門的な知識、技術などを活用し、さらに新しい知識と技術を学びながら作品や製品を完成できることが求められている。また、必要な情報を見つける力や、自分の考えを表現する力、対話や協働を通して知識やアイデアを共有し、新たなものを作り出していく力が不可欠になると考える。その中で自立板研究製作をどのように行っていくかを考

え、研究目的として、第22回高校生ものづくりコンテストで安心、安全に使用でき、会場準備や片付けが容易にできるように移動性、収納性に特化した自立板を地域企業、他科との協働で製作するとした。地域企業として、松本市内にある株式会社小松製作所様に技術指導いただいた。また、指導の目的として、論理的な思考力とロジカルコミュニケーションスキルの向上、協働性と柔軟な発想力・対応力の向上を目指して指導を行うこととした。

(1) 研究内容

① 設計

垂直パネルが1820×1820×60mmの木材パネルで、約80kgある。選手が安心・安全に使用でき、大会運営がスムーズにいくよう、移動や組立が容易で、分解して収納できるように設計のコンセプトとして「安全性」「移動性」「収納性」の3つの柱を立て、どのようにしたら求めているものが形になるかを考え、設計を行った。設計は、主にSolid Worksを活用し、簡易的な解析も行い、約80kgの自重に耐え、作業中の振動や負荷に耐えられるように形状、材料を決定した。図2にSolid Worksによる設計図を示す。

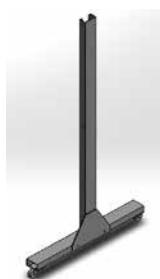


図2 脚の解析

設計した図面を何度も株式会社小松製作所の開発担当中村様、製造部部长藤井様にプレゼンをしながら、意見交換を行った。具体的に生徒は安全性の部分の設計に確信を持つことが出来なかったが、企業の方からのアイデアをいただきながら設計を行った。その中で、「加工性」の

ご指摘をいただき、溶接によるひずみが生じる可能性があるとのことだった。溶接では局部的な加熱冷却と溶接時の母材の拘束によって、接合部の応力が複雑に変化し、膨張・収縮や曲げなどの変形が生じ、また冷却された後も応力が残留する。また、溶接ひずみには、溶接材料の種類や形状寸法、溶接時の入熱条件、溶接順序や母材の拘束方法などが複雑に影響する。したがって、溶接変形を少なくするためには、溶接するときの入熱量をできるだけ少なくする、熱量を集中させない、溶接順序拘束方法を適切に選ぶことが必要であるとされており、研究として溶接継手よりの材料変化、曲げ加工を行った材料の溶接についての実験を行った。図3に実験結果を示す。実験より、溶接継手による影響が大きいこと、材料自体の強度を上げた曲げ加工をしておくことが溶接ひずみの対策につながると考え、溶接を行う部分については、重ね継手で材料に曲げ加工を行い、強度を増し、溶接することとした。設計変更した図面を図4に示す。

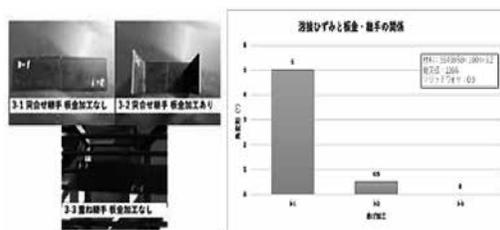


図3 実験結果

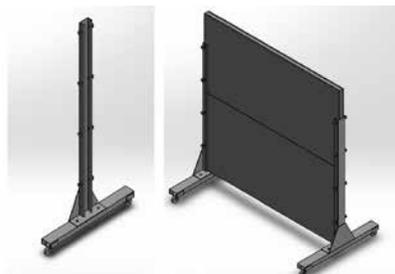


図4 設計図

② 試作品の製作と検証

設計変更したもので、試作品を製作することとした。製作は、株式会社小松製作所の作業場

をお借りして、部品加工・溶接加工・塗装加工を製造部部長の藤井様にご指導いただきながら、1日かけて製作した。溶接加工では、炭酸ガス溶接を用いて基本姿勢やアーク長さ、良い溶接の判断基準など細かく指導いただいた。図5に試作品製作の様子を示し、図6に試作品の完成写真を示す。



図5 試作品製作の様子



図6 試作品完成

試作品を、令和3年度高校生ものづくりコンテスト北信越大会に出場した電気科生徒に評価してもらった。その結果、課題が2点あり、軽量化を図り、パネル全体を支持するのではなく、約4分の3部分を固定して自立させたため、上部での作業でたわみが生じてしまうこともわかった、また、移動性を持たせたため足元に自在付キャスターを採用しており、その旋回部分が振動してしまい、作業が安定して行えな

いことがわかった。そのことから、パネル全体の支持と固定脚の増設をすることとした。固定脚は、キャスター部を持ち上げ、作業中は固定脚で自立板を支え、移動の際はキャスターで支えるようにしたいため、容易に変形できるように設計した。設計した固定脚を図7に示す。ボルト、ナットで容易に固定でき、回転させ固定位置を変化できるように設計し、製作した。



図7 固定脚

製作した固定脚を試作品に増設して、もう一度評価してもらった。その結果、安定した作業が行えることがわかった。

③ 製作

改めて設計図をつくり直し、15セットの自立板の製作を行った。簡易的な加工は、学校で行い、加工した材料を株式会社小松製作所に持っていき、溶接、塗装作業を指導いただきながら行った。全セットを約2か月かけ完成させた。生徒には、優先順位をつけさせ自ら工程を考えさせ、作業を行った。全員で5名の生徒が役割をつくり、ライン作業のように加工を行い、安全・精度・効率を考え、作業していた。作業の様子を図8に示す。

(2) 研究成果

令和4年7月3日(土)に高校生ものづくりコンテスト長野県大会が開催され、自立板が電気工事部門で初めて使用された。前日に大会会場の準備があり、全部で11セットの自立板を約45分かけて組み立てた。大会当日は、何事もなく競技を終えることができた。片付けは、



図8 作業の様子

約30分で分解し収納できた。時間的な評価は基準がないので難しいが、移動性、収納性は運営の係の方から高い評価をいただいた。また、安全性では、安定して作業が行われていたと感じた。その後、9月に北信越大会を行い、11月に全国大会を無事終えることができた。全国大会の様子を図9に示す。

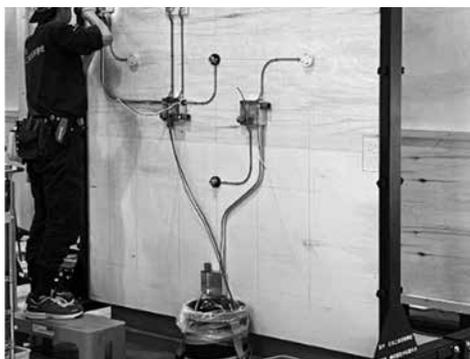


図9 全国大会の様子

本研究では、与えられた目標があり、限られた時間の中で生徒たちは主体的に取り組むことができていた。また、企業の方、電気科の生徒また研究チームのメンバーで同じ目標を持ち、よりよいものにするためにたくさんの意見交換をして、完成まで到達できた。知識・技術向上について、実際に企業の方の技術指導や溶接ひ

ずみについての自主的研究を行ったため、理解を深めながら作業を行うことができたと考える。そのことから「主体的・対話的で深い学び」の実現ができたと考える。

指導目的であった論理的な思考力とロジカルコミュニケーションスキルの向上、協働性と柔軟な発想力・対応力の向上についても企業との連携を通して向上がみられた。特に、ロジカルコミュニケーションスキルは、言語表現の場を多く設けることで身につけ、答えが1つとは限らないという経験は、生徒たちにとって思考し続けるきっかけになると考える。また、地域とのつながりを持つことで、自分たちも地域の一員として何かできることがないかと、探究し続ける思考につながると考える。

4. 今後の取組

主体的・対話的で深い学びを行うために、ロジカルコミュニケーションスキルが必要不可欠であると考えている。本研究でも、研究の当初は道筋を追って考え、それを言語化し、表現して相手に伝えることができない生徒が多く、伝えようとしにくい現象が多くあった。地域が教育の基盤になるようなコミュニティスクールの取組を、学校側も積極的に行っていく必要があると考えている。また、生徒が自然と工業の見方・考え方を働かせることができるように実践的・体験的な学びを通してリアルな体験を行い、学んだことを課題解決に結びつける問いかけの工夫や社会や産業界の流れを捉えるプロの思考に触れさせるようなオーガナイズの設定をしようと考えている。また、地域と共に行う工業教育を目指し、活動していきたいと考えている。

工業教育資料 通巻第409号
(7月号)

2023年7月5日 印刷
2023年7月15日 発行
印刷所 恵友印刷株式会社

© 編集発行 実教出版株式会社

代表者 小田良次

〒102-8377 東京都千代田区五番町5番地

電話 03-3238-7777

<https://www.jikkyo.co.jp/>