

## 課題情報シート

課題名：	ドン菓子製造機的设计・製作		
施設名：	北海道職業能力開発大学校		
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	課題の形態：	製作

### 課題の制作・開発目的

#### (1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

安全衛生・機械設計・切削加工・CAD・溶接

#### (2) 課題に取り組む推奨段階

機械設計・数値制御加工実習・加工技術実習（溶接）終了後

#### (3) 課題によって養成する知識、技能・技術

課題の製作を通して、圧力容器及び各種機構部の設計、各種工作機械による加工技術、溶接・ロウ付け等の接合技術などの応用力を身につけます。

#### (4) 課題実習の時間と人数

人数：3名

時間：216時間

ドン菓子製造機は穀類膨張機とも呼ばれ、調理の際の爆発音から、「ドン菓子」と呼ばれる菓子を作ることができます。米などの穀類はこの製造機で調理することにより、もとの10倍程度に膨張し、サクサクと軽い食感の菓子にすることができます。

本製造機の基本構造は、調理を行う圧力釜、釜を加熱するバーナー部、釜の自動回転機構、全体を支える脚部で構成されていますが、調理の際に非常に大きな圧力が発生することや、その圧力を瞬時に開放する蓋の開閉機構が必要なことから、製作には様々な知識や技術が求められます。また、本製造機完成後の調理実験を目標に、高い学習意欲を維持しながら取り組むことができる課題であると考え、総合制作実習のテーマにしました。

## 課題の成果概要

ドン菓子製造機の釜部は、調理の際、温度250℃、圧力1MPaの高温高压になることから、ボイラーなどの圧力容器に準じた設計仕様とし、安全に調理ができるよう配慮しました。調理物の種類によっては、更に高い圧力になることや溶接時の継ぎ手効率を考慮し、設計圧力を2MPaに設定しました。

本製造機は完成後、学校祭やイベント等で使用することを考え、調理時の操作性、保守性を考慮して設計を行いました。具体例として、調理時の蓋の開放は、プラスチックハンマーによる衝撃力でストッパーを外すことで行いますが、大きな圧力が作用している蓋を、一打で確実に開放できるように開閉機構のレバー比を設定しました。また、蓋の開閉を繰り返しても圧力釜の気密性能を維持できるように、当初はパッキン材として低融点の金属を使用していましたが、数回調理を行う毎に再溶融して再生する必要であったことから、テフロン製の樹脂パッキンに変更することにしました。樹脂パッキンは市販の円形プレートを用いており、消耗の際には短時間で交換することができ、保守作業も簡略化することができました。

釜に調理物を入れて密閉する際には、蓋を釜口に強く押し付けて固定しなければいけません。釜内部で大きな圧力が生じて蒸気が漏れないよう、強い力でねじを締め付ける必要があります。本製造機では、当初、メートルねじ(M22×2.5)を採用していましたが、調理時の労力を低減するため、台形ねじ(Tr22×3)に変更しました。これにより、メートルねじの際には2人で行っていた作業を1人で行うことが可能となり、パッキン材質を変更したこともあり、改良前に頻発していた蒸気漏れもほとんど発生しなくなりました。

本製造機完成後に調理実験を数回行った結果、今回製作した釜の大きさでは、一度に800g程度の米を調理すると、加熱開始から15分程度で釜内部の圧力が1MPaに達し、市販品と比べても遜色のないドン菓子ができることが分かりました。



図1 完成したドン菓子製造機

## 課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

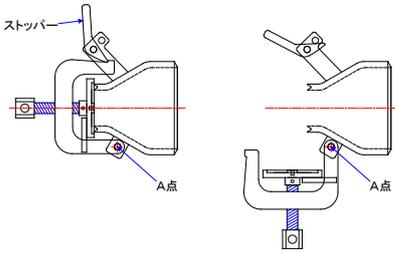
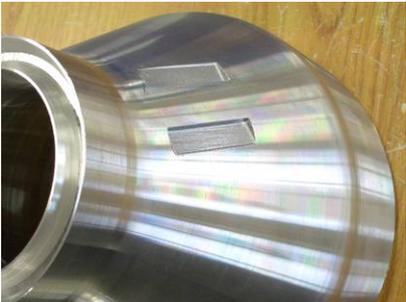
ドン菓子製造機的设计を行うにあたり、学生自身が本製造機を見たことがなく、知識が皆無であったことから、実際にドン菓子製造機でお菓子の製造をしている企業に見学に行き、製造機の仕組みや使用方法についての調査を行いました。その後、製造機の主要部を、釜本

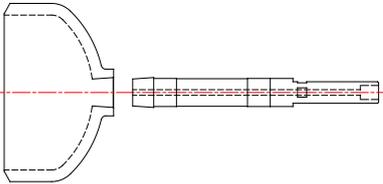
体、蓋の開閉機構、釜の回転機構、脚部に分類し、各部分に主担当を設けて設計を行いました。設計は全て学生に任せましたが、行き詰っている学生にはその都度、アドバイスをするように心掛けました。特に釜本体は高温高压になるため、安全には十分配慮し、压力容器に関する文献を参考にすることや、組立で必要となる接合技術については、カリキュラムの関係上、実習は未実施であったため、担当の先生に技術的な相談をしっかりと行い、納得した上で設計にあたるよう指導しました。また、学生間の連携を意識し、設計に関しての重要箇所は全員に意見を求めるなど、一人一人が機械技術者であるということを常に意識するように指導しました。

更に、設計全般を通して、標準部品として購入可能な部品と、自ら製作しなければならない部品とのバランスを考え、製造現場でのQCDを取り入れながら独自色のある製品を完成させるよう意識させました。

以下に、本製造機の釜本体の設計について、紹介します。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
○CADによる設計	<p>◇圧力釜の設計</p> <p>要求条件の整理を行い、設計します。本製造機の許容圧力を2.0MPaとし、压力容器の設計に関する文献を参考に、釜の先端部、胴部、鏡板部の設計を行います。</p> <p>压力容器に使用できる材料は、炭素含有量が0.3%以下であることが条件となります。本来は食品を扱うためステンレスを用いるのが好ましいのですが、加工が困難なため、切削・溶接ともに容易なSS400を使用します。</p> <p>◇蓋開閉機構の設計</p> <p>蓋に発生する力に耐えられる</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●基本的には2次元CADで設計を行い、必要に応じて3次元CADで干渉等のチェックを行います。最初から3次元CADで設計を行うと、構想のまとめに時間が掛かったり、必要な情報を図面に落とし込むことができない場合があります。</li> <li>●釜は一体構造にすることが難しいため、2~3分割にして各部分を製作し、後で溶接により接合する必要があります</li> <li>●設計は接合技術についての十分な知識を持ち、分割方法や開先形状、溶接時の固定方法、治具など、各自の技量を考慮して行う必要があります。</li> <li>●蓋に作用する力を求めた後、開閉機構全体の設計を行い</li> </ul>

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
	<p>ことと、プラスチックハンマーによる一打の衝撃力で、瞬時に開放できる機構を設計します。</p>  <p style="text-align: center;"><b>蓋開閉機構の動作図</b></p> <p>◇釜口部の設計 釜口端面に溝を設け、気密性が高まるようにします。</p> <p>◇蓋開閉機構取り付け部の設計 蓋開閉機構を正確に溶接できるよう、釜先端のテーパ部に予め平面部を設けておきます。</p>  <p style="text-align: center;"><b>釜口部の溝と蓋開閉機構取り付け部</b></p>	<p>ます。その際、蓋に取り付けるパッキン材の特性も考慮しておくとい良いでしょう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●蓋を開放する際のストッパーは、レバー比の選定が不適切であれば、蓋が開放できずに重大な事故が起きる危険性があります。また、プラスチックハンマーで衝撃を加える方向を考えてストッパー端部の形状を決めると良いでしょう。</li> <li>●60°程度のV溝をつけることで、蓋と釜口の密着圧が高くなり、気密性が向上します。また、溝の内側と外側の2箇所接触することから一方から蒸気が漏れても、もう一方が漏れを防ぐ役目を果たします。</li> <li>●溶接作業時に正確に組み立てができるよう蓋開閉機構の取り付け箇所に平面部を設けておきます。今回、この部分の加工はターニングセンタで行いました。プログラミングの際には、工具の移動経路を示した加工図面を作成しておくとい良いでしょう。</li> </ul>

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
	<p>◇主軸取り付け部の設計 釜の後端部に主軸取り付け部を設けます。</p>  <p><b>釜後部と主軸形状</b></p>  <p><b>主軸のロウ付け作業</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●釜は後端に取り付けた主軸により、片持ちの状態で支持されますが、釜本体の重量や調理時に加わる衝撃力等により、主軸が変形してしまう可能性があります。そのため、主軸の交換に対応できるように接合方法は、ロウ付けとしました。</li> <li>●調理中は原料が焦げ付かないよう、釜を回転させるため、釜と主軸中心にずれがあると釜が偏心してしまいます。そこで、取り付け部の穴と軸をテーパ形状することで、接合時の精度が得やすいように工夫しました。</li> </ul>

<所見>

全く未知であった課題を、現地調査や文献等を参考に自主的に取り組み、製作することができました。

本製造機の製作後、調理実験や改良を幾度となく実施することで、機械の設計には必ず理由が存在し、それを正確に把握するためには、より深い知識と経験の積み重ねが大切であることを示すことができました。

ドン菓子製造機は高温高压の状態で使用するため、調理中は常に危険が伴います。このことを学生が十分認識してくれたことも、機械技術者としての成長を大いに促した要因と思われます。

**課題に関する問い合わせ先**

**施設名** : 北海道職業能力開発大学校  
**住所** : 〒047-0292 北海道小樽市銭函3丁目190番地  
**電話番号** : 0134-62-3553(代表)  
**施設 Web アドレス** : <http://www.ehdo.go.jp/hokkaido/college/>