

馬鈴薯でん粉による生分解性容器用成形機の開発

(株) 富士計器 伊藤 栄芝 藤島 勝美 ○木戸 章 笹野 洋一

要 旨

当社では、でん粉を原料とした生分解性容器と製造用連続成形機を開発した。しかし、成形機は素材に対しては「安全性」「作業性」そして「金型温度の制御性」など種々の問題点がある。

本研究は、これらの諸問題を解決する為、加熱部に電磁誘導加熱の方法を用いて金型温度の制御の制度を高め、安全かつ熱効率の良い、高精度の製品を得る連続成形機を開発した。

1. はじめに

北海道の馬鈴薯でん粉を用いて生分解性の容器の開発を行った。開発の背景には、第1に環境問題である。現在使用されているプラスチック系容器は、土中に埋めても腐敗せず、焼却すると高カロリーで有毒ガスを発生するなどの問題から適正な処理が困難である。したがって、環境にやさしい生分解性プラスチック、天然高分子物質（でん粉、セルロース系）などを利用した容器が注目され、開発が行われている。

第2として資源の問題がある。私達が開発した生分解性容器は北海道の特産物であり、毎年生産可能である馬鈴薯から作られるでん粉を原料としている。ナフサ、紙など原料を一切使用していない為、資源に限界がないことが大きなメリットである。

第3として農業問題である。我が国の農業はガットウルフアイラウンドによる農産物の輸入自由化という深刻な問題を抱えている。この点においても、農産物の脱食品化即ち農産物に付加価値を付けるために馬鈴薯でん粉に着目し、その高度化利用は有効である。

以上の如く環境問題、資源問題、そして農業問題の対策を含め、現在の社会のニーズに適合した生分解性容器を開発したのである。

生分解性容器の製造方法は、水とでん粉を攪拌し、約200℃に熱した金型に流し込み3～4分で焼き上げる。

本研究は、金型加熱方式をこれまでのガス加熱方式から電磁誘導加熱(IH)の方法に変更し、IH及び金型素材との昇温特性を測定し、最適な熱効率を得ると共に安全性、作業性、制御性などの諸問題を解決することで、精度の良い成形品を得る事を目的としている。具体的には、金型素材の温度に関する基礎試験と半自動小型成形機の試作を行った。その結果から半自動小型成形機の成形部を1つのユニットとし連結することで連続に成形可能な実用機の開発を行った。

この様に、これまでに存在しないでん粉からの生分

解性容器の連続的な成形を可能にした成形機を開発したので報告するものである。

2. 電磁誘導加熱 (IH) の昇温特性

金型加熱の為に試作したIHは、加熱範囲140～250℃、出力1.3kw、定格12Aの能力であり、以下の特徴を持っている。①非接触でワークを加熱することが可能である。②急加熱が可能である。③温度制御が容易である。④熱効率が良い。⑤ガスに比べて安価である。その加熱試験方法を図1に示す。形状200*200mm、厚さが2～40mmと異なる鉄板の昇温試験をIHと鉄板の距離(以下ギャップ)を4,6,9mm離した状態でを行った。

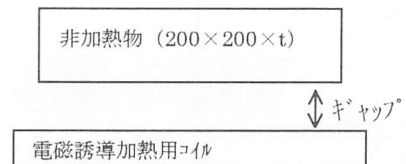


図1 誘導加熱コイルとワークの配置

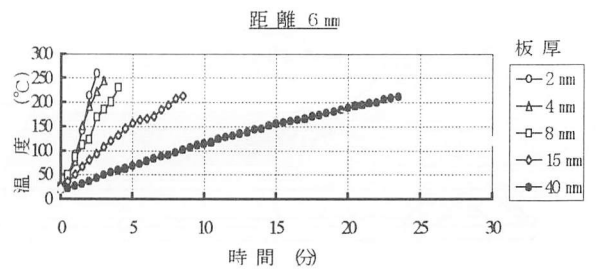


図2 ギャップ6mmによる昇温時間

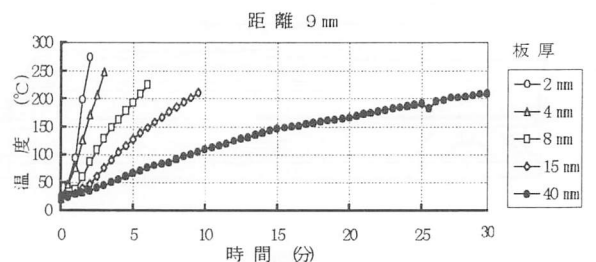


図3 ギャップ9mmによる昇温時間

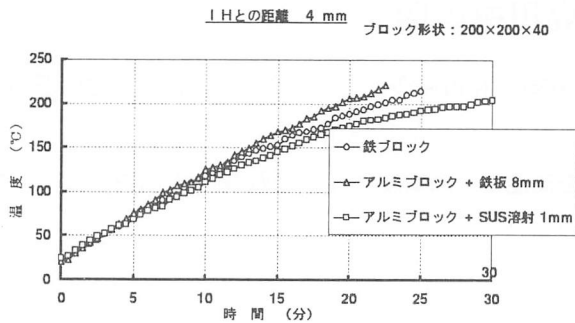


図4 各素材の昇温時間

図2、図3に示す昇温試験の結果から、板厚を増す事即ち、板自体の容積が増す事は昇温に時間を要すると推定できる。又、ギャップの特性については、間隔が広がるほど時間を要することが判った。

この他、実用的な試験として形状 200*200*40 mmのアルミブロックに 8 mmの鉄板を貼り付けた物、ステンレス溶射(約 1 mm)をした物、同形状の鉄ブロックの比較昇温試験を行った結果を図4に示す。

ギャップを 4 mmに固定し、約 200°Cに達するまでの時間を測定した結果、アルミブロック+8 mm鉄<鉄ブロック<アルミブロック+SUS 溶射の順に速く昇温することが顕著に認められた。このことは、誘導加熱による成形金型は鉄でなければならないという認識を改め、熱伝導を応用して非磁性体と磁性体を組み合わせることにより軽量で熱伝導率が良く、加工性の良いアルミニウムを用いて軽重複成形金型の試作に関する貴重なデータを得ることができた。したがって、この試験結果は以後の試験研究に活用することとした。

3. 半自動小型成形機の試作

誘導加熱を応用して生分解性容器の連続成形機を開発するための基礎データを得る為に、半自動小型成形機を試作した。その成形部を図5に示す。

金型に関して昇温試験、型締め機構、搬送などの確

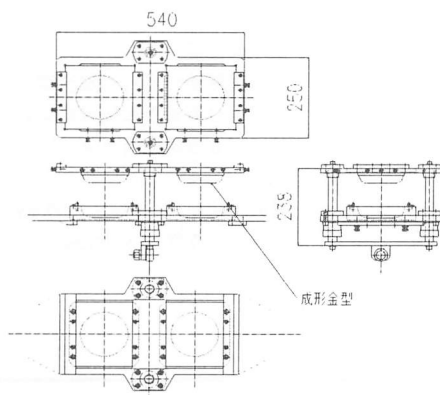


図5 半自動小型成形機の成形部

認を行ったのち、昇温についてギャップの調整及び調査を行った。

その結果、ギャップを徐々に大きくし、17.2~17.8 mmの距離で 11.2 A (93.3%)と最大出力が確認された。従って以後の試験は、出力を 11.2 Aになるように設定して実施した。上下金型の温度上昇を測定した結果、200°Cまでの上昇時間は、上型で約 25 分、下型では約 35 分であり、再現性を確認する為 4 回実施した。更に 200°Cまで上昇した金型が成形及び自然放熱により下降する温度の測定を行った結果、成形時間約 4 分で 10~12°C 降下することが確認された。

4. 連続成形機の試作

連続成形機を試作するために、前述した半自動成形機の実験結果からこの成形部を 1 ユニットとし、それを 17 ユニット連結することで 500 枚/h 成形品が成形され、34 ユニット連結することで 1,000 枚/h の成形品の成形が可能となるように設計した。成形ユニットをフリーフロー方式で搬送し、成形ユニットを挟み込むように上下に誘導加熱用コイルを配置した。この他、原料供給方法を従来のギャポンプ式からプランジャー方式に、製品取り出しをエア吹付強制離型方式からバキュームパッド式に、型締め機構をフック掛方式からクサビ方式に変更した。

5. まとめ

各素材ブロックの 200°Cまでの昇温時間を測定した結果、アルミブロック+8 mm鉄<鉄ブロック<アルミブロック+SUS 溶射の順に速く昇温することが認められた。また、アルミニウムは軽量で加工性も良く、熱伝導率も良いため、実用的にも連続成形機に採用することとした。

誘導加熱装置のギャップと出力の関係を測定した結果、ギャップが 17.2~17.8 mmの距離で出力が 93.3%の効率であることがわかった。

半自動小型成形機に取り付けた金型について 200°Cまでの昇温時間と、200°Cからの自然放熱を測定した結果、昇温試験では、上型が約 25 分、下型が約 35 分で昇温することが判った。また、放熱試験では、1 分で 2~3°Cの温度降下であるため、実用上の成形運転に支障のないことが判った。

成形部を連結することで、連続成形が可能なニーズに応じた生産能力の成形機を設計製作した。

以上の事から加熱源をガスから誘導加熱に変更し、各機構を改めた事で、安全性、作業性、制御性などの諸問題を解決できたと結言できる。