

水中衝撃波で試料粉碎をおこなうコンパクトな装置の開発

具志 孝, 宮藤 義孝, 大嶺 幸正

沖縄工業高等専門学校 技術支援室

概要

沖縄高専の2代目に就任した校長(伊藤繁)は熊本大学で爆薬を用いり、爆破によって生じた水中衝撃波を応用した爆破加工や食品加工の研究を長年行っていた。現在は沖縄高専と熊本大学が共同で農林水産省の新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業研究「米粉の低コスト製造を可能とする瞬間的高圧処理システムの実用化研究」を進めている。その研究と並行して今年度の9月に伊藤校長から熊本大学で製作された自己放電バッチ式の衝撃波を利用した食品加工装置、通称「爆破レンジ」を小型化するように依頼された。著者らは設計と加工に試行錯誤を行い、小型で試料の取り出しが容易である水中衝撃波を利用した爆破レンジを開発した。現在も改良途中ではあるが、2月下旬までの開発経過を発表する。

1. 熊本大学が製作した通称「爆破レンジ」の構造

熊本大学で製作された通称「爆破レンジ」は蓋が付いた木枠で覆われたステンレス製試料処理部とコンデンサー部およびプラスチック容器のコントロール部で構成されている。それを図1に示す。コンデンサー部においては家庭用コンセントから得られる100Vの電圧を高圧コンデンサーが並列に使用されたマルクス回路によって3500Vまで約50秒で昇圧し、水で満たされたステンレス製試料処理部内の銅タングステン製電極間にて一瞬で自己放電させる仕組みとなっている。そのエネルギーは約5kJであり、発生した衝撃波は水中およびステンレス材に音速を超えて伝わり、リンゴなどの試料細胞をスポーリング破壊してドリップの抽出をおこなう仕組みとなっている。リンゴはそのドリップが試料処理部内の水と混ざらないように3重に真空パックされている。コントロール部はスイッチを押すと充電を開始し、設定した電圧まで昇圧すると自動的に放電するようにシーケンスが組まれている。

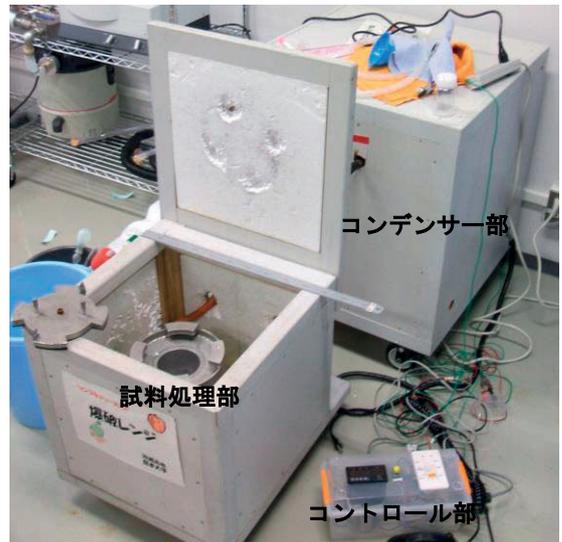


図1 熊本大学製作の爆破レンジ

2. 小型リンゴ爆破レンジ第1号機の開発および実験結果

第1号機は①試料として球100mm程度のリンゴが収まるように2つの上下アルミブロックを合わせ、内部を楕円形にくり抜いて小型化する。②リンゴと電極の干渉を防止するシリコン容器の製作。③放電現象が可視化できるように透明ポリカーボネード製の蓋を採用し、クランプ(図2)を用いてリンゴの出し入れを容易にする。④電極に銅タングステン以外の銀タングステンと超合金およびハイス材質を試みる。4つを重要コンセプトとして検討したうえで設計・加工を開始した。熊本大学にて高速度ビデオカメラを用いたシャドウグラフ法による光学観測を行い、衝撃波速度から

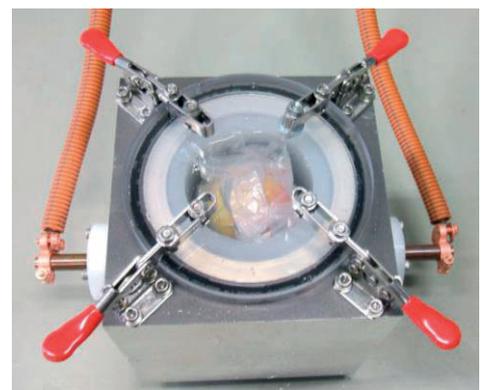


図2 出し入が容易なクランプ

圧力を求めた。その結果、圧力は 49～88MPa であった。今回用いたミスミ社製のトグルクランプは押さえ荷重のカタログ値が 1 つ 90kg であり、小型装置にはそれを 4 つ使用した。しかし、1 回の放電でクランプが曲がり破損した。その様子を図 3 に示す。ポリカーボネードで押さえられていたシリコン製の容器も放電爆破時に一瞬隙間からはみ出し、放電爆破が終了すると元に戻るといった状態であった。クランプが破損したので、ポリカーボネードとクランプの代わりに □200×200(t10)のアルミ板材の四隅を M12 で固定した。放電爆破を数十回おこなった結果、シリコン容器の耳部がむしり取られた。その様子を図 4 に示す。第 1 号機は異なった電極材を試みるまでには至らず、まず装置の耐圧が不可欠であることがわかった。



図 3 左がピンの曲がったクランプ、右が固定時水平の正常クランプ



図 4 左がむしり取られたシリコンの容器

3. 小型リング爆破レンジ第 2 号機の開発経過

第 1 号機で押さえ荷重が 1 つ 90kg のクランプが破損し、シリコン容器の耳部もむしり取られたので、装置に改良を加えることにした。検討した結果、クランプはさらに押さえ荷重が大きいエスコ社製のラッチ型トグルクランプ 900kg の 2 点押さえのものを上下アルミブロックの両横に設置した。その様子を図 5 に示す。また、シリコン容器は放電電極と真空パックされたリングが干渉しないことが目的であるが、シリコン容器の採用を取りやめ、リングを設置する上のアルミブロックと電極を設置している下のアルミブロックの間に製作した格子状のアルミ板を設置することにした。それを図 6 に示す。



図 5 強力なクランプ



図 6 格子

4. まとめ

本研究は当初の目的である「爆破レンジ」の小型化から始まったが、その応用分野は広く、現在ではリング以外に沖縄高専生物資源工学科の研究試料である微生物に応用し、さらに多くの企業との共同研究で使用されるようになってきている。放電による爆破の威力が大きく装置にかなりの負荷がかかるが、開発と改良を現在も続けている。開発途中ではあるが、今回の元祖「爆破レンジ」の開発をおこなった衝撃試験センターのある熊本大学で平成 22 年度熊本大学総合技術研究会が開催されることも何かの「縁」である。3 月上旬まで開発・加工・実験をおこなった結果をポスター発表するので、興味のある方はぜひ著者らのポスター発表まで足を運んでいただければと思う次第である。