

大容量超音波食器洗浄機の開発と洗浄性能試験

藤井 博知*・小沢 康美*・北山 誠二*
岩尾 次兵衛**・正津 二郎**

The Development and the Performance of the Ultrasonic Type Large Capacity Washing Machine

Hirotomu Fujii, Yasumi Ozawa, Seiji Kitayama, Jihei Iwao and Jiro Shotsu

The automatic type of the large capacity of the ultrasonic washing machine was developed, and the performance of this washing machine was examined experimentally. It is confirmed that this ultrasonic washing machine is able to wash automatically the flatware for about fifty persons fully to remove soil therefrom. This ultrasonic washing machine makes up the labor shortage of dishwashers through the automatic control of the washing process.

1. 緒言

近年、食器洗浄機の需要は多様化してきており、給食センターや大食堂だけでなくレストラン・学校・病院などの食堂の調理現場においても、人件費削減や合理化のために食材管理システムのコンピューター化や自動調理機器と並んで食器洗浄機が導入されてきている。また近年、0 157による食中毒¹⁾がテレビや新聞などで再三報じられており、大量の食品を取り扱うこうした施設では食品や食器の衛生管理基準^{2),3)}も一層厳しさを強められ、食器洗浄の重要性が増大している。

食器洗浄機は規模に応じて種々のものが開発されているが、基本的には予め前洗いを行った食器を洗剤を入れた温水槽に一定時間浸漬し、その後に流水シャワーで汚れを落としてから仕上洗浄を行っている。しかし、この方式では乾燥して固形化した汚れや油脂分を一回の洗浄では十分に除去できないことがあり、そのために確認作業と再洗浄が必要となり、それらの作業に従事するための時間が労働時間を短縮する上での大きな障害となっている。さらに、社会の多様化やライフスタイルの変化はこうした作業の深夜化に拍車をかけているのが現状である。これらの問題を解決するためには洗浄特性に優れ、大量の食器を一回の洗浄で処理できる完全自動タイプの洗浄機が必要である。しかし、大量の食器を一回で処理するためには、単に洗浄槽の大型化や自動化ということだけでなく、洗浄後の食器処理すなわち食器の衛生管理に課題があり困難であった。

これまでに実用化されている一括洗浄方式の食器洗浄機の例としては、家電メーカーが開発した

* 機械工学科 ** 附属福井高校

超音波利用の食器洗浄機をはじめとして、4～5人までの食器を洗浄できる家庭用食器洗浄機は市販⁴⁾されているが、これらは比較的小型のものが多く、数十人規模での製品については未だに公表された例はないようである。

そこで、本研究では数十人規模の食器を一括洗浄できる超音波を利用した全自動方式の大容量食器洗浄機を設計・製作し、この食器洗浄機の洗浄効果について検討している。なお、開発された大容量全自動食器洗浄機は湧出した温泉水の熱水を洗浄に活用して浸漬中の洗浄効果を高めることができるため、金井学園の健康増進センター内に設置され、稼働されている。

2. 大容量全自動食器洗浄機の構造と洗浄行程

2.1 構造

金井学園内で湧出した温泉水を使用して、8時間程度の時間で約50食分の食器を一回で処理できる超音波を利用した大容量全自動食器洗浄機を開発した。温泉水の使用は温泉の熱水を洗浄に活用して、浸漬中の洗浄効果を高めようとするものである。図1に開発した大容量全自動食器洗浄機の外観を示し、図2に構造を示す。

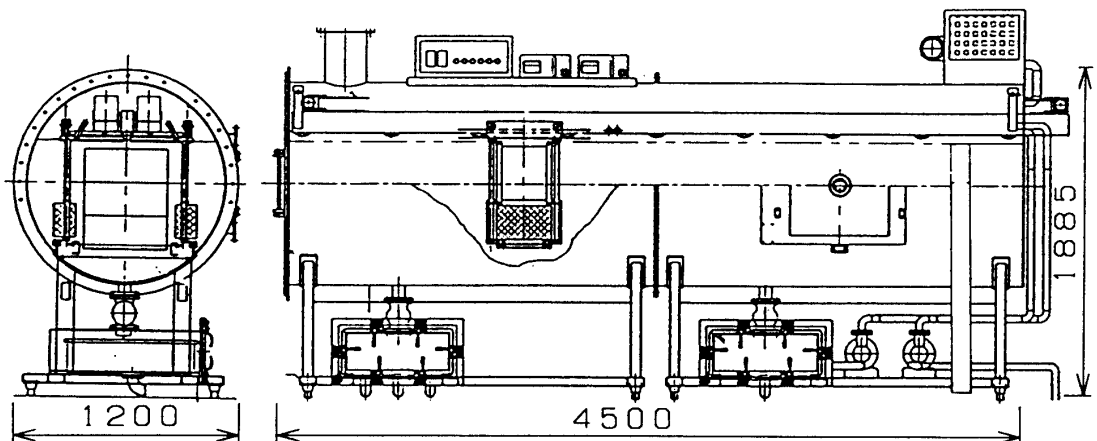
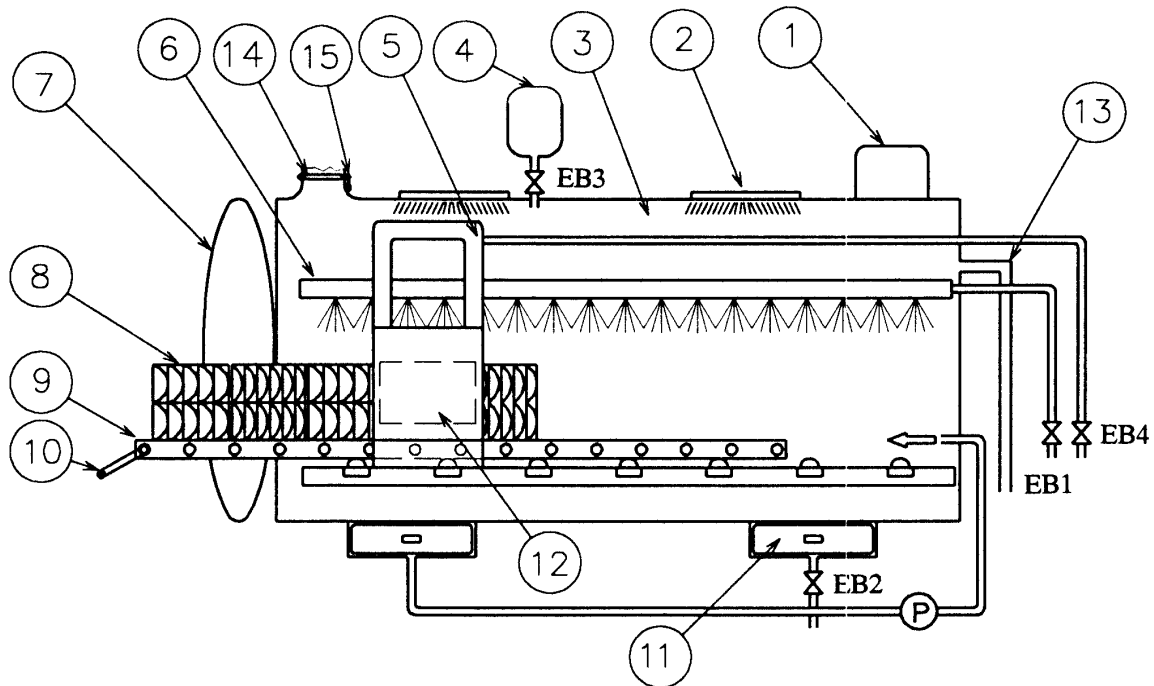


図1 大容量全自動食器洗浄機

大容量全自動食器洗浄機は洗浄槽、超音波発振装置、食器乾燥殺菌装置から構成される。

洗浄槽の形状は食器の洗浄に必要な多量の洗浄水による内圧に耐えられるように圧力容器と同様な円筒形とした。洗浄槽の内容積は 8.8m^3 であり、最大約 5t の洗浄水が入る。この洗浄水の重量による洗浄槽のたわみは槽内の超音波発振ユニットの移動機構および食器ラック挿入用ローラコンベアの動きに影響するため最小限にする必要がある。そこで製作現場において組立を完了した洗浄機について、予め予定の水位まで注水して洗浄槽のたわみと各ハッチ部の水密性とを調べた。その結果、洗浄槽の最大たわみは 5～10mm 以内であり、また注水による各ハッチおよび接合部からの水漏れは認められないことを確認した。また、洗浄槽は SUS304 ステンレス鋼の



- | | | | |
|-------------|-----------|-------------|---------------|
| ①熱風発生機 | ⑥温泉給水管 | ⑪食べ滓回収カゴ | EB1 温泉水用電磁バルブ |
| ②殺菌灯 | ⑦大ハッチ | ⑫超音波発生器 | EB2 排水用电磁バルブ |
| ③チャンバー内 | ⑧食器洗い用ラック | ⑬オーバーフロー排水管 | EB3 洗剤供給用バルブ |
| ④食器用洗剤入容器 | ⑨ローラコンベア | ⑭排気ハッチ | EB4 熱湯用电磁バルブ |
| ⑤オートリバーズ噴射体 | ⑩ハンドル | ⑮ハッチ開閉シリンダ | P 攪拌用液送ポンプ |

図2 大容量全自動食器洗浄機の構造

溶接構造であるため、温泉水を用いることによる応力腐食割れが懸念された。そのため設計が完了するまでの約2ヶ月間、同一条件で中央部を溶接された SUS304 ステンレス鋼(10mm × 160mm × 1mm) の 180 ° 曲げ試験片によって沸騰温泉水中で加熱試験を行った。その結果、温泉の成分が試験片の表面全体に極薄白く沈着する現象が見られたため、さらに溶接部やその周辺部分に蛍光染色塗料を塗布して目視による観察を行い、割れやピンホールが無いことを確認した。

超音波洗浄は超音波により生じるキャビテーション現象のエネルギーにより、洗浄物に付着している汚れを落とすものであり、また、超音波振動は液分子へ加速度を与え、洗浄物表面の汚れに伝えられ、洗浄物から汚れを取り去ることができるものである。このように洗浄中の食器に適切な条件で超音波を照射すると、固く付着した汚れを浮き上がらせ、特定の油脂分に対しても効果的に洗浄できる。そこで超音波発振器には食器に付着した汚れを洗浄するために 28kHz, 45kHz, 100kHz の周波数で順次繰り返して発振する最大出力 600W のものを使用した。ここで 28kHz, 45kHz の周波数はそれぞれ、しつこい汚れ、細かい部分に回り込んだ汚れの洗浄に適したものであり、100kHz の超音波は大きな気泡を取り除く効果とキャビテーションの核となる気泡を浄水槽全体に分散させる作用がある⁹⁾。

さらに超音波による洗浄効果を高めるために、従来は洗浄槽の底部に取り付けられていた超音波振動子と洗浄ノズルからなる超音波洗浄体を食器洗い用ラック内に収納された食器の両側に配置した。この超音波洗浄体を洗浄槽内上方に取り付けられたレールに沿って往復運動できるようにして、超音波が食器洗い用ラック内に収納された食器に均等に当たるようにした。

また、超音波洗浄された食器の汚れ滓は洗浄効果の障害となったため、取り除く必要があった。そこで汚れ滓の比重によって水より軽く浮遊するものと、洗浄槽の底に沈殿するものに分け、それらを別々に排出させる構造とした。

2.2 洗浄行程

洗浄する食器を食器洗い用ラックに立てて並べ、ローラコンベア上に置き、ハンドルで洗浄機内へ挿入した後に食器洗浄機のハッチを閉めた。食器洗い用ラックは縦列に7個のものを上下に2段重ねて合計14個あり、このラックの中に50食分の食器を余裕をもって収納できる。食器の量によって洗浄水位の高低を選択した後、図3に示す仮洗いから乾燥殺菌までの行程を全自動で行った。

まず洗浄槽内に温泉水を導入して、温泉水による仮洗い洗浄を行った後、洗浄によって汚れた排水を排水口から洗い流し、さらに洗い落とした食べ滓などは専用カゴで回収した。次に温泉給水管から洗浄槽内に約318Kの温泉水を充填した後、食器用洗剤供給用の電磁バルブを開いて洗剤を注入し、洗剤を含んだ温泉水の洗浄液を攪拌用液送ポンプによって攪拌した。次に食器洗い用ラック内に収納された食器の両側に配置した超音波振動子と洗浄ノズルからなる超音波洗浄体をレールに沿って往復運動させて、食器洗い用ラック内に収納された食器を超音波洗浄した。超音波洗浄後、排水用电磁バルブを開き排水作業を行い、排水作業後は温泉給水管から洗浄槽内に温泉を給水続けて、攪拌しながらオーバーフロー排水管から洗浄機内の汚れや超音波洗浄により浮き上がった食器の汚れを排出した。排水完了後、熱湯洗浄用液送ポンプを駆動させて熱湯用电磁バルブを開き、給水管路からにガスブースタによって沸かされた363Kの熱湯を給送して、殺菌を伴った熱湯仕上げ洗浄を行ない、食器に固く付着したデンプン質等を洗い落とした。熱湯仕上げ洗浄後に排水を行い、熱風乾燥機により乾燥した後、殺菌灯による紫外線照射により殺菌処

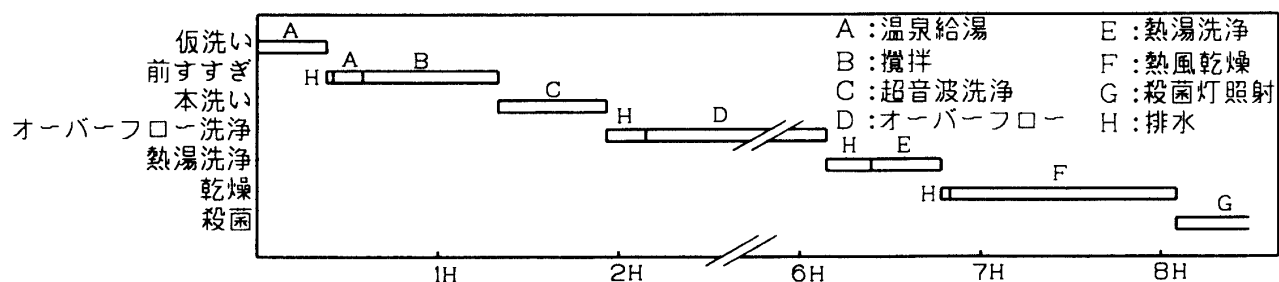


図3 洗浄行程

3. 2 実験結果および考察

洗浄中は 2.2 節で述べたように洗浄槽内に温水を注入して所定の時間浸漬してから皿に付着した残りを完全に除去するために水流が必要であり、このために 0.1 ～ 0.15MPa の圧力で水を吹き出した。洗浄後の各皿はラックごと洗浄槽から取り出し、ラックの位置ごとに洗浄中の水流の衝撃で傷や割れなどの損傷の有無を入念に確認した。その結果、いずれの位置のラック内の皿も傷や割れは認められなかった。

まず洗浄行程の時間を決定するために、汚れを付着させて 30 ～ 90 分放置した各皿を用いて、予備的に超音波を併用して洗剤をいれた約 318K の温泉水中での浸漬実験を行った。その結果、30 分放置した飯粒の場合、30 分間の浸漬では幾分滓が残っていたが、60 ～ 90 分間程度の浸漬では、超音波の作用がなくてもほとんどは浮遊しており、外見上は十分であると判断した。また、90 分放置した固い飯粒の場合も 60 ～ 90 分間の浸漬で十分であった。しかし、食用油や着色剤の場合は浸漬時間の影響は少なく、超音波作用との併用が必要であった。

次に、図 3 に示した洗浄行程に従って、実際に食事に使用した皿を用いて洗浄試験を行い、目視および試薬で調べた。その結果いずれの皿の汚れも目視検査では前述の洗浄工程の設定時間の範囲内において汚れは確認されない程度に洗浄されていた。図 5 は洗浄前と洗浄後のでんぷん質の有無をヨード液試薬で調べた結果であり、でんぷん質に関しては十分な洗浄効果が得られた。また食用油に関しても試薬試験の結果、十分な洗浄効果が得られた。

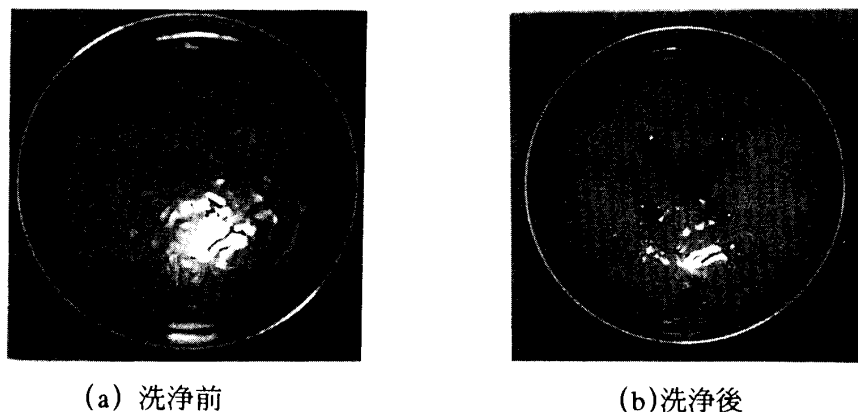


図 5 ヨード液によるデンプン質の検査結果

4. 結 言

本研究で得られた結果を要約すると次のようになる。

- (1) 約 50 食分の食器を全自動で一括洗浄できる超音波方式の大容量食器洗浄機を開発した。現在、この食器洗浄機は金井学園の健康増進センター内に設置され、稼働されている。
- (2) 開発した食器洗浄機の洗浄効果について検討した結果、この食器洗浄機で活用した湧出した温泉の熱水が浸漬中の洗浄効果を高めていることを確認でき、また食器洗浄機の洗浄効果は食器の衛生管理基準を満たすものであることを確認した。

謝 辞

大容量全自動の食器洗浄機を開発するに当たり、貴重なご助言を賜りました福井工業大学総長金井兼造先生に深甚の謝意を表します。また適切なご助言を賜りました福井工業大学電気工学科の澤崎正廣教授と機械工学科の山田健治助教授に感謝します。

文 献

- 1) 社団法人 日本食品衛生協会：食中毒（1997），p.4-p.5.
- 2) 高柳満喜子，食中毒予防マニュアル（1997），p.5-p.6.
- 3) 福井県福井保健所食品衛生課編：大量調理施設衛生管理マニュアル（1997），p.1-p.11.
- 4) 松下電器産業（株）：National/Panasonic カタログ（1996），東京法規出版，p.271.
- 5) 本多電子（株）産業機器事業部：超音波に関する技術資料（1995），p.7.

（平成10年12月21日受理）