

# 超音波振動による粘性液体の微粒化

## Ultrasonic atomization of viscous liquids

入江 貫太  
指導教員 渡辺 裕二

拓殖大学 工学部 電子システム工学科 渡辺 (裕) 研究室

現在の自動車塗装では、微粒を前に飛ばすために風力を利用しているため消費電力が多い。風力を使わず消費電力を削減するために、超音波振動による粘性液体の微粒化を試み、前方噴射に成功した。

キーワード： 超音波振動 微粒化 粘性液体の微粒化

### 1 はじめに

#### 1.1 背景

現在、自動車の塗装の多くはベルカップ装置が使用されている。この装置は、ベルカップを高速回転させ、薄膜状にした液体塗料を霧と電界と高速な風により、前方方向に放射させる物である。しかし、ベルカップ装置の霧化量は最大で 600ml/min であり、風を使い塗料を前に飛ばすため消費電力が多い。また高速回転させるため、塗料が横方向に飛んでしまい塗料が無駄になってしまうという問題点がある。[2]



図1 ベルカップ装置

#### 1.2 目的

粘性液体を超音波振動により微粒化し、前方にスプレー状で噴射できる技術を実現し、それを実用化することで電力の削減を目的とする。

#### 1.3 方針

今年度の到達目標は、超音波振動を利用し塗料を微粒化し、低コストで塗料を噴射する超音波噴射装置を開発したい。前方噴射を可能にし、処理量の計測を目指す。また噴射した粒径の計測も試みたい。

### 2 方法

#### 2.1 理論

液体中における超音波振動が強力になると、音の放射圧が高まり、しかも周波数が高いと音圧は指向性をもって集中する。これが液をおしあげ、液柱を発生させる。一方、液体の表面では表面波が発生し、液柱の周辺を反射の境界として表面に干渉波が起こる。表面での液体の衝突、引きちぎりあうエネルギーは液体の表面張力に打ち勝って、液体を微粒化し、空中に飛散させる。これが超音波霧化の原理である。[1]

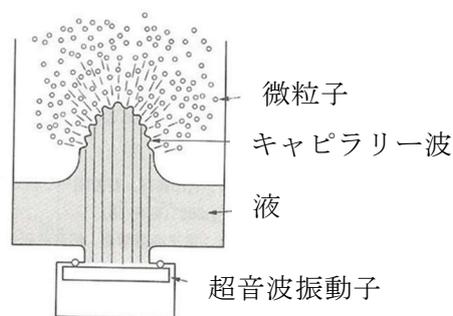


図2 超音波霧化の発生原理の説明図

#### 2.2 前年度までの先行研究

本研究の前任者による実験では、粘性液体の霧化噴射において図3に示すように盃型ホーンの先端で粘性液体が固化してしまった。そこで、固化を防ぎつつ噴霧させるために、ホーン自体を回転させ粘性液体を薄膜状にさせ、そのまま先端に寄せられるようにした。[2]

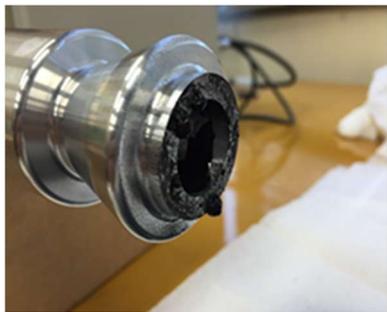


図3 盃型ホーンの先端で粘性液体が固化した様子

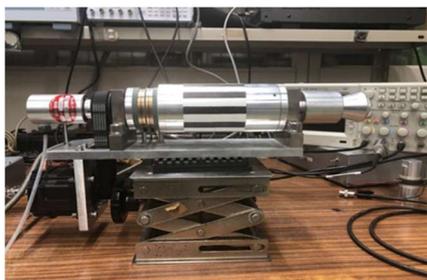


図4 超音波アトマイザ

### 2.3 使用するホーンの Femtet による解析結果

使用するホーンの Femtet によるベクトル解析結果を図5に示す. [3]

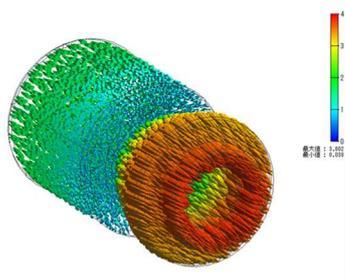


図5 使用するホーンの解析結果[27.54kHz時]

### 2.4 実験装置の部品について

使用されている振動子は、左右に導線がついており回転させると導線がねじれて断線する可能性がある。この問題を解決するため、スリップリングとブラシを採用した。スリップリングの金属面上にブラシを当てることで、回転する振動子に電力供給を行うことが出来る。

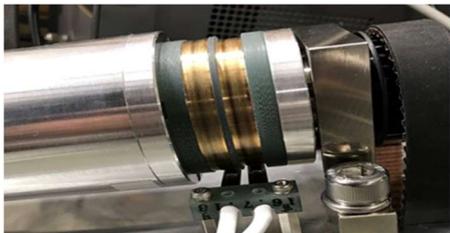


図6 スリップリングとブラシ

液体供給のため、装置内に流路を設け、回転中でも供給できるようにロータリージョイントにチューブを接続した。仕組みとして、供給された塗料はジョイント内

に一旦蓄えられ、その後、振動子側のチューブを経由してホーンの先端まで送られる。ジョイントを固定することで、供給チューブが回転せず、安定した液体供給が可能になる。

## 3 結果

約4cmの前方噴射に成功した。その要因として振動速度、Q値、回転数が関与していると考えられる。本実験では、前年の研究と比較して振動速度が約50%、Q値が約40%増加した。また、昨年度までの研究で観察された粘性液体が後方に吸い寄せられる現象が確認された。これは回転による気流の影響と推測された。そこで、粘性液体の薄膜化の効果を維持しつつ気流を抑制するために、回転数を約50%減少させた。



図6 粘性液体の様子

## 4 おわりに

本実験では、1分間あたりの処理量の測定や、デジタル顕微鏡を用いた粒径の測定が可能であると考えている。また、粘性液体をより遠くに飛ばすための課題や修正点を見つけるために、シュリーレン装置を用いて回転する振動体の周囲に生じる気流の解析を行う予定である。粘性液体が後方に吸い寄せられる際の回転数を正確に測ることで、粘性液体が最も遠くに飛ぶ回転数が分かると考えている。

### 参考文献

- [1] 超音波工学 日本電子機械工業会編 コロナ社 1993年 pp. 265-266
- [2] G882422018 小林 大祐 “超音波振動を利用した粘性液体の微粒化装置に関する検討”(2022年度 拓殖大学 工学部 電子システム工学科 卒業論文)
- [3] G082572020 戸田 大樹 “超音波振動を利用した粘性液体の微粒化”(2023年度 拓殖大学 工学部 電子システム工学科 卒業論文)