

# 超高粘度液体吐出機構の開発

## —希釈に頼らないジェット塗布技術の実現に向けて—

機械・エンジニアリング

SATテクノロジー・ショーケース2024

### ■ はじめに

工業分野では、塗料、シール剤、工業用接着剤など様々な高粘度液体が、ものに塗布されて用いられるが、高い粘度の液体は粘性散逸が大きく、射出・塗布は容易ではない。そのため、一般には水や有機溶剤で希釈することで、粘度を下げた射出・塗布を行う。しかし、水による希釈では乾燥工程で多くのエネルギーを消費し、有機溶剤は人体や環境への悪影響が懸念されている。加えて、近年では高分子の添加による液体特性の高機能化に伴い、さらに高粘度の液体が利用されており、希釈せずにこれらの液体を射出・塗布することが望ましい。

そこで、衝突による液体の急加速現象に注目した。衝突のように、時間スケールが十分に短い現象では、粘性の影響を無視して流体の運動を記述でき、その一つに打撃ジェットがある。打撃ジェットとは、液体の入った容器が硬い床に衝突した際に、凹面の気液界面から射出される先端の細い液体ジェットである。先行研究では、容器に細管を挿入し、細管内の気液界面の位置を調整することで粘度1,000 mPa・sの液体を射出しており、高粘度液体の新しい射出塗布手法として期待が高まっている。しかし、より高い粘度(約10,000 mPa・s以上)の液体の射出には至っていない。本研究では、衝突エネルギーをより高効率で液体に伝え、超高粘度液体を射出可能な機構の開発を目指す。

### ■ 活動内容

衝突による液体の急加速現象を説明した圧力力積理論に基づいて、容器内の圧力力積分布に着目した。従来(試

験管)に比べ複雑な形状の容器(ケルダールフラスコ)を用いることで、圧力力積分布を変化させ、ジェット速度や形状を調査した。試験管とケルダールフラスコの両容器にエタノールを封入し、金具のついた栓をしたのち、電磁石を用いて落下高さ6 mmから金属の床材に落とし、衝突時の撃力によって液体を加速しジェットを生成した。両容器とも底部(底から高さ56 mmまで)は常にエタノールで満たし、中間部の液柱高さ $l_m$ を0-80 mmと変化させ、容器の衝突により液体ジェットが生成する様子を高速度カメラで撮影した。また、画像解析により、容器の衝突時刻から7 ms後から15 ms後までの間のジェット先端の変位を求め、ジェット速度 $V_{jet}$ を算出した。図1(a)(b)の各画像は、各条件の容器衝突から15 ms後の様子である。また、図1(c)に各条件における両容器でのジェット速度を示す。図1(c)より、ケルダールフラスコにおいて試験管よりも速いジェット速度を得ており、その速度は最大で試験管の約1.6倍となった( $l_m = 0$  mm)。

COMSOLを用い、両容器の圧力力積場を数値的に求めると、ケルダールフラスコでは気液界面における圧力力積勾配が、試験管に比べ高いことが明らかになった。さらに、容器形状を変化させた数値解析では、容器のすぼまりが強いほど、気液界面における圧力力積勾配が高くなり、速いジェット速度が得られることが示唆された。今後、強いすぼまり形状を持つ容器においてジェットの射出を試みる。

### ■ 関連情報等(特許関係、施設)

国立大学法人東京農工大学、液体ジェット射出装置及び液体ジェット射出方法、再表 2016/182081, 2016-11-17。

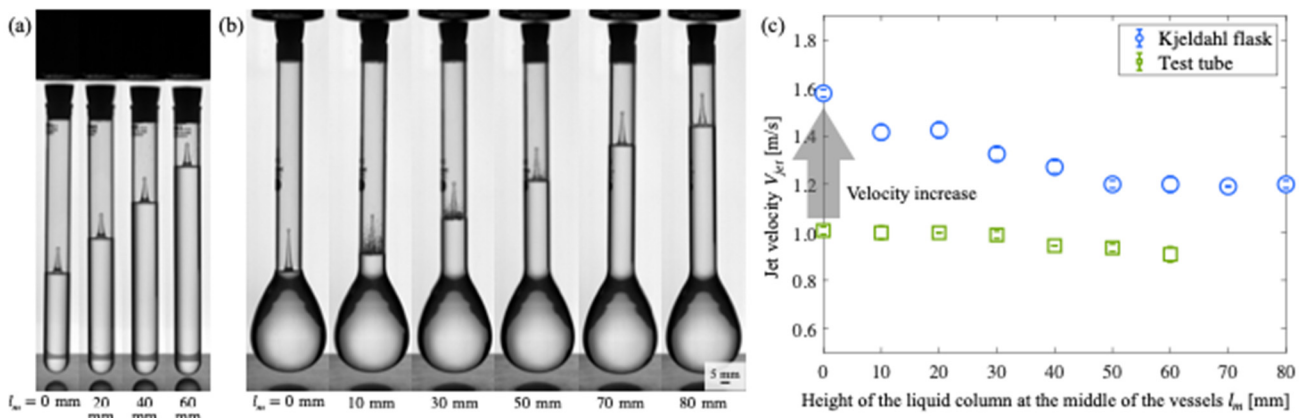


Fig.1 Jet generation with (a) test tubes and (b) Kjeldahl flasks. (c) Jet velocity variation with  $l_m$  for each vessel.

代表発表者 渡部 裕也(わたなべ ひろや)  
 所属 東京農工大学 工学府  
 機械システム工学専攻  
 問合せ先 〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16  
 東京農工大学 小金井キャンパス  
 TEL:04-2388-7954  
 s226571t@st.go.tuat.ac.jp

■キーワード: (1)高粘度液体  
 (2)集束液体ジェット  
 (3)圧力力積  
 ■共同研究者: 田川 義之(東京農工大学 教授)