

# 超音速ノズルを用いた氷噴流による 新しい洗浄技術の開発

機械・エンジニアリング

SATテクノロジー・ショーケース2018

## ■ はじめに

洗浄工程において、薬品等の化学物質を用いる洗浄による環境負荷や処理コストが問題視され、ノンケミカルな洗浄技術の開発が望まれている。そこで本研究では、縮小拡大管であるベンチュリ管を用いて超音速流を形成し、水の相変化を誘起した氷噴流生成手法に注目する。

本報告では、ベンチュリ管内における氷生成の実証と氷噴流の洗浄能力評価を目的とする。ベンチュリ管内外流動の可視化や温度分布計測、光学的計測による詳細な内部流動構造の評価を行った。加えて、微粒子汚れを模擬した試験片に対して洗浄実験を実施し、画像処理によって洗浄能力を定量的に評価した。

## ■ 活動内容

### 1. ベンチュリ管内外の可視化および温度分布計測

ベンチュリ管内および噴射された氷粒子の可視化結果を図1に示す。管壁面に氷とみられる付着物が生成し(a)、壁面から剥がれて噴射され(b)、衝突時には砕けて飛散する挙動がみられた(c)。可視化画像から噴射された氷粒子径のヒストグラム(図2)を作成し、平均0.4~0.5mmの微細な氷粒子が噴射されることを確認した。また、熱電対を用いて管拡大部の温度分布を計測したところ、水の凝固点である0℃を下回る領域が形成されていることを確認した。さらに、シュリーレン法を用いて管内の密度勾配分布を可視化したところ、複数の衝撃波が振動する挙動がみられた。以上から、ベンチュリ管内で超音速流れが形成され、流速の増加に伴う温度低下によって水が凝固することを実証した。

### 2. 氷噴流による微粒子汚れの洗浄

炭素の微粒子を含む墨汁を白色の鋼板に塗布・乾燥させ、微粒子汚れを模擬した試験片を作成した。汚れ塗布前・洗浄前・洗浄後の試験片各々について、試験片表面の輝度値の平均を算出することにより洗浄率を定義した。氷噴流洗浄によって、洗浄時間の増加に伴い炭素微粒子が除去され、試験片が白くなる領域が拡大することを確認した(図3)。試験片の中心付近における洗浄率を算出したところ最大で95%の高い洗浄率が得られ、氷噴流が微粒子汚れに効果を発することを確認した。さらに、管内の氷生成可視化結果と併せて比較すると、氷の生成量が多い条件においてより短時間で高い洗浄率が得られた。より効率的な氷生成ノズルの設計によって洗浄能力の向上が見込まれることを示した。

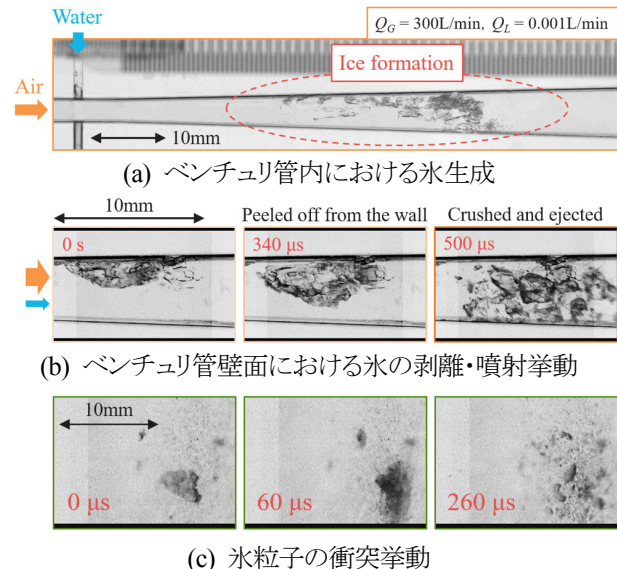


図1 ベンチュリ管による氷の生成・噴射・衝突挙動

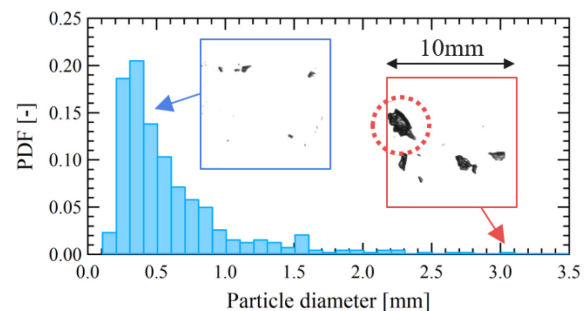


図2 噴射される氷粒子の可視化および径分布

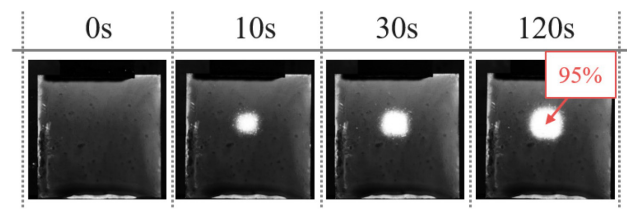


図3 氷噴流洗浄による汚れの除去過程

代表発表者 阿部 豊(あべ ゆたか)  
所 属 筑波大学 システム情報系  
構造エネルギー工学域 教授  
問合せ先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1  
TEL: 029-853-5266 FAX: 029-853-5266  
Mail: abe@kz.tsukuba.ac.jp

■キーワード: (1) ベンチュリ管  
(2) 氷生成  
(3) 超音速流  
(4) 洗浄

■共同研究者: 横山 貴也(筑波大院)  
井上 裕三(筑波大院)  
金子 暁子(筑波大)  
澤井 宏和(株式会社ダイフク)