

ベンチュリ管内における氷生成挙動を用いた新しい洗浄技術

SATテクノロジー・ショーケース2017

■ はじめに

工業分野における洗浄工程において、薬品による洗浄は環境への負荷が大きく、廃液の処理に手間がかかるといった課題が残されている。そのため、薬液を用いず環境負荷の小さい洗浄技術の開発が求められている。

薬液を用いない洗浄技術の例として、気液二相流による油脂汚れの洗浄⁽¹⁾等のような研究が進められている。そこで本研究では、ベンチュリ管内での相変化を利用した氷と空気による固気二相流の開発を目指す。ベンチュリ管は縮小部・喉部・拡大部からなる単純な構造であり、メンテナンスが容易である。また氷は固体として高い洗浄能力が見込まれる一方、融解して水になるため環境負荷の低減が期待される。

本報告では、ベンチュリ管を用いた氷と空気による固気二相流での洗浄手法の開発を目的とし、ベンチュリ管内における氷生成の可視化結果と管内温度分布の計測結果、および洗浄実験による洗浄能力の評価結果について述べる。

■ 活動内容

1. ベンチュリ管内可視化

空気流量と水流量をパラメータとし、ベンチュリ管拡大部にて水が凝固し氷が生成・噴射される現象をハイスピードカメラで撮影した(図1、図2)。空気はベンチュリ管縮小部、水は喉部側面より注入した。図より、壁面上を流れる液膜が凍り付くような様子や、この氷と見られるものが出口部より砕けて噴射される様子が確認された。

2. ベンチュリ管内温度計測

実際に氷が生成され得る環境であるかを確認するため、ベンチュリ管に空気と水を通し、可視化と同条件で温度計測を行った。計測時における流れへの影響を減らすため、計測には外径0.25mmの極細熱電対を用いた。ベンチュリ管喉部～拡大部出口までの温度計測結果のグラフを図3に示す。図3より、喉部から拡大部にかけて管内の温度が低下し、氷生成箇所付近においては水の凝固点である0°Cを下回る値が得られた。

3. 洗浄実験

本実験では被洗浄物として白色の鋼板に墨汁を塗布・乾燥させた試験片を使用した。洗浄前の汚れ塗布前後と洗浄後の試験片の光の反射強度を計測することで剥離率

を算出し、洗浄能力の定量的な評価を行った。液滴噴霧流による洗浄後の試験片と、氷粒子の噴射による洗浄後の試験片の画像を図5に示す。図4より、氷粒子による洗浄の方が汚れが落ち、元の白色により近づいていることが定性的に確認された。また洗浄後の試験片中心部における剥離率は、液滴による洗浄時は34.4%、氷粒子による洗浄後は93.6%であった。氷粒子による洗浄後の剥離率は液滴噴霧流による洗浄後の剥離率を上回り、汚れがより落ちていくことを定量的に確認できた。

■ 参考文献

- (1) 田村ら 混相流 27 577-284 (2014)

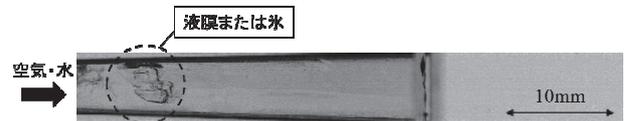


図1 ベンチュリ管内における氷生成



図2 氷粒子の噴射

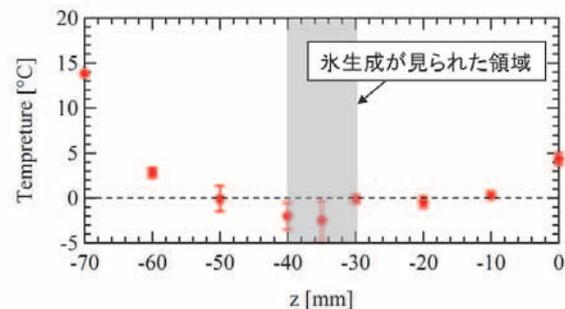


図3 二相流時の温度分布(喉部～拡大部出口)



図4 液滴(左)、氷粒子(右)による洗浄後の試験片

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

問合せ先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1
筑波大学第三エリア F棟 3F323室
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) 氷粒子
(3) 洗浄

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