

# オリフィス下流高速気液二相流および液膜からの液滴発生 の可視化計測

## Visualization Experiment of High-speed Gas-liquid Two-phase Flow and Liquid Droplet Generation from Liquid Film downstream of an Orifice

東北大学	江原 真司	Shinji EBARA	Member
東北大学	梅原 真弘	Masahiro UMEHARA	Non-Member
東北大学	橋爪 秀利	Hidetoshi HASHIZUME	Member

### Abstract

Liquid droplet impingement (LDI) erosion can never be caused when there is not any liquid droplet in a piping system. In this study, the liquid droplet generation from liquid film formed downstream an orifice in a pipe was studied experimentally and visualized by using a high-speed camera. Water-air two-phase flow was supplied to the orifice and liquid film was formed in the recirculation region downstream the orifice. It was found from the experiment that the liquid film was entrained by the fast air flow and numerous liquid droplets were generated from the entrained liquid film. In addition, the characteristic of the generated liquid droplets such as their size and velocity were also analyzed.

**Keywords:** Liquid droplet impingement erosion, Liquid droplet generation, Liquid film, Gas-liquid two-phase flow, Orifice downstream

## 1. 諸言

液滴衝撃エロージョン (LDI エロージョン: Liquid Droplet Impingement Erosion) はしばしば管オリフィス下流側第一エルボ背面で発生し、ドレインなどの蒸気系配管で問題となる。LDI エロージョンが発生する際の流動条件については、これまでに流速、液滴径、蒸気の湿度などに関する検討がなされてきているが、これまでの研究は液滴と材料との相互作用を論ずるものがほとんどで、エロージョンを起こす液滴がどのように発生するかに関してはあまり言及されていない。

オリフィスを含む配管内での液滴の発生は大きく分けて以下の3つのケースが考えられる。1) 過熱蒸気がオリフィス下流低圧部で凝縮核を生成し流れの中で液滴へと成長する。2) 配管壁上で凝縮した液膜の気液界面から液滴が気流中へ混入する。3) オリフィス上流の液膜がオリフィス開口部まで気流に流され浸入し、オリフィス部の高速流により持ち去られる。上記1) の蒸気流の凝縮による液滴生成については、実験的、数値的に解析されており実現象とよく合うことが報告されている[1, 2]。しかしストレート流路における液膜からの液滴生成は良く研究されているが[3, 4]、オリフィス近傍における液膜からの液滴生成のメカニズムおよび生成液滴径については全く行われていない。

そこで本研究では、オリフィス下流の液膜からの液滴

発生について高速度カメラを用いた可視化実験を行い、液滴発生について観察を行う。主流流速、液体供給量、液膜の表面張力をパラメータとして変化させ、発生液滴サイズと数密度について定量的に測定を行う。

## 2. 実験装置および手法

Fig. 1 に実験装置を示す。装置は主流供給部、液体供給部、試験部から構成され、主流供給部は主流である空気を圧縮空気ポンプにより供給し、液体供給部は定流量ポンプを用いてオリフィス下流部の下面に水を供給する。試験部はオリフィス、内寸56mm角の亚克力製矩形管からなるオリフィス下流部で構成される。オリフィスは下流部の流れを二次元化して可視化し易くするために開口高さ4mmのスリット状のものを用いている。高速度カメラにはKEYENCEのVW-9000を用い、Fig. 2の位置で2000fpsにて撮影を行った。パラメータとしてオリフィス下流部平均気流流速、平均液膜厚さを取り、それぞれ50、106、163 m/s、および0.36-1.09 mm で変化させた。

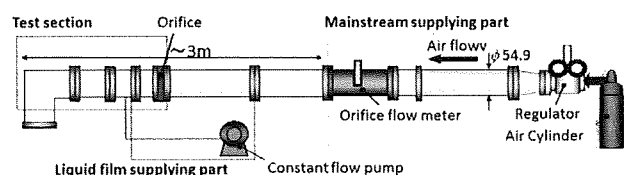


Fig.1 Schematic view of experimental setup

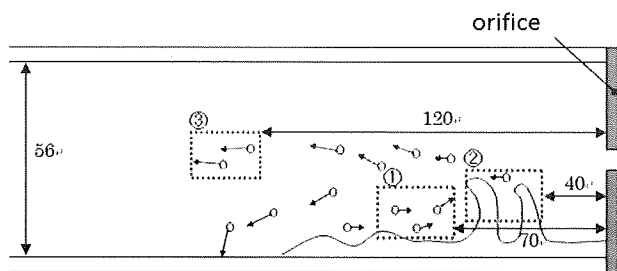


Fig. 2 Shooting locations of the high-speed video camera

### 3. 結果および考察

Fig.3 に撮影位置②での流況を示す。液膜が気流中に巻き上げられ、しかも瞬間的ではなく激しく変形しながら「定在」している様子が分かる。Fig.4、に撮影位置②における発生液滴径を示す。液膜厚さはほとんど影響せず、気流速度が速くなるほど小さい液滴が発生していることが分かる。

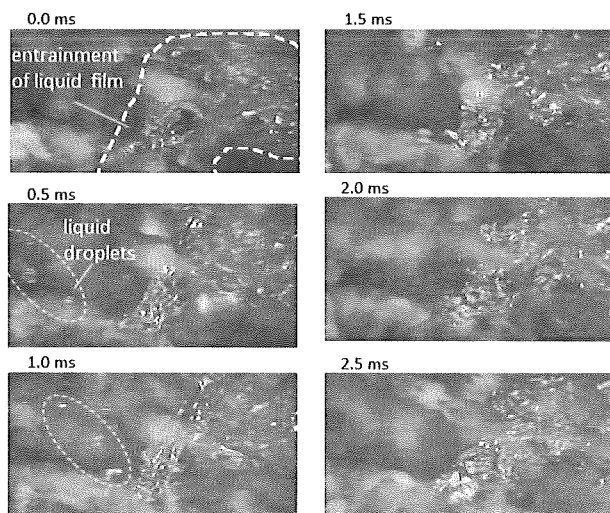


Fig. 3 Instantaneous visualization images where the liquid film is entrained into air flow

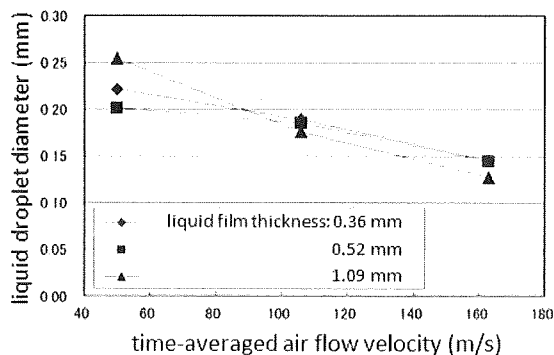


Fig.4 Relation between liquid droplet diameter and time-averaged air flow velocity

平均気流流速 50 m/s、液膜厚さ 1.09 mm の場合の撮影位置②および③における液滴径、液滴速度をそれぞれ Fig. 5、6 に示す。②で発生した液滴は気流中を流れるに従い分裂して小さくなり、かつ加速していることが分かる。

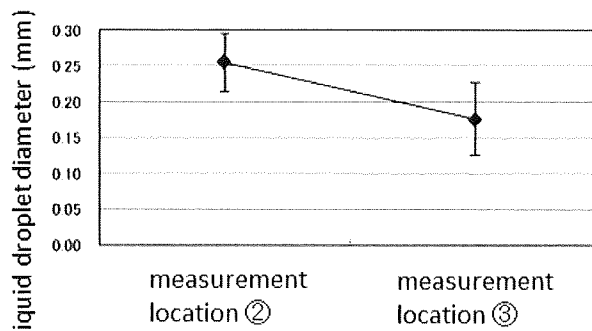


Fig.5 Liquid droplet diameter observed at the shooting location of ② and ③

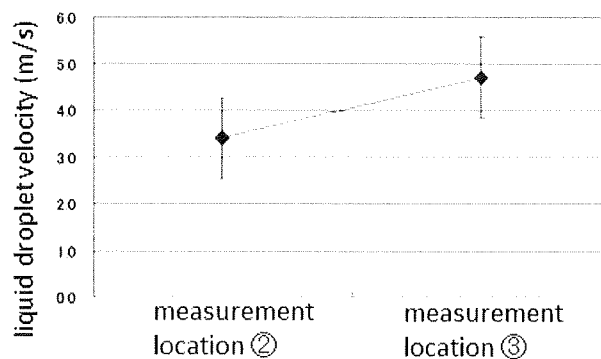


Fig.6 Liquid droplet velocity observed at the shooting location of ② and ③

### 4. 結言

本研究ではオリフィス下流に生じる液膜からの発生液滴特性を、水-空気二相流を用いた可視化実験により明らかにした。オリフィス下流再循環領域において液膜は気流中に巻き上げられ液滴に分裂し、気流中で分裂、加速し流れていくことが分かった。

### 参考文献

- [1] 森田ら, 電力中央研究所報告, L06008, 2007.
- [2] NUCIA, 2004-東北-M007.
- [3] I. Kataoka, et al., Trans. ASME, J. Fluid Engng., 105, 1983, pp 230-238.
- [4] D.F. Tatterson, et al., AIChE J., 23, 1977, pp. 68-76.