

液体噴流の固体面衝突時における飛散液滴に関する研究

Splashing droplets during liquid jet collision onto solid surface

*Zhan Yi¹, 大箭直輝¹, 榎木光治¹, 大川富雄¹, 青柳光裕², 大野修司², 高田孝²

¹電気通信大学, ²日本原子力研究開発機構

ナトリウム(Na)冷却高速炉における Na 漏えい時の燃焼解析手法の高度化に向け、鉛直下方へ噴出させた液体噴流が水平固体面に衝突する際の、液滴生成メカニズムおよび飛散液滴量相関式について検討した。

キーワード：液体噴流、液滴飛散、ナトリウム燃焼解析

1. 緒言 Na 冷却高速炉の冷却材が漏えい・燃焼する場合の熱影響解析評価技術を高度化する上では、漏えい Na が構造物等へ衝突し、液滴となって飛散する際の挙動を把握することが重要となる。このため、ノズルより鉛直下方に噴出させた液体噴流が水平固体面と衝突する事象について、実験的検討を実施している[1,2]。本報では、液滴飛散のメカニズム解明と液滴飛散量の相関式開発の結果を報告する。

2. 実験 試験流体に水を使用し、噴流の流動および液滴の飛散状況を、高速度カメラを用いて観察した。また、噴流が固体面に衝突した際に生じる液滴飛散量は、飛散液滴を紙製のウェスに吸収させ、実験前後の重量変化より計測した。

3. 結果・考察 飛散液滴量は、「噴流の分裂により生じる液隕の衝突頻度」及び「液隕のサイズと衝突速度に基づく衝突 Weber 数」の影響を強く受ける。液隕の衝突頻度は、衝突高さ L が噴流の分裂開始距離 L_1 を越えると徐々に増加し、分裂終了距離 L_2 以上ではほぼ一定値となった。このため、 L_1 、 L_2 及び $L \geq L_2$ における最大衝突頻度 $f_{\max}$ を用いて、 $L_1 < L < L_2$ の区間における衝突頻度 f を相関した。

図 1 に示すように、誤差関数を用いて、よく整理できる

ことがわかる。次に、噴流の流量に対する飛散液滴量の比で定義される飛散率 Sp^* は、衝突 Weber 数 We_p 及び $f_{\max}$ で規格化した無次元衝突頻度 $f/f_{\max}$ を用いてよく相関できることがわかった。図 2 に示すように、飛散率 Sp^* に $f_{\max}/f$ を乗じた値は、 We_p とともに徐々に増加するが、 We_p が 1000 程度以上となると増加が緩慢となり、60%程度が上限値となった。液滴飛散率は以下の式が示されている。

$$Sp^* \frac{f_{\max}}{f} = \min(4.56 \times 10^{-8} We_p^{2.3}, 0.075 We_p^{0.25}, 0.6)$$

4. 結論 液体噴流が固体面に衝突するときの液滴生成メカニズムを検討した。検討結果に基づき、噴流が分裂して生じる液隕の衝突 Weber 数と衝突頻度を用いて、液滴飛散率の相関式を提案した。

参考文献 [1] 大箭ら, 原学会 2016 年春の年会, 2D01(2016) [2] 大箭ら, 原学会 2016 年秋の年会, 2K02 (2016)

*Yi Zhan¹, Naoki Oya¹, Koji Enoki¹, Tomio Okawa¹, Mitsuhiro Aoyagi², Shuji Ohno², Takashi Takata²

¹The University of Electro-Communications, ²Japan Atomic Energy Agency

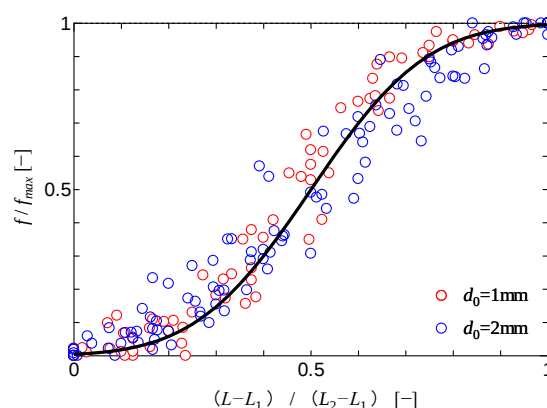


図 1 誤差関数による f のフィッティング

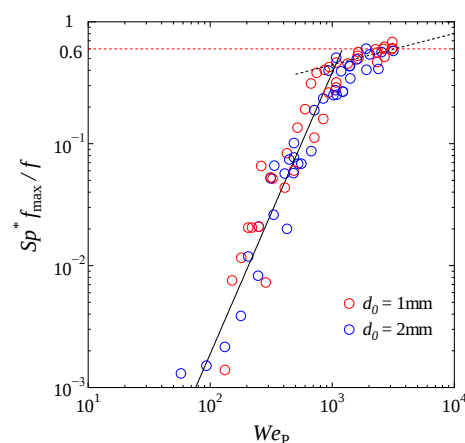


図 2 飛散率の相関式