液体噴流の液面衝突に関する研究

Study on surface collision of the liquid jet

*大箭直輝 [1]，大川富雄 [1]，榎木光治 [1]，大野修司 [2]，青柳光裕 [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て，鉛直下方に噴出する液体噴流が水平平板へ衝突する際の，液滴生成メカニズム及び飛散液滴量相関式について検討した．

キーワード： Na 冷却高速炉，Na 燃焼解析，液体噴流，飛散液滴，相関式

1. 緒言

Na 冷却高速炉の冷却材 Na が漏えい・燃焼する場合の熱影響解析評価を高度化する上では，漏えい Na が構造物等へ衝突し液滴化する際の挙動を把握することが重要である．このため，鉛直下方に噴出する液体噴流の固体面衝突時の現象を観測する実験研究を実施している.[1] 本報では，液滴化のメカニズム解明と飛散する液滴量の相関式の検討を行ったので報告する．

2. 実験

高速度カメラを用い，噴流の流動及び液滴の飛散状況を観察した．また，噴流が平板に衝突した際に生じる飛散液滴量を，紙製のウエスに飛散液滴を吸収させ電子天秤にて重量変化を計測することで算出した．

3. 結果・考察

試験流体に水を用いて観察された噴流を，4 つの典型的な流動状態に分類した．噴流流量 Q (流速 V)の増加とともに，(1)液滴状の Drop，(2)軸対称に波状な流れを形成する Lump，(3)直線状な流れの Jet，(4)噴流が断続的に分裂する Disturbance が観察された．一例として，図 1 に，ノズル径 $D = 4$ mm，衝突高さ $L = 500$ mm のとき結果を示す．ここで，飛散率 Sp^*は，噴流流量 Q に対する液滴飛散量の比であり，Sp^*を決定する上で重要なパラメーターと考えられる Weber 数($We = \rho V^2 D / \sigma$)に対してプロットした．ここで，ρ は密度，σ は表面張力である．図中には，観察された噴流の流動状態も示している．衝突前に噴流が分裂する Drop と Disturbance では，分裂により生じる液塊が衝突するたびに多量の液滴が飛散するため，飛散率が大きい．一方，衝突点で噴流が連続的である Lump と Jet では，飛散率が比較的小さいことがわかる．また，衝突高さ L が高いと，Drop 等の断続的な噴流状態に移行するため，液塊が平板に衝突する頻度 f は増加する傾向であった．ノズル径 $D = 1, 2$ mm の場合も同様の傾向が得られた．そこで，f の影響を考慮するため，We と Strouhal 数($St = fD / V$)を用いて Sp^*の整理を試みた．結果を図 2 に示す．提案する相関式は，本研究で得られた実験結果の傾向を良好に再現している．なお，f には実験値を使用しているため，f を予測する手法の開発が今後の課題の一つである．

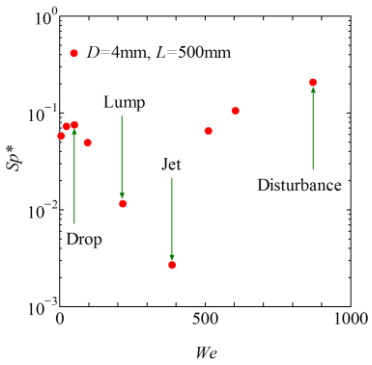

図 1　We 数と Sp^*の関係

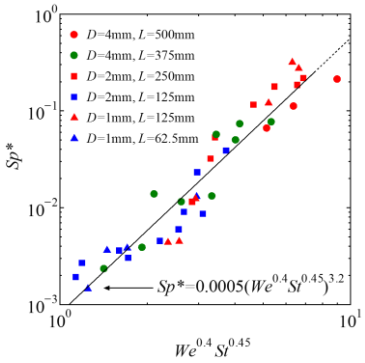

図 2　飛散液滴量の相関式

4. 結言

液体噴流衝突時の液滴生成メカニズムを検討するとともに，飛散液滴量相関式を提案した．今後，Sp^*が 0.3 を越える条件での実験，異なる試験流体を用いた実験を行い，より幅広い条件に適用可能な相関式を開発する．

参考文献　[1]日本原子力学会「2015 年秋の大会」予稿集，C17 (2015).

*Naoki Oya[1], Tomio Okawa[1], Koji Enoki[1], Shuji Ohno[2], Mitsuhiro Aoyagi[2]
[1]The University of Electro-Communications, [2]Japan Atomic Energy Agency