

液体金属ダイバータのための内部境界のある自由表面流に関する研究

**A study on a free surface flow with internal boundary
for the liquid metal divertor**大胡 武¹, 宮澤 順一^{1,2}, 後藤 拓也^{1,2}, 村瀬 尊則²OHGO Takeru¹, MIYAZAWA Junichi^{1,2}, GOTO Takuya^{1,2}, MURASE Takanori²¹総合研究大学院大学, ²核融合科学研究所¹SOKENDAI, ²NIFS

高熱負荷特性に優れる液体金属噴流 (jet) を用いたダイバータを核融合炉に適用するためには、真空容器内への悪影響を防ぐために液体金属を安定して流す必要がある。ノズルにチェーンなどの内挿物を入れ沿わせて流すことで、減速させて自由落下の場合に比べ安定化ができ、終端速度を取ることがわかっている。液体金属ダイバータへの応用にあたり、内部境界のある自由表面噴流の原理を明らかにする必要がある。実験及び ANSYS を用いた数値計算を行っている。

計算条件は、ノズル中心に内挿物を入れたような装置を模擬しており、図 1 のような中心に穴の空いた円柱（この穴は貫通しており、単純化された内挿物にあたる）の底面にある円（これがノズルにあたる）から鉛直下向きに水を流す体系を設定し、ノズル径、ノズルを模擬した部分から流れる水の速度、内挿物の半径を変化させて計算を行った。横軸に落下距離、縦軸に速度と円柱の中心からの流れ幅をとったものを図 2 に示す。色の違いは初速の違いである。このような形のデータを、ノズル径、内挿物径、初速を変化させて取り、速度、幅が一定となる値を終端速度、終端幅とした。

雨粒の落下のように速度に比例した抵抗力がある場合などは、力を F 、質量を m 、重力加速度を g 、比例係数を k 、速度を v とすると、

$$F = mg - kv$$

と表せ、ここで速度 v が一定となるときの、力が釣り合っているので、 $F = 0$ となり、 v_t を終端速度とすると、

$$v_t = \frac{mg}{k}$$

となり、初速 v_0 に依存しない。しかし、計算結果では依存することが示された。

規則性を調べるため、ノズル径と内挿物の径の差を一定にして他の条件を変えて計算し、横軸に初速、縦軸に流れ幅と内挿物径の差をプロットしたところ、図 3 の通り、1つの曲線に乗る

形となった。これにより、ノズルと内挿物の径の差が大きく影響している可能性がある。

本講演では、内部境界のある自由表面噴流を制御することを目的としてノズル径、内挿物径、初速などの任意で変化させられる条件と終端速度の関係について発表する。

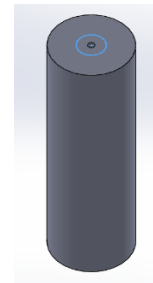


図 1 計算に用いたジオメトリ

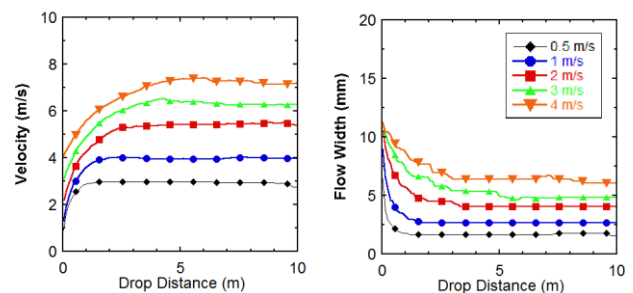


図 2 落下距離-速度、落下距離-流れ幅

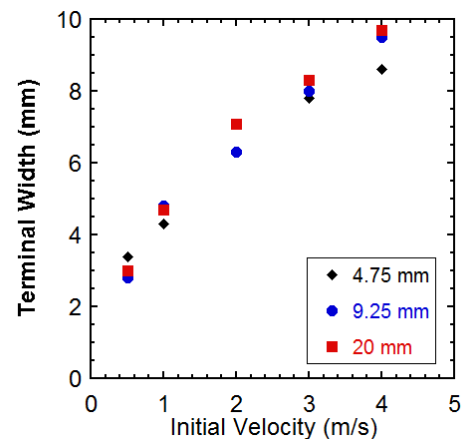


図 3 初速-終端流れ幅と内挿物径の差