

溶融金属を用いた床面衝突後の溶融炉心拡がり挙動に関する研究

Study on Spreading Behavior of Molten Core after Floor Collision with Molten Metal

*伊藤智将¹, 山本泰功¹, Nassim Sahboun¹, 三輪修一郎¹

¹北海道大学

本研究では、Sn と Cu を用いた溶融金属落下実験を行い、解析モデルの検証に利用できるばらつきの少ないデータの取得と拡がり・堆積挙動に及ぼすスケーリングパラメータの影響を評価することを目的とした。堆積挙動と Re 数、拡がり挙動と Pe 数に強い相関が確認され、無次元数の関数として実験式を構築した。

キーワード：溶融炉心、シビアアクシデント、自由落下、無次元数、床面衝突

1. 緒言

東日本大震災とそれに伴う津波によって、福島第一原子力発電所では全電源が失われ炉心溶融に至った。シビアアクシデント解析コードは溶融炉心の堆積個所や量、放射能を推定することが可能であり、事故の再現解析や発電所の安全評価を行うために活用されている。しかし、格納容器内の現象については不確かさが大きく、さらなる精度向上が求められている。溶融炉心落下時の動的特性等を解明し、実験事実に基づいてモデルを改良する必要がある。これまでに著者らは、知見の不足している床面衝突を伴う溶融金属の拡がり挙動に関する実験データの取得を行っている[1]。本研究では、解析モデルの検証に使用できるよりばらつきの少ない基礎的な実験データを取得すると共に、それらのデータと落下条件や金属物性値を考慮したスケーリングパラメータとの関係性を評価することを目的とした。

2. 実験方法

Sn と Cu を溶融炉心模擬物質として使用し、熱拡散率や表面張力、粘性率などの物性値の違いによる影響を調べた。高周波誘導加熱装置で金属試料を溶融し、鋼板に自由落下させ、凝固した金属の拡がり面積と堆積厚さを測定した。実験パラメータはノズル直径と落下高さとし、同じ条件での実験を 3 回ずつ行った。また、拡がりと堆積の挙動に対するスケーリング効果を考慮するために、無次元数（ノズル径に対する落下高さの比、Re 数、Pe 数、We 数など）の関係性を調べた。

3. 実験結果・考察

堆積挙動と Re 数、拡がり挙動と Pe 数に強い相関が確認された。実験結果に対する相関の大きな無次元数を用いた相関式による無次元堆積厚さの計算値と実験データの比較を図 1 に示す。堆積厚さの予測値と実験値との差は 30%以内となった。

今後は、溶融金属の過熱度などをパラメータとした実験データを新たに取得し、熱的影響を考慮した相関式の検討を行う。

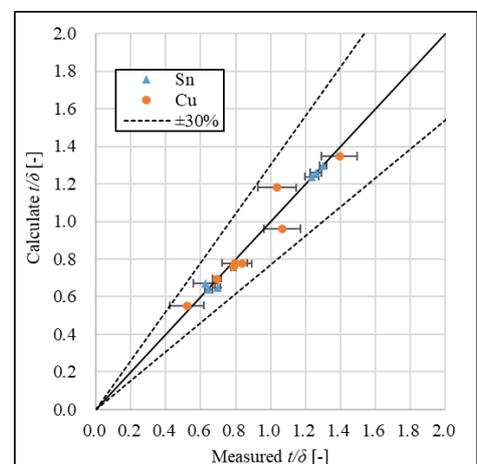


図 1：実験値と予測値の比較

参考文献

[1] T. Matsumoto et al., "Scaling analysis of the spreading and deposition behaviors of molten-core-simulated metals". Annals of Nuclear Energy, 108 (2017) 79-88.

*Tomomasa Ito¹, Yasunori Yamamoto¹, Nassim Sahboun¹ and Shuichiro Miwa¹

¹Hokkaido Univ.