

氏名(本籍)	とち お だい すけ 栃 尾 大 輔 (兵 庫 県)
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	博 甲 第 3154 号
学位授与年月日	平成15年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	蒸気爆発現象のトリガリング過程における蒸気膜崩壊現象に関する研究
主査	筑波大学教授 工学博士 河合達雄
副査	筑波大学教授 工学博士 村上正秀
副査	筑波大学客員教授 工学博士 秋本肇
副査	筑波大学助教授 博士(工学) 阿部豊
副査	筑波大学名誉教授 工学博士 成合英樹

論文の内容の要旨

蒸気爆発現象は、大規模プラントなどの様々に工業の分野ならびに火山噴火などの自然環境において発生する現象であり、蒸気爆発による大規模な事故・災害を予知・防止する上で、蒸気爆発の発生条件・機構などを明らかにすることが極めて重要となっている。この蒸気爆発の発生機構としては、粗混合した高温粒子表面上の蒸気膜が崩壊し、それがきっかけとなって蒸気爆発が発生するものとされている。しかしながら、数多くの研究がなされてきているが、蒸気膜崩壊挙動に関しては、そのメカニズムは明らかにされていない。そこで、本研究では高温固体球を用いた実験ならびに格子ガスオートマトン法を用いた解析を行い、これらの結果を総合的に検討して、蒸気膜の崩壊挙動のメカニズムを解明することを目的としている。

実験では、蒸気膜を自発的に崩壊させた場合ならびに圧力パルスを用いて強制的に崩壊させた場合の崩壊挙動について、水のサブクーリングを変化させ詳細に調べている。その結果、蒸気膜を自発的に崩壊させた場合にはサブクーリングの変化によって現象が異なること、一方、圧力パルスを用いて蒸気膜を強制的に崩壊させた場合、どのサブクーリングにおいても圧力パルス到来時に蒸気膜全体が白濁する現象が観測され、圧力パルス通過後は急速に膨脹する様子が観測されることを明らかにした。この圧力パルス到来時の気液界面の状態を調べるために熱伝導解析を行った結果、気液界面において凝縮現象が起きていることが示唆され、圧力パルス到来時の蒸気膜崩壊挙動は周囲流体の流動より相変化現象が支配的要因となる可能性が示唆された。

この実験結果に基づき、圧力パルス到来時の蒸気膜崩壊挙動に支配的となる要因をさらに詳細に調べるため、流体の複雑で微視的な挙動を再現する全く新しい手法である格子ガスオートマトン法を用いて解析的に調べることで、蒸気膜の崩壊挙動を扱えるように3次元モデルならびに伝熱相変化モデルを新たに開発し、これらのモデルを用いて蒸気膜の崩壊挙動に関する数値解析を行っている。

その結果、流動のみを考慮した場合圧力パルスの到来時に蒸気膜は剥離し下流側へと伸長する結果となり、実験結果とは定性的に異なる結果となった。一方、流動ならびに相変化を考慮した場合の蒸気膜の崩壊挙動に関する数値解析を行った結果、圧力パルス到来時に蒸気膜は収縮し、圧力パルス到来後は蒸気膜が膨脹する様子が計算され、実験結果と定性的に一致する結果となった。

この結果は、圧力パルスによって蒸気膜が強制的に崩壊させられた場合の崩壊挙動が、周囲流体の流動に起因

するものではなく、流体の相変化に起因するものであることを示唆するものである。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文で、著者は、蒸気爆発のきっかけとなる蒸気膜崩壊に関して、超高速微細可視観測を行うことによって、蒸気膜崩壊が流動ではなく相変化に起因することを見出すとともに、新しい解析手法である格子ガスオートマトン法を用いるとことによって、この知見を定性的に裏付ける結果を得ている。この結果は、従来にない全く新しい知見を示しており、工学的な蒸気爆発の発生の予知・防止を行う上で極めて有用な結果を提示している。以上より、本論文は、工学的に高く評価できるものである。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認められる。