

DA  
3154  
2002  
HG

# 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

筑波大学 工学研究科

2003年3月

栃尾 大輔

寄贈  
栃尾大輔氏

03006641

# 目次

1	緒言	
1.1	蒸気爆発に関する研究の背景	1
1.2	蒸気爆発の概念	3
1.3	従来の研究	
1.3.1	実験的研究	9
1.3.2	解析的研究	14
1.4	本研究の目的	16
1.5	本論文の構成	17
2	蒸気膜崩壊実験	
2.1	本章の目的	19
2.2	実験装置	20
2.3	実験手順	25
2.4	実験条件	26
2.5	実験データの解析	
2.5.1	画像処理による蒸気膜厚さの評価	28
2.5.2	PIV法による気液界面の微視的挙動の評価	28
2.5.3	熱伝導解析による気液界面温度の評価	28
2.6	本章のまとめ	33
3	蒸気膜崩壊実験の結果	
3.1	本章の目的	34
3.2	自発的蒸気膜崩壊実験	
3.2.1	蒸気膜の崩壊挙動に対する初期鋼球表面温度の影響	35
3.2.2	蒸気膜の崩壊挙動に対するサブクーリングの影響	35
3.3	圧力パルスを用いた強制的蒸気膜崩壊実験	
3.3.1	可視観測結果ならびに計測結果	38
3.3.2	蒸気膜の崩壊挙動に対するサブクーリングの影響	38
3.4	実験結果の考察	
3.4.1	低サブクーリングにおける実験結果の考察	43
3.4.2	高サブクーリングにおける実験結果の考察	50
3.5	本章のまとめ	55
4	3次元格子ガスオートマトン法の開発ならびに検証	
4.1	本章の目的	56
4.2	格子ガスオートマトン法の概要	57
4.3	3次元15速度LGAモデルの開発	
4.3.1	3次元15速度モデルの概要	59
4.3.2	衝突則	59
4.3.3	疎視化	60
4.3.4	境界条件	62
4.4	3次元15速度ILGモデルの開発	65
4.5	伝熱・相変化モデルの開発	
4.5.1	加熱壁モデル	68
4.5.2	重力場モデル	68

4.5.3	相変化モデル	68
4.6	二成分混合流体の凝集・分離解析による 3 次元 15 速度 ILG モデルの検証	
4.6.1	二成分混合流体の凝集・分離解析	71
4.6.2	粒子数密度ならびに各成分割合を変化させた場合の二成分混合流体の凝集・分離解析	73
4.6.3	界面積の時間変化の定量的評価ならびに理論式との比較	77
4.6.4	色仕事を用いた界面積の評価	82
4.7	多孔質体内部の流動解析による 3 次元 15 速度 LGA モデルの検証	
4.7.1	多孔質体内部流動解析の概要	87
4.7.2	多孔質体内部の流動の解析結果	91
4.7.3	異なる空隙率の多孔質体内部における流動解析結果	96
4.8	沸騰現象の解析による 3 次元 15 速度伝熱・相変化モデルの検証	
4.8.1	解析の概要	109
4.8.2	解析結果	109
4.8.3	熱流束の評価	110
4.9	本章のまとめ	115
5	格子ガスオートマトン法を用いた蒸気膜の崩壊挙動に関する解析	
5.1	本章の目的	117
5.2	解析の概要	118
5.3	流動のみを考慮した解析	121
5.4	流動ならびに壁伝熱を考慮した解析	123
5.5	流動、壁伝熱ならびに相変化を考慮した解析	125
5.6	流動、壁伝熱、相変化ならびに膨張波を考慮した解析	129
5.7	蒸気膜の崩壊挙動に関する考察	135
5.8	本章のまとめ	138
6	結言	139

## 謝辞

## 参考文献

## 付録

- A 格子ガスオートマトン法の 3 次元モデルの等方性に関する検討
- B テンソルの等方性に関する理論
- C 2 次元 7 速度モデルに関する理論的検討
- D 3 次元 15 速度モデルに関する理論的検討
- E 様々な相変化モデルを用いた場合の蒸気膜の崩壊挙動に関する解析結果
- F 熱伝導解析の詳細
- G 全参考文献リスト