

中部大学大学院 工学研究科 応用化学専攻

博士学位論文

石炭燃焼・ガス化プロセスにおける
灰の生成・付着挙動とトラブル予測に関する研究

2008 年 3 月

出光興産株式会社

産業エネルギー部 石炭・環境研究所

山 下 亨

目次

第 1 章 緒論	1
1.1 序言	1
1.2 本研究の背景	3
1.2.1 我が国の一次エネルギー供給における石炭の位置付け	3
1.2.2 石炭利用上の課題	6
1.2.3 微粉炭ボイラ・ガス化炉における灰付着トラブルと評価の問題点	9
1.3 本研究の目的・意義	14
1.4 論文構成	14
1.5 灰生成・付着挙動に関する従来の研究	15
1.5.1 石炭中の無機成分とその定量分析	15
1.5.2 高温場における灰の生成挙動	20
1.5.3 灰の付着・焼結・熔融挙動	24
第 2 章 微粉炭燃焼における灰の生成挙動	31
2.1 序言	31
2.2 燃焼過程における鉱物の凝集・分裂	31
2.2.1 実験	31
2.2.2 燃焼に伴う鉱物の組成・粒径変化の解析	36
2.3 フライアッシュ生成挙動のモデル化と予測計算	50
2.3.1 モデルの概要	50
2.3.2 無機成分の凝集・分裂計算	50
2.3.3 無機成分粒子の組成・粒径分布の予測	53
2.3.4 組成および粒径分布に関する実測値と予測値の比較	55
2.4 燃焼に伴う微粒子 (PM) の生成	58
2.4.1 実験	58
2.4.2 燃焼温度による微粒子生成挙動の違い	58
2.5 結言	59
第 3 章 石炭ガス化における灰の生成挙動	61
3.1 序言	61
3.2 揮発分放出過程における石炭粒子の膨張・収縮挙動	63
3.2.1 実験	63
3.2.2 揮発分放出時のチャー粒径変化挙動の解析	70
3.2.3 チャー粒径変化に及ぼす炭素構造の影響	78
3.3 ガス化過程におけるチャーの粒径変化と灰の挙動	81
3.3.1 実験	81

3.3.2	ガス化過程におけるチャーの粒径変化	85
3.3.3	ガス化過程における灰粒子の凝集・分裂挙動	93
3.3.4	灰生成挙動のモデル化	103
3.4	ガス化に伴う微粒子 (PM) の生成	110
3.4.1	実験	110
3.4.2	イオン交換性 Ca からの微粒子生成挙動	111
3.5	結言	117
第 4 章	灰付着挙動	119
4.1	序言	119
4.2	ボイラおよびガス化炉内における灰粒子の衝突と付着挙動	119
4.2.1	実験	119
4.2.2	付着灰成長過程の解析	123
4.2.3	灰粒子衝突時における付着判別	136
4.3	ガス化炉熱回収部における付着挙動の解析	143
4.3.1	実験	143
4.3.2	熱回収部付着物の解析	146
4.3.3	ガス化炉内の粒子挙動	158
4.4	結言	162
第 5 章	実機微粉炭ボイラにおけるスラッシング性予測	164
5.1	序言	164
5.2	実機ボイラにおける灰付着状況の観察	164
5.2.1	高温炉内監視カメラによるボイラ内部の観察	164
5.2.2	燃焼シミュレーション解析との比較	168
5.3	スラッシングトラブルの解析	173
5.3.1	燃焼シミュレーションによる解析	173
5.3.2	高温における灰層の状態予測	174
5.4	スラッシング性予測手法の構築	177
5.4.1	予測ツールの開発	177
5.4.2	新規石炭鉱山開発における予測ツールの活用	181
5.5	結言	182
第 6 章	結論	183
参考文献		
研究業績		
謝辞		