

# まえがき

エネルギー消費量の増加傾向は最近、世界的にみても、頭打ちとなっているが、長期的に展望すれば、なお高い水準で推移するものと思われる。

一方、地球規模における環境保全をさらに推進するため、燃料を多量に消費するボイラーについては、燃料の石炭、重油から良質な天然ガス等への転換及び多様化した燃料に対応する燃焼技術の開発などにより、燃焼に伴う環境汚染物質の排出を極力少なくするように一層の努力が求められている。

近年、環境保全の意識の高揚を背景に、ボイラーの燃焼技術は逐年の進歩を遂げているが、さらなる環境保全及び燃焼効率の向上を目指し、ボイラーの燃焼技術や保守管理の改善など総合的な対策を推進していかなければならない。

このような観点に立ち、(株)日本ボイラ協会は、さきに「ボイラーの燃焼と周辺技術の動向」を出版したが、その後の状況の変化に対応するため、この度、燃焼委員会において同書の全面的な見直しを行い、内容を一新して発刊することになった。

見直しに当たっては、現に取り扱っているボイラーはもちろん、これから新しくボイラーを計画する際、取り入れられるべき環境保全のための燃焼技術や保守管理などについても十分理解が得られるように配慮した。

本書が広く関係者に活用され、より高度な環境保全対策の推進に寄与することを期待してやまない。

最後に本書の作成に当たり、多大の労を煩わした次の委員各位に深甚の謝意を表す次第である。

平成8年10月

社団法人 日本ボイラ協会

会長 谷下市松

委員長	川口 修	(慶応義塾大学)
委員(五十音順)	岡 直樹	(出光興産(株))
	小林 研志	(パプコック日立(株))
	芝川 重博	(株タクマ)
	高橋 一男	(三菱石油(株))
	松尾 護	(日本ファーンエス工業(株))
	中山 俊一	(キリンビール(株))
	森山 高志	(東京ガス(株))

# 目 次

第1章 総論	1
1.1 エネルギー資源と環境保全	1
1.1.1 エネルギー資源の消費動向と将来	1
1.1.2 環境の現状とその保全対策	4
1.2 産業用ボイラーの燃料および燃焼技術の動向	9
1.2.1 産業用ボイラーの使用燃料	9
1.2.2 ボイラーの燃焼技術の動向	11
第2章 燃焼技術と環境保全対策	13
2.1 環境保全のための基準	13
2.1.1 大気汚染物質	13
2.1.2 ダイオキシン	15
2.1.3 環境基準	16
2.1.4 未規制物質	17
2.2 ボイラーから発生する汚染物質とその規制	18
2.2.1 公害発生物質	18
2.2.2 排出規制の基準	18
2.2.3 硫黄酸化物 ( $\text{SO}_x$ )	18
2.2.4 ばいじん	20
2.2.5 窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ )	21
2.3 燃焼技術による汚染物質の発生抑制	22
2.3.1 ばいじんの発生抑制	23
2.3.2 $\text{SO}_x$ の発生抑制	23
2.3.3 $\text{NO}_x$ の発生抑制	23
2.3.4 ダイオキシン類の発生抑制	24
2.4 排煙からの汚染物質の除去	25
2.4.1 ばいじんの除去	25
2.4.2 $\text{SO}_x$ の除去	25
2.4.3 $\text{NO}_x$ の除去	26
2.4.4 ダイオキシンの除去	27
2.5 汚染物質の測定・分析技術	28

第3章 固体燃料の燃焼技術	30
3.1 固体燃料の種類	30
3.2 石炭概論	30
3.2.1 石炭の生成と分類	30
3.2.2 石炭の性質と試験法	33
3.2.3 石炭の燃焼概要	35
3.3 その他固体燃料	37
3.3.1 石油コークス	37
3.3.2 廃木材	38
3.3.3 廃タイヤ	39
3.3.4 都市ごみ (RDF)	39
3.4 固体燃料の燃焼装置	40
3.4.1 ストーカ (火格子) 燃焼装置	41
3.4.2 流動層 (床) 燃焼装置	42
3.4.3 微粉炭ボイラー	45
3.4.4 特殊燃焼装置	49
3.5 クリーン・コールテクノロジー	49
3.5.1 石炭利用技術体系	49
3.5.2 石炭スラリ技術	50
3.5.3 CCS (Coal Cartridge System)	53
3.5.4 石炭灰	54
3.5.5 次世代石炭利用技術	55
第4章 液体燃料の燃焼技術	59
4.1 液体燃料の性状	59
4.2 液体燃料の燃焼	67
4.2.1 液体燃料の燃焼方法	67
4.2.2 噴霧燃焼の機構	67
4.3 液体燃料の燃焼装置	70
4.3.1 油バーナの基本性能	70
4.3.2 油バーナの構成と種類	71
4.3.3 燃料油供給装置	78
4.4 低 NO <sub>x</sub> 燃焼技術	83
4.4.1 燃焼条件と大気汚染物質の生成動向	83
4.4.2 低 NO <sub>x</sub> 燃焼法	88

第5章 気体燃料の燃焼技術 .....	99
5.1 気体燃料の性状 .....	99
5.1.1 気体燃料の種類 .....	99
5.1.2 気体燃料の性質 .....	102
5.2 気体燃料の燃焼 .....	109
5.2.1 燃焼機構 .....	109
5.2.2 燃焼方法 .....	110
5.3 気体燃料の燃焼装置 .....	111
5.3.1 燃焼装置の基本的要件 .....	111
5.3.2 気体燃料用バーナ .....	112
5.4 気体燃料の低 NO <sub>x</sub> 燃焼技術 .....	114
5.5 気体燃焼における省エネルギー .....	119
5.6 気体燃料の供給 .....	122
5.6.1 都市ガスの供給 .....	122
5.6.2 液化石油ガスの供給 .....	123
5.7 気体燃料を用いたボイラー実用例 .....	125
第6章 安全と計装 .....	131
6.1 安全確保のシステム .....	131
6.1.1 事故防止のシステムの基本 .....	131
6.1.2 事故防止のための解析方法 .....	131
6.2 ボイラー制御の基礎事項 .....	134
6.2.1 ボイラーの物質・エネルギー .....	134
6.2.2 ボイラーの制御の目的 .....	135
6.2.3 基本的な制御系 .....	135
6.2.4 燃焼の制御 .....	137
6.3 ボイラーにおける自動化システム .....	137
6.3.1 自動化システムのあり方 .....	137
6.3.2 安全性を確保するための計装の要件 .....	138
6.4 安全を確保するための計装の実際 .....	139
6.4.1 制御シーケンス .....	139
6.4.2 点火装置 .....	139
6.4.3 燃料遮断弁 .....	140
6.4.4 火炎検出装置 .....	142
6.4.5 その他の安全装置 .....	142

6.5 自動化とボイラー事故 .....	144
第7章 新しい燃焼技術及びエネルギー .....	146
7.1 新しい燃焼技術 .....	146
7.1.1 触媒燃焼 .....	146
7.1.2 酸素富化燃焼 .....	149
7.1.3 エマルジョン燃焼 .....	152
7.1.4 パルス燃焼 .....	155
7.1.5 高温空気燃焼 .....	159
7.1.6 水管群内燃焼 .....	161
7.2 新しいエネルギーシステム .....	165
7.2.1 コ・ジェネレーション技術 .....	165
7.2.2 ヒートポンプ .....	173