

ま え が き

最近におけるボイラーは、高性能・燃料の多様化等によりその運転が複雑化するなかで、エレクトロニクス技術の進歩に支えられて自動制御技術が高度化し、インテリジェントシステムの導入等が行われている。

一方、自動制御装置を過信し、適切な維持管理が行われないと、事故等のトラブル発生の要因ともなっている。

これらのトラブルを防止するとともに、省エネルギー対策、CO₂ガス排出抑制対策、環境保全対策等の社会的な強い要請の中で、ボイラー技士の適切な職務の遂行が必要であり、そのため自動制御についての新しい知識と技術の習得が強く求められている。(社)日本ボイラ協会は、平成10年に「最近のボイラーの自動制御技術」を発刊したが、このような状況に対応するため、このたび「自動制御委員会」において、見直しを行い、発刊することになった。

見直しにあたっては、ボイラー技士に必要な自動制御に関する知識をその基本理論、最近の自動制御及びマイクロコンピュータ等について広く系統的に解説した。

本書がボイラー技士をはじめ関係者各位に広く活用され、ボイラーの安全、かつ、効率的な運転、取扱いが確保されることを期待してやまない。

平成19年 1 月

社団法人 日本ボイラ協会
会長 露 木 保

目 次

1. ボイラーの自動制御の概要	1
1.1 制御と自動制御	1
1.2 ボイラーの自動制御の目的	1
1.3 制御量と操作量	1
1.4 ボイラーの構成と制御	2
2. シーケンス制御	4
2.1 シーケンス制御の概要	4
2.1.1 シーケンス制御に使用される論理回路の基礎	5
2.1.2 シーケンス制御に使用される基本回路	9
2.2 タイムチャート	12
2.3 プログラミングタイマ，リレーによるシーケンス制御の例	13
3. フィードバック制御	17
3.1 フィードバック制御の概要	17
3.2 オン・オフ制御	19
3.3 ハイ・ロー・オフ制御	20
3.4 比例制御（P制御）	20
3.5 比例・オン・オフ制御	22
3.6 比例・積分制御（PI制御）	23
3.7 比例・積分・微分制御（PID制御）	23
3.8 比例・積分・微分制御の最適調整	24
3.9 カスケード制御とフィードフォワード制御	29
4. ボイラーのフィードバック制御	31
4.1 燃焼制御	31
4.1.1 燃焼制御の概要	31
4.1.2 O ₂ 制御	32
4.1.3 クロスリミット制御	34
4.2 水位制御（給水制御）	35

4.2.1	オン・オフ水位制御	35
4.2.2	比例（比例・積分・微分制御）水位制御	35
4.3	炉内圧制御	36
4.4	蒸気温度制御	37
4.5	その他の制御	38
4.5.1	燃料系統	38
4.5.2	通気系統	39
4.5.3	給水系統	41
5.	ボイラーにおける自動制御の実際	42
5.1	中・小ボイラーの自動制御	42
5.1.1	オン・オフ燃焼制御	42
5.1.2	リンク機構による燃焼制御	42
5.1.3	オン・オフ水位制御	43
5.1.4	電気式自動制御	43
5.2	工業計器を使用したボイラーの自動制御	44
5.3	工業計器によるボイラーの総合制御システム	45
5.4	流動層ボイラーの燃焼制御	46
5.5	省エネルギー，省電力運転	48
5.5.1	自動燃焼制御（ACC）における電子制御化	48
5.5.2	省電力，低騒音化としてのインバータ	51
5.6	小型及び簡易ボイラー制御における多機能マイコンの定着化	55
5.7	最近の自動制御の保守メンテナンス	57
6.	制御及び管理用機器	59
6.1	圧力制御用機器	59
6.1.1	圧力検出器	59
6.1.2	オン・オフ式蒸気圧力調節器	61
6.1.3	比例式蒸気圧力調節器	62
6.2	温度制御用機器	64
6.2.1	温度検出器	64
6.2.2	温度調節器	66

6.3	水位制御用機器	67
6.3.1	水位検出器	67
6.3.2	熱膨張管式水位調整装置	70
6.4	流量の検出	71
6.4.1	差圧式流量計	71
6.4.2	容積式流量計	72
6.4.3	面積式流量計	72
6.4.4	渦流量計	73
6.4.5	電磁流量計	74
6.4.6	流量スイッチ	74
6.5	指示調節計	75
6.6	分析計	76
6.6.1	排ガス分析計	76
6.6.2	水質分析計	77
6.7	操作部	78
6.7.1	コントロールモータ	78
6.7.2	調節弁	79
6.7.3	ダンパ駆動器	80
6.8	計器類	81
7.	最近の自動制御機器	83
7.1	マイクロコンピュータ	83
7.1.1	マイクロコンピュータの概要	83
7.1.2	マイクロコンピュータの用途	83
7.2	プログラマブルロジックコントローラ (PLC)	84
7.2.1	PLCの概要	84
7.2.2	PLCの基本構成	85
7.2.3	PLCの実際	87
7.2.4	PLCのプログラミング	89
7.2.5	PLCのボイラー制御への応用	90
7.3	分散型制御システム (DCS)	91

8. 燃焼安全制御	94
8.1 燃焼安全制御	94
8.2 主安全制御器	95
8.3 火炎検出器	99
8.4 点火装置	108
8.5 燃料遮断装置（弁）	110
9. 進歩した最近の制御技術	114
9.1 遠隔監視及び診断技術	114
9.1.1 遠隔監視及び診断技術の導入目的	114
9.1.2 遠隔監視制御に関する基準	114
9.1.3 遠隔監視のコンピュータ化	115
9.2 多缶設置システム	118
9.2.1 多缶設置システムの導入目的	118
9.2.2 多缶設置システムの構成と機能	118
9.2.3 多缶設置システムの熱管理	119
9.3 制御技術の高度化	122
9.3.1 最適化制御	122
9.3.2 ユーティリティーオペチマイザーと運転支援システム	124
9.3.3 大気汚染物質排出量制御	124
9.4 自動制御機器の信頼性向上及びフェールセーフの考え方	125