O₂ 低減バーナーの導入

王子製紙株式会社 富士工場 早坂 勝紀

Introduction of Oxygen Decrease Burner

Katsunori Hayasaka

Fuji Mill, Oji Paper Co. Ltd

Fuji Mill of Oji Paper produces boxboard and recycled paper using waste paper varying from old newsprint to milk cartons in a favorable environment such as abundant groundwater from Mt. Fuji and convenience for transporting products to both Tokyo and Nagoya metropolitan areas. To support paper and board production, Fuji Mill has a 100 MW power plant featuring three steam boilers and three turbine generators. The No. 3 boiler, which this paper addresses, is oil-fired water-wall-tube type, in service since 1990, and can generate 70 t/h of steam at 9.8 MPa. In order to control ash dust, slightly higher oxygen concentration in the exhaust gases is set to this boiler. In addition, the burners are frequently ignited and extinguished due to large load changes.

Then, in order to decrease oxygen concentration and reduce the frequency of ignition and extinction by improving turndowns, new burner tips are introduced to this boiler. This paper reports trials to choose optimal burner chips and the results of the tests.

分類：U₁ ボイラ，U₂ 省エネルギー一般

1. はじめに

当工場の3号ボイラーはC重油焚きの水管ボイラーで1990年9月より稼動している。従来のバーナーでは、ばいじんの発生を抑えるため、ボイラー出口のO₂をやや高めに運転していた。そこで、低O₂燃焼での運用による省エネ、燃焼改善を目的に、ニッセキバーナーを採用し、初期の効果確認ができたのでその概要を紹介する。当工場3号ボイラーの全体図を図1に示す。

2. 計画概要

2.1 改善目標（65 t/h）

①排ガス O₂ の低減：45%（2.6%→1.4%）

②排ガス NO_x の低減：10%

③ターンドアウンの改善：35 t/h～70 t/h の範囲にてバーナーを消火することなく良好な燃焼を確保する。

④煤塵濃度：スモーク値 6 以下

実施にあたっては計画達成までメーカーの保証事項として製作を行うこととした。

2.2 採用バーナーの概要

採用したバーナーの形状を図2に示す。燃料に旋回流を与え噴霧を均一化させ、次の特徴を持つ。①微粒子化に優れる。②噴霧スピードが速い。③噴霧の外周が濃密で均一。④油と蒸気の流れがスムーズ。

3号ボイラ仕様		
蒸発量	70t/h	
蒸気圧力	100k	
蒸気温度	500℃	
燃料	C重油	
バーナー	上段	2本
	下段	2本

図 1 3号ボイラー全体図

図 2 バーナー形状

図 3 3分割配列チップ形状

3. テスト経過

- (1) 97年11月にメーカーとの打合せを行い計画をスタートした。
- (2) 98年9月より現バーナーでの基礎データの収集。
- (3) 10月4日ニッセキバーナーに交換し第1回評価テストを実施。

4. テスト結果

4.1 第1回目テスト

第1回目の試用バーナー（チップ）は図3に示すような噴霧口が3分割配列のタイプで、仕様はつぎのよ

うになっている。

上段チップ：穴径φ3.19，噴霧角77.5°

下段チップ：穴径φ3.19，噴霧角77.5°

→φ3.28，噴霧角75°

テスト方法は、まず初めに現状（55 t/h時）バーナーでのデータを取り、それで得られた値（スモークテスターを使用）を基準としてその値を超えないように負荷調整，燃焼調整を随時行いながらボイラー出口O₂を最小値までもっていくこととした。取替直後ではスモーク値が7となり，取付前の値に比べて大きな値となったため，2次，3次空気の開度変更，油温の変更，

またチップ形状の変更など様々な調整を行った。
結果的にはターンダウン（図4）以外のO₂及びNO_xに関してはそれほど良い結果でなかったものの（表1）、この結果を元にチップの設計変更を行い第2回目のテストに臨んだ。

4.2 第2回目テスト

第2回試用チップの仕様はつぎの通り。

図4 ニッセキバーナーと従来バーナーとのターンダウン比較

表 1 第 1 回テスト結果概要

テスト項目	評価	負荷	ニッセキバーナー	従 来バーナー
ターンダウン	○	55 t/h	※図 4 参照	
O ₂	△		2.1%	2.4%
NO _x	×		+9%	—
スモーク値	×		7	6

上段チップ：穴径φ3.07，噴霧角80°
下段チップ：缶左穴径φ3.48，噴霧角75°
缶右 φ3.76，噴霧角75°
形状については第1回目のものと同等品・3分割配列。

前回のテスト結果から設計変更されたバーナを使用し翌月11月に第2回目のテストを実施した。2回目の主目的は濃淡バーナーにすることである。前回のテスト後半で下段バーナーの穴径を大きいものに変更したことで良好な結果を得られたことから、今回は更に濃淡を強めることでより効果を大きくすることを狙った。2日間テストを行い、つぎのような結果が得られた（表2、図5）。

- ①NO_x，ターンダウンに関しては十分な結果が得られた。
 - ②O₂の目標値1.4%以下はクリアできなかった。
- 上記の結果を踏まえ、チップの基本形状の変更も考慮に入れた対策チップを使用しテストを実施することにした。

4.3 第3回目テスト

第3回試用チップの仕様はつぎの通り。
上下段チップ：穴径φ3,24，噴霧角80° 2分割バーナ
第3回目のテスト用チップは従来形状の2分割火炎

図 5 第2回テスト時のターンダウングラフ

表 2 第 2 回テスト結果概要

テスト項目・負荷		従 来バーナー	ニッセキバーナー	評価	備考
O ₂ (%)	55 t/h	2.3	1.6	△	
	65 t/h	2.6	1.5	△	40% 低減
スモーク	55 t/h	5	7	△	
	65 t/h	7	5.5	○	
NO _x	55 t/h	—	−15%	◎	
	65 t/h	—	−17%	◎	
ターンダウン				◎	図 5 を参照

表 3 最終テスト結果概要

テスト項目・負荷		従来バーナー	ニッセキバーナー		評 価 (2 分割火炎)	備考
		2 分割火炎	3 分割火炎	2 分割火炎		
O ₂ (%)	55 t/h	2.3	1.6	1.2	◎	
	65 t/h	2.6	1.5	1.3	◎	
スモーク	55 t/h	5	7	5	○	
	65 t/h	7	5.5	6	○	
NO _x	55 t/h	—	−15%	−13%	○	
	65 t/h	—	−17%	−15%	○	
ターンダウン		図 9 参照			◎

図 6 2 分割配列チップ形状

図 8 NO_x 比較

図 7 ボイラ出口濃度比較

型を採用した（図 6）。

2 回のテスト結果を元にバーナー形状を再考し、3 分割火炎を 2 分割火炎型に改造したチップでテストを行い、表 3、図 7、図 8、図 9 に示すような良好な結果を得ることができた。

5. ま と め

3 回のテストと操業における調整により計画値を満足できるような結果を得ることができた。その中でもサーマル NO_x を減らせばいじんも抑えるという相反する要素を同時に満足させるような今回のケースで

図 9 最終ターンダウン比較

は、種々の試行錯誤や操業サイドでの工夫が一際重要となってくる。今後も、今回のテスト成果を糧に更に省エネ、省力化、そして発想の豊かな改善を進めていきたい。

第7回エネルギー実態調査報告（その1）

紙パルプ技術協会 エネルギー委員会

紙パルプ技術協会エネルギー委員会では、1998年度のエネルギー使用の実態調査を行うため国内の主要工場にアンケート票を送り、92工場から回答を得た。これは、全生産の89.6%、全板紙生産の76.2%、全パルプ生産の94.8%をカバーしている。同様な調査が1987年にも行われており、両者を比較することにより、業界のエネルギー削減に対する努力が明らかになった。

その1では、種類別エネルギー消費量、エネルギー変換効率、各種パルプ生産における蒸気及び電力原単位等を要約する。

（本文3ページ）

ワイドレンジバーナーを利用した省エネルギー

日本製紙株式会社 石巻工場動力部 手賀 秀一

石巻工場には、1972年に運転を開始した重油ボイラー（以下6号ボイラーという）があり、現在も常用缶として操業している。6号ボイラーには、総数6本の重油バーナーが設置されており、工場負荷に追従して負荷調整を行っている。当時、使用していたバーナーチップは内部混合型であった。内部混合型のチップは、重油とアシスト蒸気が混合する際に圧力損失が発生するため比較的アシスト蒸気の使用量が多かった。そこで、圧力損失が少ない中間混合型のバーナーチップを採用し、省蒸気を図った。また、6号ボイラーは全負荷調整範囲を重油バーナー6本で運転できないため、当時はバーナー本数制御を行っていた。その際、監視業務やメンテナンス業務に関する操業上の問題が発生していた。同チップのその他の効果として、ターンドアンの拡大効果が高いため、本数制御の廃止を検討した。その結果、本数制御が皆無となり、バーナー6本使用による連続運転が可能となった。

本稿では、バーナーチップの更新により達成された省蒸気と、その特性を生かして実現した操作性改善項目について報告する。その他の付帯効果として、ボイラー排ガスNO_xが低減されたため、併せて報告する。

（本文22ページ）

O₂低減バーナーの導入

王子製紙株式会社 富士工場 早坂 勝紀

王子製紙富士工場は富士山麓の豊富な地下水と、名古屋、東京などの大消費地に近いという恵まれた環境の中にあり、新聞古紙、ミルクカートンなど幅広い古紙を原料に白板紙、再生紙を生産している。これらを支える動力設備としてボイラー3缶、タービン3基の総発電電力100MWの発電所を有している。

今回紹介する3号ボイラーは蒸気圧力9.8MPa、蒸発量70t/hのC重油専焼水管ボイラーで、1990年より稼動している。このボイラーは、煤塵の発生を抑えるためにボイラー出口の排ガス酸素濃度をやや高めに