PS 焼却炉改造と運転経験

大昭和製紙株式会社 岩沼工場工務部動力課 ○鈴木 裕, 菅野 義照

Operating Experience and Reconstruction of Paper Sludge Incinerator

○Yutaka Suzuki and Yoshiteru Kanno

Iwanuma Mill, Daishowa Paper Co, Ltd

鈴木 裕

The incinerator of Daishowa Paper Iwanuma mill has burned and disposed paper sludge (PS) and rejects from waste paper deinking process (DIP) without using any auxiliary fuel.

This incinerator was required reconstruction in order to apply both new dioxin regulation in Dec. 1997, and the increase of PS due to the increase of DIP production.

The reconstruction was completed in May 2002. Burning capacity increased 60 t/d, namely from 190 t/d to 250 t/d. New addition of waste heat boiler, which recovers waste heat energy, and steam turbine generator has enabled maximum 3,100 kW generating power.

A couple of month's commercial running, normal operation has been attained in spite of the blockage of fuel feed system and the trouble of ash conveying system.

This paper reports on the outline of reconstruction and operating experience of paper sludge incinerator.

分類：U, ボイラ, T₁₇ 廃棄物利用

1. はじめに

岩沼工場は仙台の南約 20 km, 国道 4 号線と 6 号線, 東北本線と常磐線が合流する交通の要衝にあり, 東北の工業地帯の要である仙台港・塩釜港・仙台空港の近くに位置している。この良好な立地条件に加えて, 豊に流れる阿武隈川の水資源にも恵まれ, 大昭和の中核として発展してきた。

昭和 43 年近代化を目指す最新鋭の工場として誕生した岩沼工場, 敷地面積 579,000 m² のスペースの中には, 最新鋭設備・技術を組込んだ紙・パルプの一貫生産ラインがレイアウトされている。

また環境保全については, 地域とタイアップし研究

や対策に力を注ぎ, 万全の体制で自然や社会環境との調和をはかっています。資源問題についても新聞古紙のリサイクルを積極的に行ったり, 排水や蒸気の再利用など資源の有効活用をはかっている。

2. 焼却炉改造経緯

今回焼却炉を改造するにあたって, 平成 14 年 11 月末までにダイオキシン濃度 1 Ng—TEQ をクリアする設備で有ること, 燃焼ガス冷却装置が含まれていることである。

ダイオキシン濃度については現状設備で十分クリア可能であるが, ガス冷却装置が設置されていない, これを遵守するため設置が不可欠となった。

図 1 全体フロー図

一方エネルギー施策の点からも廃熱を回収する事が不可欠であり、また将来的に見て DIP の増産によるペーパースラッジ (PS) ファイバーフロー粕の発生増加にも対応できる設備として廃熱ボイラーを設置し、新基準をクリアしつつ更に発電を行うことで省エネルギー効果も期待できるタービン設備も併せて計画した。

ボイラーの能力としては最大蒸発量 20 t/h、最大使用圧力 2.65 Mpa、最高使用温度 350℃、タービン出力 3,100 kWh/時を計画。平成 14 年 5 月 31 日完成 6 月 1 日試運転開始、7 月 18 日安全管理審査、9 月 9 日使用前検査、9 月 10 日営業運転開始。

3. 計画概要

3.1 全体フロー

図 1 に全体フロー図を示す。クラリファイヤー・活性汚泥後沈・セディシクナーから抽出した汚泥はスクロープレスで脱水後ベルトコンベヤーにより焼却炉に供給される。また、ファイバーフロー粕及びその他裁断粕等々は投入ホッパーに仕込まれ定量供給され PS と一緒に炉内投入される。

800℃ 以上で燃焼した排ガスは二次燃焼室・ボイラーに入り高温蒸発缶、高温空気予熱器、加熱器を通り低温空気ヒーターに入り空気を予熱バグフィルターで除塵後煙突から排出される。

ボイラーの給水は強制循環型で、加熱器通過後蒸気タービンに送られ発電後の蒸気は全量復水としてボイラー給水タンクに送られる。

3.2 補助燃料

基本的に焼却炉は自然が目標であるが、PS の脱水状況により化石燃料 (A 重油) の助燃が発生する。化石燃料削減方策として、現在 RPF の利用を検討しテスト燃焼中である。表 1 に補助燃料の特徴を示す。

3.3 設備概要及び特徴

表 2 に設備概要を示す。

3.3.1 焼却炉

主燃焼室は流動床方式により比較的大きな塊に対しても砂の流動により、完全燃焼が可能である。また砂全体の温度も均一となるため多少の水分変動にも対応できる。

3.3.2 排熱ボイラー

最大蒸発量 20 t/h・2.65 Mpa・350℃ 高温蒸発缶、空気予熱器過熱器と直列型。

3.3.3 タービン

PS の発生量 (250 t/D) 発熱量から 3,100 kWh とし所内使用とした。

3.3.4 PS 脱水機設備

PS の熱エネルギーを回収し安定燃焼させるため、含水率を極力下げることが必要であり現在 4 台のスクロープレスが稼動中でロータリースクリーン付きの

表 1 補助燃料

	発熱量	灰 分	
RPF	6,700 kcal	2.42%	価格が安い
重油 (A)	9,300 kcal	0.01%	価格が高い

表 2 排水処理設備概要

排水処理設備

活性汚泥設備	50,000 m ³ /D×1 基
クラリファイヤー	60,000 m ³ /D×1 基
セデシクナー	100,000 m ³ /D×2 基

PS 焼却設備

バブ日立流動床式 焼却設備	PS 240 t/D+D 1 P 粕 10 t/D 計 250 t/D
------------------	--

ボイラー

形 式	単胴水管式強制循環形 廃熱ボイラー
主蒸気圧力	2.65 MPa
温 度	350℃
蒸発量	20.0 t/h
運転開始	2002 年 9 月
メーカー	バブcock日立

PS 脱水設備

スクリュースレス	40 t×3 台	計
スクリュースレス	60 t×1 台	60 t/D
	合計 180 t/D	

タービン

形 式	6 段衝動復水式
定格出力	3,100 kWh
温 度	315℃
運転開始	2002 年 9 月
メーカー	(株)シンコー

設備である。凝集剤はアニオン・カチオンの二液処理となっている。

3.4 環 境 対 策

図 2 に環境対策フローを示した。

3.4.1 ダイオキシン対策

ダイオキシン発生の抑制対策として燃焼室で 800℃ 以上を確保、更に二次燃焼にて完全燃焼し滞留時間 2 秒以上をクリアー、バグフィルター入り口温度は 200℃ 以下とした。

また燃焼状況を監視するため CO モニターを設置常時監視するとともに異常時の対策として活性炭吹込み装置も設置した。

3.4.2 NO_x 対策

ダイオキシン抑制と相反する No_x 対策として尿素水の噴霧装置を設置対策とした。

3.4.3 SO_x 対策

PS 及びファイバーフロー粕等々が炉に入る手前で炭カルを散布し、炉内脱硫方式とした（スクラバー設備はない）。

3.4.4 煤 塵 対 策

バグフィルターによる除塵（サイクロン等々設備はない）。

4. 運 転 状 況

4.1 負 荷 変 動

基本的に PS 発生量に対し 100% 焼却であり、ボイラー・タービンの出力状況は PS 量に見合ったものとなっている。

4.2 運 転 ・ 停 止

起動には砂温度が 400℃ 以上あるホットスタートとそれ以下のコールドスタートがある。コールドスタートは炉内砂 60 t を投入し起動バーナーにて昇温する、プレヒートが 4 時間その後 50℃/時で昇温、500℃ で砂中（助燃）バーナー点火 65℃/時昇温 700℃ で PS 投入開始、炉内温度安定後順次バーナーを消火し重油ポンプを停止する。

図 3 に蒸気圧力・蒸気流量・発電量のトレンドを示す。また図 4 に昇温曲線を示す。

4.3 ト ラ ブ ル 事 例

運転が不能となる事故は発生していない、しかし対応が必要である操業上のトラブルは数件あり、そのほとんどが PS 投入設備・灰搬送設備で発生している。

4.3.1 PS 投入部分の詰り

トラブルの主要原因となっているのはファイバーフロー粕によるもので、仕込ホッパーからベルトコンベヤーにて炉内投入となるのだが炉入り口に一軸で A—B に振分ける分配スクリュースコンベヤーがあり粕に含まれる紐類が巻きつき搬送を妨げオーバーロードトリップを発生させている。またその下にある炉投入ロータリーバルブのポケット詰りによるトリップも同様ファイバーフロー粕に起因している（図 5）。予防策として定期的にスクリュースへの絡み付き除去作業を行っている。

4.3.2 灰コンベヤートリップ

フライトコンベヤーで灰を搬送しバケットエレベーターを介し灰ホッパーにストックするのだが、低温エアヒーター 4 段・ボイラー 4 段のストブローを実施した際「どさ落ち」が発生し、灰コンベヤートリップ

図 2 環境対策フロー

図 3 蒸気圧力・蒸気流量・発電量のトレンド

図 4 昇温曲線

図 5 分配 S/C 詰まり

の要因となっている。この対策としてストブロー投入サイクルを変更して対処している (図6)。

将来的な対策としてはタイマーの設置等取組む、また灰コンベヤ減速機の容量変更を視野に入れて検討中である。

5. 定常運転管理

5.1 主 制 御

PS 焼却炉という点から PS の全量焼却を原則とし、

図6 灰処理設備フロー図

ファイバーフロー粕・裁断粕類も量の確保と多少なりとも熱量を確保し、タービン負荷増減による調圧運転。

5.2 押込み風量と砂層高

燃焼を維持・自然とするためには炉床の流動が安定していることが不可欠であり、そのため押込み空気量、砂層高の制御が必要となる。

5.2.1 押込み空気量

押込み空気は炉内流動砂の流動化空気として定量供給し、燃焼状況・負荷に応じて調節している。押込み空気量が不足となれば「流動化不良」が発生し、層内温度不均衡となり不燃物の堆積が考えられる。負荷に対する空気量は $30,000 \text{ m}^3\text{N/h} \sim 18,000 \text{ m}^3\text{N/h}$ に設定。

5.2.2 砂層高

炉内砂量管理は運転中の流動砂高を測定するのは無理であり、この為押込み空気ヘッダーの圧力により監視している、通常時の砂層高は以下の通りである。

ヘッダー圧上限：25 kpa (砂 H=1,100 mm)

下限：18 kpa (砂 H=900 mm)

5.3 炉床温度制御

5.3.1 層温調節

運転中の炉床温度はPS燃焼、空気量PSの水分調節により制御している。

- ・炉床温度上昇→流動化空気を炉内 O_2 に見合った量に調節する。
- ・炉床温度低下→流動化空気の調整、更に助燃バーナーで昇温。

5.3.2 2次空気量

炉内燃焼状態の変化により変動する炉出口酸素濃度は出口 O_2 監視を行い流量の調節は手動にて実施している。

6. エネルギー

タービン複水器冷却用循環水の冷却はクーリングタワーを通して、温度 $35^\circ\text{C} \sim 45^\circ\text{C}$ の範囲で調節するため夏場と冬場の運転はファンの運転台数を増減して制御している。

7. 今後の課題

現在の発電量はPS及びファイバーフロー粕焼却のみでは目的の3,100 kWが達成出来ないため化石燃料以外の燃料を検討していく、手段としてRPF・RDFのリサイクル燃料の有効活用を検討していく。また安定した発電を行うためつぎの対策をとる。

- 1) 分配スクリーコンベヤー及び炉投入ダンパーの詰り防止を図る。
- 2) 灰搬送コンベヤーオーバーロード防止対策等日常運転の点検・監視を強化しトラブル防止図っていく。
- 3) 灰・砂の有効利用。

灰は100%セメント材料として有効利用しているが、ここに来て炉から排出される砂の量が増加しているため、砂の有効利用または粉碎炉内再投入が可能か検討中である。

8. おわりに

平成14年6月運転開始から数ヶ月が経過し、運転の要点確認されてきたがいかにトラブルをなくし安定した運転ができるか、これによりいかに効率良く発電ができるかで、省エネにも大きく左右するので、早期安定操業を目指したい。

ラッジ等の廃棄物が発生する。これら廃棄物を流動層方式の#1スラッジボイラー（以下#1SLB）にて燃焼することにより廃棄物削減、化石燃料代替によるエネルギーの有効利用及びコストダウンを積極的に進めて来た。

ここに#1SLBでのスラッジ、パーク及びRPFの導入経緯及び導入時における問題点とその対策方法並びに廃棄物の有効利用方法について紹介する。

（本文 80 ページ）

スラッジ固形燃料化設備について

日本製紙株式会社 勇払工場工務部 土田 直道

日本製紙(株)勇払工場は、KP・TMP及びDIPの原料設備と5台の抄紙機で新聞紙、上質紙、コート紙、カップ原紙などを年間約30万トン生産している。これらの各工程から発生する排水は、クラリファイヤーを経由し放流される。排水スラッジ発生量は設備計画当時に絶乾7,600トンであった。廃棄物の削減及び有効利用する対策として排水スラッジの固形燃料化設備を2000年10月に設置し、操業開始した。従来排水スラッジは低位発熱量が低く燃料とはみなされていなかったが、場内で発生する廃パレットを解体した木片や紙管片等を混合し成形することにより固形燃料化できた。当工場では、この固形燃料を流動床式石炭ボイラーにて燃焼し、発電することによりサーマルリサイクルを達成するとともに最終処分量も大幅に削減できた。本報では、排水スラッジ固形燃料化設備の概要について報告する。

（本文 84 ページ）

ペーパースラッジ・木屑混焼ボイラーの操業 —地域への貢献・化石燃料からの転換・エネルギーコストの削減—

東海パルプ株式会社 島田工場原動部動力課 平川 弘行

当社では、包装容器リサイクル法の施工等、強化される環境改善への社会的動向に鑑み、未利用資源の有効利用の観点から、製紙原料の古紙利用率のアップや、再生紙の用途拡大に努力してきた。しかし、これらの取り組みは、都市ゴミ発生の削減に少なからず貢献すると同時に、工場内にて発生するペーパースラッジやバルバー粕、スクリーン粕など、いわゆる「産業廃棄物」の排出量増大を引き起こすこととなった。

こうした事業活動によって発生する産業廃棄物を焼却処分するために、当社では4基の施設を保有していたが、設備の高効率化、老朽化及び熱回収に対応する必要がある、ペーパースラッジ・木屑混焼ボイラーの建設を計画した。

本報告は、今回新設したペーパースラッジ・木屑混焼ボイラーの操業経験を報告するものである。

（本文 90 ページ）

PS 焼却炉改造と運転経験

大昭和製紙株式会社 岩沼工場工務部動力課 鈴木 裕、菅野 義照

当工場の焼却炉は、ペーパースラッジ（PS）と古紙パルプ（DIP）工程で発生するDIP粕を、補助燃料を使わずに焼却処理している設備である。

この焼却炉は平成 9 年 12 月のダイオキシンに関する法改正に伴う新基準に適合させるため、さらに DIP の増産に依る PS 量増加に対応するため改造が必要であった。

これらを背景に焼却炉の改造工事を計画し 2002 年 5 月に完工させた。ダイオキシン対策のほか、この改造により焼却能力を絶乾量 190 t/日から 250 t/日と 60 t/日増加させた。さらに廃熱エネルギーを回収するため廃熱ボイラーと蒸気タービンを設置し最大 3,100 キロワットの発電が可能となった。営業運転を開始し数ヶ月が経ち、ほぼ順調に運転してきたが問題点も発生している。供給系統の詰り・灰搬送設備のトラブルといった今後改善が必要な部分もあり、対策案を検討中である。本報では改造の概要や特徴などの紹介、またこれまでの運転経験について報告する。

(本文 99 ページ)

新エネルギー関連支援制度紹介

新エネルギー産業技術総合開発機構 新エネルギー導入促進部 杉本 和弘, 河井 信之

新エネルギーとは「新エネルギー利用などの促進に関する特別措置法」において、「技術的には実用化段階に達しつつあるが、経済性の面での制約から普及が十分でないものであって、石油代替エネルギーの導入を図るため必要なもの」と定義づけられている。

1980 年の設立以来 NEDO は新エネルギーの開発、普及促進を重要な任務のひとつとして実施してきた。

NEDO は、新エネルギーの開発、普及促進のため、①コスト低減や効率向上のための研究開発、②開発された技術が現場に適應するかどうかを実証する実証試験、③確立された技術を速やかに普及させるための導入支援、以上の 3 つの事業を三位一体の形で推進してきた。

さらに、新エネルギーの加速的促進を目的として、設備設置費用のみならず、新エネルギーに対する理解と認識を深めるため、きめ細かい情報提供、指導及び普及啓発などの事業を行っている。

本稿では、新エネルギー導入の背景、支援制度のアウトラインについて触れるとともに、平成 14 年度の新エネルギー導入促進事業の概要を、採択案件の例を含めて説明をする。

(本文 104 ページ)

磁性パルプ紙の製造 (第 3 報)

—磁性材料を内腔に充填した磁性パルプ紙の製造方法と物理特性—

愛媛県紙産業研究センター 藤原 勝壽, 森川 政昭

(1) マグネタイト及びフェライトをパルプ内腔に充填した磁性パルプ 100% の磁性紙を試作した。磁性パルプ紙の裂断長及び比破裂強さは、各々 5.1 km 及び 313 kPa/g/m² であった。繊維状 PVA バインダーを 2~3% 添加することにより、磁性パルプ紙の裂断長及び比破裂強さが各々 6.51 km 及び 461 kPa/g/m² となり、NUKP 紙とほぼ同等以上の紙力が得られた。

マグネタイト、マンガンフェライト及びマンガン亜鉛フェライトをパルプ内腔充填した磁性紙の磁気特性を測定した結果、飽和磁化は各々 16.1, 15.7, 21.2 emu/g、残留磁化は各々 3.5, 3.1, 4.5 emu/g であった。

(2) マグネタイト及びフェライトをパルプ内腔に充填した磁性パルプを NUKP と混合抄紙した磁性パルプ紙の裂断長は、磁性パルプの添加量が増加するに従って裂断長は減少した。磁性パルプ 100% の磁性紙に PVA バインダーを 2% 添加した場合、NUKP 紙と同等の紙力が得られた。

マンガン亜鉛フェライトをパルプ内腔に充填した磁性パルプ混抄紙の磁気特性は、磁性パルプの混抄