1 RB 芒硝溶解フロー改善による省エネ —芒硝溶解フロー改善による省電力及び V/E 伝熱面清浄化—

日本製紙株式会社 旭川工場^{*1} 工務部原動課 鈴木 悟^{*2}

Energy Saving by Improvement of Flow that Dissolves Dust

Satoru Suzuki^{*2}

Asahikawa Mill, Nippon Paper Industries Co., Ltd.^{*1}

Abstract

For the recovery boiler, it is preferable that black liquor is as high dry solids as possible, but the higher dry solids, the higher viscosity of black liquor and brings some problems such as plugging issue or unstable operation. In order to solve these problems, and to decrease power consumption, we had changed to dissolve the dust into 55% solids black liquor instead of heavy black liquor. As a result of it, we can keep the heating surface area more cleanly in the vacuum evaporator as well as energy saving in the black liquor process. In addition, dry solids of heavy black liquor has been improved.

分類：U₂ 省エネルギー一般，F₃ KP 黒液回収・製薬

1. はじめに

回収ボイラーで燃焼する黒液はなるべく高濃度にして水分を除去する事が望ましい。しかし高濃度にするほど高粘度となり、各所の詰まりや燃焼量不安定等のトラブルが起き易くなる。この問題を解消するため、濃黒液で芒硝を溶解する工程を濃度 55% の中間黒液で溶解するフローに変更した。その結果、高濃度黒液用スクリュウポンプを低濃度黒液用渦巻ポンプに置き換える事ができ、290 MWh/年の省電力が得られ、かつ濃黒液システムのトラブルが減少した。更に中間黒液で溶かした芒硝が晶析する事で V/E 伝熱面のスケールが除去された為、V/E 1 缶洗浄インターバルを 4 時間から 12 時間に延長し、洗浄セクション循環ポンプをその間停止すると共に、濃縮時間拡大に伴い黒液濃度を 0.6% 上げた。その結果、回収ボイラー炉内に持ち込まれる水分 3,078 t/年が削減され、トータルで原油換算 317 kl/年の省エネを達成したので、その事例について紹介する。

2. 設備概要

旭川工場の V/E 及び回収ボイラーの仕様を表 1、表 2 に示す。当社では二番目に新しい回収ボイラーであるが設置年は 1986 年と古く、各部の更新をしながら運転している。V/E 黒液固形分処理量に対してボイラー定格蒸発量が高く、高負荷重油助燃を行う事が可能である。冬場は蒸気需要が増加する為重油を使わざるを得ず、工場全体で重油削減に取り組んでいる。図 1 に 1990 年度から現在までの C 重油使用量の推移（苛性化工程キルンの重油を含む）を示す。

3. 問題点

旭川工場の濃黒液フローは黒液高濃度化の取組みが進むにつれて濃黒液に溶けきらない芒硝が噴燃ポンプ吐出量の不安定を引き起こすようになった。濃黒液の攪拌は充分行われていたもののタンクが逆錐型である為、未溶解ダストによりスクリュウポンプのトラブルが多発した。

4. 対策の実施

4.1 検討内容

本来芒硝は系内のどこに回収しても構わない筈である。

^{*1}〒070-8611 北海道旭川市パルプ町 505-1/505-1

Parupu-cho, Asahikawa-shi, Hokkaido 070-8611, Japan

^{*2}E-mail : 0924013@np-g.com (Present Organization : Ishinomaki Mill)

表 1 V/E 仕様

型式	7 缶 7 重効用	
メーカー	SHI	
設置年月	S 61 年 8 月	
給液量	234 m ³ /h	
固形分処理量	931 BDt/日	
蒸発比	6.5 t/t-steam	
給液濃度	設計	16%
	実績	75~80%
取出濃度	設計	70%
	実績	75~80%

表 2 回収ボイラー (1RB)
仕様

型式	KJ-6800 S 水管式 2 胴立型
メーカー	KHI
設置年月	S 62 年 2 月
蒸発量	180 t/h
常用圧力	10.1 MPa
蒸気温度	510℃
燃料	黒液・C 重油
通風方式	平衡通風

芒硝を濃黒液以外に溶かしている前例は在り、近年省エネ事例紹介で下記の例がよく取り上げられている。

- ① 脱塩脱カリ装置で処理した芒硝の回収場所は、希黒液タンクやディゾルバータンク等、自由に選べる。
- ② 最終濃縮前の黒液で芒硝を溶解し、V/E 伝熱面の洗浄効果を得る技術がある。

図 2 改善前のフロー

図 1 旭川工場 C 重油使用実績

写真 1 芒硝

芒硝溶解フローは希黒液で芒硝を溶解できるようにするのがシンプルでベストであるが、希黒液タンクからの距離が非常に遠いために実施は困難だった。

しかし中間黒液で芒硝を溶解する場合は既設配管を小改造するだけで実施可能であったためメーカーへ相談したところ、「芒硝による V/E 洗浄効果が期待できる。試してみたい」旨の返答があった。

以上により、実験的要素はあるものの大きな問題は起きないと判断し、周囲の理解・協力を得、実施に至った。

<改善前のフロー>

図 2 に改善前のフローを示す。濃黒液を高圧モーターのスクリーポンプ (37 kW) 2 台で循環して芒硝を溶解。芒硝回収量は仕様値で最大 2 t/h である。太線で循環経路を示す。スクリーポンプのリリーフ弁は高濃度黒液が詰

図 3 改善後のフロー

図4 配管系統図

まり機能しないので、戻し配管を常時使用していた。燃焼黒液をタンクに戻す役目もある事から循環流量は最大 $72 \text{ m}^3/\text{h}$ で、常時は少々過大と思われるがそれでも芒硝は溶けにくく、スラッジトラブルを生じた。

<改善後のフロー>

図3に改善後のフローを示す。55% 濃度の中間黒液を低圧モーターの渦巻ポンプ (15 kW) 2 台で循環して芒硝を溶解し、従来の高圧モータースクリーポンプを停止した。

4.2 省電力効果

溶解タンクから中間タンクへの経路はヘッド差で送液可能だが弁を絞ると黒液が詰まる為、インバータで回転数を下げている。渦巻ポンプ商用 8.5 kW + インバータ 2.7 kW で 11.2 kW 消費、改善前 46.4 kW - 改善後 11.2 kW = 35.2 kW の省電力となった。

4.3 配管系統

黒液配管系統は図4のとおりであり、新設部分を太線で示す。既設配管に新設配管を少々継ぎ足して新フローを構成する事で、工事費を大幅に圧縮できた。

しかし工事を簡単にした分、配管の複雑化を招く事になった。また一度ボイラーまで移送した濃黒液を燃焼せずにタンクへ戻すには、新フローにおいても溶解タンクを使用しなければならず、起動時・停止時には旧フローに戻さなければならないという手間が生じる。省力化・フロー単純化は今後の課題である。

以上のような問題点もあるが本工事の結果、濃黒液タンクでのトラブルが殆ど無くなった事から運転員には概ね好評である。

5. 改善結果

5.1 循環ポンプの省電力

芒硝溶解系統を濃黒液系から切り離し、渦巻ポンプで低濃度・低粘度の黒液を溶解タンクへ送液すると、従来溶けにくく問題となっていた芒硝は完全に溶解した。不要となったスクリーポンプ2台は停止し、投資額に見合う省エネ効果・ $290 \text{ MWh}/\text{年}$ 削減を達成した (写真2)。

5.2 V/E 伝熱面の清浄化

省エネフローへ移行後 V/E 内部点検を行った所、1 缶伝熱面のハードスケールが無くなり金属地肌が露出して

写真2 停止ポンプ (手前) と新設ポンプ (奥)

写真3 1缶A室ヒーターエレメント

写真4 1缶B室ヒーターエレメント

写真5 1缶C室ヒーターエレメント

た (写真3, 4, 5)。スケールは酸洗しても落ちにくい事から、シリカが主成分と考えられる。

5.2.1 伝熱面清浄化による黒液濃度アップ効果

芒硝による V/E 伝熱面清浄効果が確実にあったものと

表 3 改善前後の V/E データ

改善前 1 缶洗浄 4 時間おき (H 19-8 より改善)

	1 缶ヒーター		1 缶黒液 温度 (℃)	1 缶循環 P 電流 (A)
	温度 (℃)	圧力 (MPa)		
H 19-4 月	136.9	0.23	130	11.5
H 19-5 月	133.4	0.20	125	11.5
H 19-6 月	135.1	0.21	126	11.2
H 19-7 月	133.6	0.20	126	10.1
平均	134.8	0.21	126.8	11.1

改善後 1 缶洗浄 12 時間おき

	1 缶ヒーター		1 缶黒液 温度 (℃)	1 缶循環 P 電流 (A)
	温度 (℃)	圧力 (MPa)		
H 21-8 月	133.8	0.21	127	11.6
H 21-9 月	133.1	0.20	125	11.9
H 21-10 月	131.4	0.18	124	11.9
H 21-11 月	134.7	0.22	127	12.0
平均	133.3	0.20	125.8	11.9

判断し、その後徐々に 1 缶洗浄インターバルを 4 時間から 12 時間まで延ばした。デミスター洗浄も 12 時間おきに行っている。缶洗浄時間が短くなり濃縮時間を稼ぐ事ができたので、その分黒液濃度を 76.4% から 77% に上げ、ボイラー炉内に持ち込まれる水分 3,078 t/年を削減し、原油換算 156 kl/年の省エネを達成した。

表 3 に改善前後の V/E 操業データを示す。1 缶ヒーター温度及び圧力が改善前よりも若干低下気味となり、収熱が向上した事が判る。また黒液濃度を上げた事で黒液粘度も上がり、1 缶循環ポンプの負荷電流が上昇している。

5.3 1 缶洗浄セクション循環ポンプ停止

1 缶洗浄セクション循環ポンプは従来、黒液処理量の慢性的定格超過に対応するため、連続運転を行い隣接セクションの温度低下を図ってきた。しかし収熱向上が見られた事から停止し、294 MWh/年の省電力効果を追加した。

5.4 黒液濃度アップの制限について

黒液濃度は過去 80% 超の運転実績があり、黒液処理量が定格以下の場合高濃度運転が可能である。しかし濃度を上げると燃焼が良好になり過ぎ、火炉壁下部ゾーンの還元腐食が進行する。O₂を増やせば NO_xが上昇する。この問題に対する対策は今のところ黒液濃度を下げて燃焼温度を低下させる以外に無い為、濃度は 78% 以下にするよう制限している。濃度の制限は状況により変わる為、制限要素の推移を見極めて濃度を増減させてゆく必要がある。

6. 補 足

今回は芒硝回収方法を見直す事で省エネ効果を得た(表 4)。しかし芒硝を回収すれば塩素・カリウムの系内濃縮を

表 4 効果の一覧

	削減量 (原油換算)
スクリーポンプ 2 台停止 290 kWh/年削減	80 kl/年 *新設ポンプ電力増を含む
洗缶インターバル 4 h→12 h 黒液濃度 0.6% アップ	156 kl/年
循環ポンプ 1 台停止 294 MWh/年削減	81 kl/年
合計	317 kl/年

図 5 芒硝中 K・CL 濃度の推移

招く(図 5)。旭川工場は国内材を主原料にパルプを製造している為、芒硝及び黒液は塩素をあまり含んでいない。その為カリウム濃度が高くても深刻な悪影響を及ぼすまでには至らないようである(図 6:これに示すように塩素濃度が十分に低い場合、カリウム濃度が高くてもあまり芒硝の融点は下がらない事が知られている)。しかし回収ボイ

図 6 芒硝の融点と K・CL 濃度の相関

ラーは年 2 回の掃除を必要とし、スートブロワは常時連続運転である。芒硝は白液硫化度 28% を目標として一部廃棄せざるを得ない。

7. おわりに

そもそもパワープラントはおよそ自動化された設備を監視すれば良いだけの職場である筈なのだが、突発トラブル・慢性トラブルなどの問題対応に毎日奔走しなければならないのが実情で、操業の不安定はエネルギーロスに直結している。切実に「何とかしたい」案件はいくらでもあり、尽きる事が無い。日々の試行錯誤や観察の蓄積が、既存技術の組み合わせによる新しい解決手段を生むものと考え省エネに取り組んでいきたい。

References

- 1) Tran, H. N., How dose a Kraft Boiler Become Plugged?, 1989 Kraft Recovery Operation 186 (1989)