屋内チップヤードの操業経験*

紀州製紙株式会社 紀州工場製造部 神 部 忠 佳

Operating Experience of New Indoor Chip Yard and Chip Thickness Screening System (CTSS)

Tadayoshi Kanbe

Production Dept., Kishu Mill, Kishu Paper Co., Ltd.

The new indoor chip yard was installed aiming at increase in chip storing capacity of the mill and the worn-out chip screening system was replaced with the new CTSS at Kishu Mill in 1998. The indoor chip yard is the warehouse-type steel structure of which capacity is about 33,700 m³. This yard can store incomparably larger volume of chips than the conventional silos. The Tubefeeder, which allow first-in first-out, longer active length and lower power consumption, were installed in the yard as reclaimers. The chip thickness screen and the conditioner which conditions overthick chips were installed in the chip screening system. This article describes advantage and benefit of this new system and the problems the mill had encountered in operation.

分類：B₆ チップ荷役・検収・貯蔵・払出し，A₄ 木材資源と需給

1. はじめに

紀州工場は三重県と和歌山県の県境を流れる熊野川の河口の三重県鷺殿村に位置し、木材チップからパルプ・洋紙にいたる一貫生産工場である。また、この地で生産を開始して50年が経過し現在は色上質紙、上質紙、PPC用紙、純白ロール紙等、年間約31万トンを生産している。

本報ではH10年8月に稼働した新しいチップスクリーンと同年12月に稼働した屋内チップヤードについて紹介するとともに、その操業経験や問題点、及び効果について報告する。

2. 導入経緯

従来紀州工場のチップ貯蔵量は約20,000 BDtあったが、樹種の多様化等からチップ船の都合に合わせてチップを受け入れるには充分な量ではなかった。受け入れられないチップは高知港や四日市港等に一旦仮置きされ、工場の受入量に合わせて内航船に積み替えて輸送するロスがあった。また、積み替えの際にはブルドーザー等にチップが踏みつけられるので、多少なりとも目減りのロスも発生していた。

今回はチップヤードの拡張を行いチップ貯蔵量を増やし、工場の受入量に関係なくチップを受け入れられる体制を整え、チップ輸送コストの削減をねらった。

当初、回収機器はドラッグチェーン等のこれまで紀州工場で使用してきた方式を中心に検討したが、最終的に導入メリットのあるスウェーデンのMAIN EN-

*平成13年度年次大会講演（講演 No. D13）

GINEERING で開発されたチューブフィーダーを選定した。チューブフィーダーはそれ自身が走行するためにブルドーザーが不要となり省力が可能となること、チップがブルドーザーに踏みつけられる時のダスト発生によるチップの目減りがなくなる等の大きな効果が見込まれた。

また、チップの完全先入れ先出しが可能であること、貯蔵量当たりの設置面積が少ないこと等のメリットと、風によるチップの飛散防止、雨水によるチップ水分変動、並びに雨水処理の問題などから今回のチップヤードには屋根を設置した。

既設チップスクリーンは約 40 年使用しているために老朽化が進み修理費用の増加が問題となっていた。また、振動ふるい式であるため厚みのあるチップもアクセプトされるので、ノット粕の多量発生等を抑えようとして過蒸解ぎみの運転をしいられる等の問題があり、今回スクリーンの更新も計画した。スクリーンの型式を厚み選別方式とし、蒸解薬液の浸透効果を上げ蒸解を均一化することでチップ原単位の低下をねらった。スクリーン設備はアメリカの RADER COMPANIES が開発した Chip Thickness Screening System (以下 CTSS とする) を採用した。

3. チップフロー

屋内チップヤード設置前は荷揚げされたチップは全量 3 つのゾーンに大別して OCS へ積み付けされる。所定比率毎に払い出されたチップはチップスクリーンで処理された後にサイロへ貯蔵される。このサイロの貯蔵量は約 120 BDt のものが 3 塔で 360 BDt あり、この量は連釜の使用量の約 8 時間分の量である。サイロから払い出された後、連釜へ送られる。

従来、遠隔操作による無人払出しができるのがサイロ以降であったために、サイロに貯蔵しているチップを使用している間は OCS からの払い出しは停止できる。

図 1 設置前フロー

図 2 設置後フロー

従って OCS からは一日当たり最低 16 時間払い出す必要があり、必然的に OCS 係は 1 日当たり 16 時間の勤務であった（図 1）。

今回の屋内チップヤードは OCS から払い出されたラインに設置した。港から直接受け入れられるバイパスラインも設置した。屋内チップヤードの貯蔵量は約 7,000 BDt。屋内チップヤードは 2 室に分かれており、比較的蒸解性の良いチップのみを入れる A 室とその他のチップを混合して貯蔵する B 室に分かれている。CTSS は屋内チップヤードの後に設置した（図 2）。

今回の工事で屋内チップヤードからも無人払い出しができるようになったため、この分は OCS の払い出し作業は停止可能となった。OCS 係は連釜での 1 日の使用量を屋内チップヤードに送り込んでおけば良いことになり、勤務時間は 2 直から 1 直へ短縮可能となった。

4. 屋内チップヤード設備の概要

屋内チップヤードの断面図を図 3 に示す。屋内チップヤードは W 23 m × L 90 m × H 27 m、貯蔵量は $33,700 \text{ m}^3 \approx 7,000 \text{ BDt}$ である。中間に仕切壁を設置して 2 室構造とした。積付はトリッパーを採用。超音波レベル計を装備して設定した高さまで自動で積付を行っている。建物下部にはサイロというコーン部に相当する傾斜板を設けている。払出はチューブフィーダーが 2 基である。

5. チューブフィーダーの構造と特徴

チューブフィーダーは図 4 のようにチップ取込部としてのチューブと取り込まれたチップを搬送するスクリューにより構成されている。従来のスクリューフィーダーをチューブでおおった形である。

従来のスクリューフィーダーはチップの密圧とフラ

図 3 屋内チップヤード断面

図 4 チューブフィーダー

イト間の摩擦力が非常に大きく、機長を長くすると設備動力が非常に大きくなったり、スクリュウのシャフト径を非常に大きなものにしなければならない等の理由から、経済的な最長機長は6~7mと言われてきた。スクリュウフィーダーの設備動力は処理量が400m³/hのものを例にとると、6m機長で75kW、10m機長で150kW前後となる。

チューブフィーダーはスクリュウに比べてチューブの表面形状が滑らかなために、チップとの摩擦力が少なくなる。また、チューブ内へのチップの取り込み量が一定であり、スクリュウの負荷を少なくできる。

チューブフィーダーの設備動力が低く抑えられる理由は、チューブの表面形状によるものだけではなく、チューブが回転しながら内側へチップを取り込むことにより、チューブの外周全体に100~130mmのチップが流動化する層（アクチベート層）が発生することにより、チューブフィーダーへかかるチップの密圧が小さくなるため以下のような色々なメリットが発生する。

- ・設備動力が抑えられる（49.5kW/基）
- ・小さな動力で走行が行える（0.75kW×2台/基）
- ・チューブフィーダーの機長が長く設定できる
- ・チューブフィーダーの上にあるチップの高さに関

図 5 チューブ回転数と払出量の関係

係なく払出量が一定である

- ・チューブフィーダーの上にあるチップが満杯時でも再起動がすみやかに見える

今回は直径813mm、長さ18.5mのチューブフィーダーをA、B各部屋に1基ずつの2基設置した。

チップ払出量のコントロールはチューブの回転数で行われる。図5で示すようにチューブの回転数にはほぼ比例して払出量が決まる。また、チューブの開口部にボルトで固定しているプレートの厚みを変えることで払出量の変更ができるが、初期設定時に払出量の幅を決めた時以外は変えていない。

これらの設備は全ての操作が遠隔自動運転が行え、点検見廻り時以外は人の手が不要なものになっている。

6. チップスクリーン設備の概要

CTSSフロー図を図6に示す。処理量が400m³/hのCTSSを採用した。チップは全量バースクリーンを通る。バースクリーンとは均一に配列されたバーの上をチップが通り、設定された厚みで選別する。今回バーとバーの間隔は7mmに設定している。7mm未満の厚みのものはアクセプトされ、7mm以上の厚みのものはリジェクトされる。

バースクリーンでリジェクトされたチップはストー

図 6 CTSS フロー

ントラップで重量異物を除去する。ストーントラップとは水を利用した比重分離装置で、水より軽いチップはアクセプトされ、重いものはリジェクトされる。リジェクトされたものは大半が石であるが、鉄屑やチップも多くみられる場合もある。

ストーントラップでアクセプトされたチップは厚みのあるものなので、チップコンディショナーで処理される。チップコンディショナーとは2段の加圧ロールの間にチップを通すことでチップにクラックを入れ、チップへの蒸解液の浸透を良くする処理をする。

バースクリーンでアクセプトされたチップは前半の約1/3がダストスクリーンでダストを取り除かれる。

7. 操業上の問題点

7.1 チップの種類によるチューブフィーダーの 払出量の差

操業開始当初、AとBの2基あるチューブフィーダーのチューブの回転数が同じであるにもかかわらず、

図7 B-チューブフィーダーの払出量

図8 チップの滞留部

払出量が大きく違うという問題が発生した。

A室側のチューブフィーダーはほぼ設計時の予想曲線上にのる結果が得られたが、B室側のチューブフィーダーは予想よりもはるかに多い量が払い出された。図7のグラフはB室側の払出量の確認結果である。設置時はチューブの開口部の幅は95mmになっていたが、予想量よりもはるかに多い量が払い出された。この原因はA室とB室でのチップの種類の違いによるものだと推測される。このB室のチップはA室に比べるとチップの流動性が良いと考えられる。

そこで、全ての開口部の幅を80mmに変更したところ計算上より少ない払出量となった。これは開口部の幅80mmというのはチップの大きさに対し狭すぎたために、開口部へスムーズにチップが入らなかったと考えられる。

現在は開口部の半分を95mm、半分を80mmにしている。ほぼ、設計時の予想曲線に近い値が得られた。

7.2 チップの滞留

操業開始後サイロ下部の傾斜板のたわみ量が設計値よりも大きくなった。調査を行っていくうちにこの部分には設計値以上の応力が発生していることが懸念されたため、各部材にストレインゲージを設置し、その応力を計測した。その結果から設計値をはるかに超える応力が確認された。そのような大きな応力が発生している原因は、チップ特有の固着現象（チップの内部摩擦角は材種によっては90°以上の物がある）により傾斜板上のチップが滞留し、積付と払出を繰り返す度に滞留するチップがサイロの内側へ成長するためと推測された（図8）。この現象はA室側に顕著にみられた。

対策として、傾斜板上のチップを早く落とすことを目的にチューブフィーダー両端の開口部を大きくした。また、それまでチューブフィーダーの走行速度は40mm/min程度であったため、チューブフィーダーが一度走行しただけでは山の高さは通常運転時の最高18.5mに対して6~7m減る程度であった。その上に新たにチップを積付するために傾斜板上のチップの動きが悪く滞留すると考えられたので、走行速度を15mm/minまで下げ、チューブフィーダー上のチップをできるだけ残さないようにし、大半のチップを更新するように変更した。その後は傾斜板上に滞留するチップは少なくなり、傾斜板のたわみ量は少なくなった。

8. 設備導入による効果

- ・高知港や四日市港に一旦仮置きしていたチップの量を減らすことができた。仮置きにかかる保管料

図 9 チップ原単位の推移

と内航船による横持ち費用が削減された。

- ・屋内チップヤード以降の遠隔操作による払い出しのために、従来ブルドーザーが必要となっていた作業時間が短縮された結果 2 直体制が 1 直体制になり省力ができた。
- ・チップ原単位が約 4 ポイントダウンした。チップ原単位は図 9 のグラフのように推移している。平成 9 年度を 100 とすると、屋内チップヤードと CTSS が稼働した平成 10 年度は若干下がった。その後平成 11 年度以降は約 4 ポイントダウンして安定している。

チップ原単位の低下は今回の設備を導入したことによるだけではない。CTSS 稼働とはほぼ同時期に蒸解性の良いチップの使用を開始したことや、連釜でのブローカッパー価のアップを行っていることがあげられる。カッパー価を上げるとチップ原単位が下がることは従来から解っていたが、これまでカッパー価のバラツキが大きくあまりブローカッパー価を上げられなかった。連釜のブローカッパー価はバラツキが大きく予測できないカッパー価の上昇が度々発生していたためである。このようなバラツキが発生する原因は、原料のチップの厚みの不均一、ブレンドの不均一、雨水によるチップ水分の変動等により連釜の操業が不安定であったた

図 10 連釜ブローカッパー価の推移

めである。従来は不測のカッパー価上昇に備えて、目標カッパー価を低めに設定することで対応していた。

図 10 のグラフは H 9 年度の平均値を 100 としたブローカッパー価とその標準偏差、最大値、最小値の推移を示している。H 10 年度の平均値は約 10 ポイントアップしている。また、最大値は以前とあまり変わっていないが、最小値が約 25 ポイント上がっている。もちろん標準偏差は 7 前後のものが 5 前後まで下がっている。屋内チップヤードと CTSS 稼働によりチップの樹種配合率の一定化及びブスクリーニング後の品質が安定したこと、連釜での操業が安定しブローカッパー価が安定した。

このように、今回の設備によりブローカッパー価が安定したことで、結果的にチップ原単位を約 4 ポイント下げることができたと考えている。

9. おわりに

稼働当初はトラブルが少なからず発生したが、現在は安定した操業が行えている。チューブフィーダー、CTSS 設備の見学等北越製紙株式会社新潟工場の関係者の皆様及びウノサワエンジニアリング株式会社の関係者の皆様にこの場を借りて厚くお礼申し上げます。