用水原単位削減のための技術調査並びに白水回収機導入とその効果*

—O. M. C. 「ガンマフィルター」について—

株式会社大善 営業技術部 井 出 丈 史

Fibers, Fillers and Fines Recovery from the Process Water Coming from Paper Machines and Stok Preparation

—O. M. C. “GAMMAFILTER”—

Takefumi Ide

Taizen Co., LTD.

The GAMMAFILTER assures, compared with the traditional filters, a very large filtering surface (6 times larger), thank to the particular shape of the wires.

The suspended materials settle in the inner side of the drum, which constantly and slowly turns around its axis, forming a layer, whose thickness grows gradually as the drum dips into the water.

That operation improves the filtering action, too. If necessary, some chemicals can be added in the feeding to optimize the coagulation or the flocculation. Thanks to a level difference of 30 cm max from the inner and the outer part of the drum, which can be adjusted by a mechanical overflow, the water naturally flows by gravity towards two symmetrical lateral purges.

The suspended solids contained in the water settle on the wires and create a layer which stays on them.

分類：U₃ 用水，M₂ マシンチェストおよび白水回収

1. はじめに

環境保護が叫ばれ始めて久しい今日ではあるが、製紙業において使用する水量の多さは他業種と比べ、非常に大きなものであることはご承知のとおりである。限りある資源の有効利用を意識し、ISO 14000 の導入など、環境に対する意識も以前より一層高まり、用水、排水に対する取り組み、また、使用水量の削減などを検討される声を良く耳にする昨今である。

弊社では、日本におけるこのようなニーズが今後一

層多くなることを踏まえ、白水回収による低水量化にいち早く取り組み高い効果と実績を挙げているヨーロッパ地区との技術交流に一層の力を入れ、同時にこれらの装置及び技術の日本への導入に向けて力を入れてきた。

特に、昨年より本年にかけ、モデルケースとして国内某製紙会社のご協力により、実際の使用水量削減のための現状実地調査、並びにそれを踏まえての技術検討と、目的である使用水量削減のための白水回収装置の導入を行い、優れた成果をあげることができたため、これをまとめ発表させていただく。また、本技術調査は独国公的法人製紙技術コンサルタント組織の P. T.

*平成 13 年度年次大会講演（講演 No. C 7）

図 1 ガンマフィルター概観図

S.社にご協力いただいた。図1に使用したガンマフィルターの外観を示す。

2. 現状の把握

使用水量の削減は、地道な努力の積み重ねながら始まる。細部に渡る清水及び排水のルートと水量を実際に1本ずつの配管をこまめに調査し、無駄な使用方法の有無、並びに水ループ成り立ちなどについて調べた。詳細を以下に示す。

1) 調査内容

- ①用水循環経路調査
- ②バランス
- ③プロフィール
- ④工業用水使用、及び循環効果
- ⑤流量分析
- ⑥セーブオール

2) 検討内容

- ①工業用水使用量
- ②ループの分離
- ③カウンターフローの設定
- ④COD 負荷
- ⑤比廃水量流量
- ⑥緩衝タンク容量
- ⑦セーブオール効果

3) 現状の把握

現状の水の流れを中心としたフロー図を作成し、要所に設けられている脱水機を境にループ分けをした。

①用水循環経路調査 (図2: 用水循環経路図)

図 2 用水循環経路図

図 3 浄水供給先比率

図 4 清水使用用途比率

図 5 廃水発生箇所

②清水の供給先

清水がどの部門にどのような割合で使用されているかを調査した (図3: 清水供給先比率)。

③清水の使用用途

清水をどの用途にどのような割合で使用しているかを調査した (図4: 清水使用用途比率)。

④廃水発生箇所

排水がどの部門からどのような割合で排出されているかを調査した (図5: 廃水発生箇所比率)。

⑤使用水量

欧州における使用水量と今回の対象ラインとの比較を行った。

ドイツ平均; 10.6 m³/t

国内某社；107 m³/t

(ともに家庭紙業) (図6：使用水量の比較)

⑥COD, 電気伝導度, pH (図7：各場所別排水データ)

グループ分けしたそれぞれの場所にて排水の状況を調査し、使用水量を削減するときの指標とする。

⑦用水タンクの緩衝容量

タンクレベルが変動する原料タンクと用水タンク容量の比率と、排水流量の比は、適正な割合でなければ

使用水量 m³/t (製品)

図6 使用水量

図7 各場所別排水データ

表1 用水タンクの緩衝要領

動的用水タンク容量	46 m ³
動的原料タンク容量	940 m ³
用水タンク容量/原料タンク容量	0.05

成らない(表1)。目標値は0.06(動的緩衝容量選定グラフより算出)であったので、ほぼ現状では問題ないと言えた。

3. 選択手段

3.1 設備を使用せずに節水

水経路の詳細調査によって、判明した細部の清水の無駄を省くことを行った。原料調整部門仕上工程以外で希釈のために使用されていた清水を停止、白水に置き換えた。清水使用量削減は4.9 m³/t(製品)であった。

3.2 セーブオールの設置

抄紙機から出る排水をセーブオール(白水回収装置)にて浄化させ、目的の使用水量によって、抄紙機のシャワー水、原料調整仕上げ工程のシャワー水、希釈水などに使用する。このとき用いられるセーブオール装置は、濾過装置か、DAFである。原料調整部門仕上工程における使用清水を希釈水として使用している部分の一部、及びシャワー水の一部を抄紙白水の処理水と置き換えることとした

ループ4に、タイゼン式濃縮洗浄機及び、4本エキストラクターがあるが、この部分に使用されていた清水である、洗浄機出口希釈水及びエキストラクター水、希釈水を処理水化することとした。清水使用量削減は39.95 m³/t(製品)であった。

4.9 + 39.9 = 44.8 m³/t(製品)の清水使用量を削減し、107 - 44.8 = 62.2 m³/t(製品)の清水使用量を目標とした。

3.3 セーブオールの選定

DAF(溶存空気フローテーション)では、条件が安定していれば平均的にきれいな水(100 ppm以下)を作り出すことが可能であるが、比較的動力を多く使用する。

濾過装置は、濾材に加え、SS分を濾材表面にマット化させ濾材よりさらに細かい濾材を形成させ、これに水を通過させることでより上質の処理水を得る手法がある。この手法で一般的なのは、ディスクフィルターであるが、スイートナーと呼ばれるマット化のための濾材補助のための繊維を入れなくては成らないことと、ディスクにマットを張りつかせるためのバキューム力を得るのに、据付場所において、地上より8mものヘッドを付けなくてはならず、設置場所に限りがあある場合、採用できない(図8：ガンマフィルター1)。

これらに代わり、近年登場してきた技術として、小さな動力で、高ヘッドが不要なタイプの濾過装置があり、今回、後述のような装置を「白水回収装置」と

図 8 ガンマフィルター 1

図 9 改造後用水循環経路図

して用いた。

3.4 緩衝用水タンクの増設

用水原単位を $62.2 \text{ m}^3/\text{t}$ (製品) に下げること、用水タンク動的容量/パルプチェストの動的容量を、0.09 (動的緩衝容量選定グラフより算出) にしなくてはならず、現状の容量では足りなくなる。現在より 40 m^3 は増やす必要性が発生したことから、これを建設した (図 9: 改造後用水循環経路図)。

4. 白水回収機 O. M. C. 社「ガンマフィルター」

4.1 概 要

今回の用水原単位の減少を目的とした抄紙白水の濾過処理を行うに当たり、伊国製品の、O. M. C. 社製「ガンマフィルター」を用いた。

ガンマフィルターを用いたのはつぎの理由で、今回のケースとして最適機種であると判断し、採用したものである (図 10: ガンマフィルター 2)。

①低動力である

図 10 ガンマフィルター 2

GAMMAFILTERのフィルターサイクル

図 11 ガンマフィルター構造図

②省スペース

③運転に特殊な技術を要さない

④安価である

⑤メンテナンスが容易

4.2 構 造

本装置は主に、円筒形のドラムと、固形物捕獲用濾材であるプラスチックワイヤーから構成されており、白水などの汚濁した水の中より繊維などの固形物を水から分離するための装置である (図 11: ガンマフィルター構造図)。

ポンプ等で本装置に送り込まれた白水の濾過作用は、ドラムの内側から外側に向かって行く。処理水は外側へ、固形物は内側にてドラム内の金属製掻き揚げ羽根によってスラッジコレクター内に落とされ系外へ排出される。

①濾過表面積を増やし少設置面積化

ドラム形状を山形にすることによって、濾過表面積を増やし、処理水量を飛躍的に伸ばした。(通常ドラ

図 12 ガンマフィルタードラム概観

ムタイプの約 6 倍の表面積)

②フィルターのセグメント化

フィルターは、取りはずし可能な金属製骨組みに張られている。大きさによって様々であるが、1つのドラムに小さなものは3セグメント、大きな機種においては35枚のセグメントから構成される。セグメント化した理由は、メンテナンス時、分割されていたほうが補修個所が限定されるので安価で済むうえ、作業性が良いことが挙げられる(図12:ガンマフィルタードラム概観)。

③フィルターの選択用途によって、目開きが30ミクロン、70ミクロン、120ミクロンの3種類が基本として用意されており、最も適したメッシュが採用される。また、特注としてこのほかの仕様にも対応できる。

④本機内でのみ水位差を作りだし、設置高を選ばない。本ドラムは非常に低速で運転され、ドラムが原水中に浸っているときには捕捉固形物をドラム内側で層を形成、成長させる。ドラムの内側と外側では最大で30cmの水位差を作り出せ、この水位差でHEADを作り出す(オーバーフロー堰の調整にて調整可)。

ドラム内部の原水は、常にドラム外の水位より高く保たれるため、ドラム中の原水は重力により濾材を通過し、ドラム外へ流れ出る。その時、固形物はドラムに取り付けられているワイヤーにより捕獲される。

⑤目詰まり防止スプレー

ドラム内で形成され成長していく固形物の層は、ドラムの回転によって水面から離脱した後、二列の高圧スプレーによって剥離される。

1番目のシャワーでは、固形物の層をワイヤーから剥離し、ワイヤーを洗浄、剥離した層をドラム内部に設けられているスラッジコレクターに流し入れる働きをする。

2番目のシャワーは、更にワイヤーの(図13:シャ

図 13 シャワー装置

ワー装置) 洗浄を強化するために再度シャワーリングして清浄度を保つ。

本シャワー水は自身で濾過した処理水を使用するので、清水使用量増加にはつながらない。

本シャワーは、自動で定期的にノズル穴及びシャワーパイプ内洗浄装置が付属している。シャワー端にモーターが取り付けられており、モーターはシャワーパイプ内に取り付けられているブラシを駆動する。ブラシはパイプ内にこびりつくスケールや、ノズルの穴に詰る異物を清掃する。この清掃時はシャワー水をノズルより噴射せず、シャワー端の排出バルブが開き、原水側にこの水を戻す機構となっている。

⑥処理水質の調整

本機には処理水出口が2ヶ所設けてある。1番目の出口は、固形物の層が出来始める側に取り付けられており、こちら側から排出される処理水は、固形物の厚い層によるフィルタリングの恩恵を受けていないので多少多めの固形物を含む(クラウドイウォータ)。

2番目の出口は、固形物をもっとも厚く成長している側に取り付けられているため、非常に上質な処理水を得ることができる。(クリアウォータ) 一般的にクラウドイウォータは10~15%、クリアウォータは85~90%の割合で運転される。クラウドイウォータは原水ピットなどに戻される場合が多い。

⑦ドラムスピードの自動制御

本装置のドラムの回転スピードは自動制御にて可変である。急に大量の原水が流れ込んだ場合や、ワイヤーが汚れ気味と成った場合、原水のレベル(ドラム内側)が上昇し過ぎてオーバーフロー配管へ流出していく。このとき、本体に取りつけられているレベル計及び調節計によって常に適正なレベルを保つべく自動でドラムの回転を上げていく。これによって、濾過速度

を向上させるものである。レベルが下がれば、ドラムの回転も下って来る。無論、回転数を固定しての使用も可能である。

4.3 使用用途

- ・抄紙白水の浄化/繊維回収/充填物回収
- ・原料調整工程から出る白水の浄化/繊維回収
- ・加圧浮上装置、沈殿槽、生物処理水の2次浄化処理
- ・汚泥、繊維の濃縮
- ・取り入れ水の浄化 e.t.c

5. 施工後効果

入念な事前調査によって、最善の手法を選択し、工区内水配管の改造、タンクの増設、白水回収設備の導入を行ったが、以下のようなメリットが得られた。

1) 使用水量の約40%減少

当初の計画水量を達成、用水原単位を非常に下げることができた。

総合排水量を減らすことができた。施工前は107 m³/t（製品）だったものが施工後は62 m³/t（製品）になった（42%減）。

2) 循環水の水温の上昇

用水原単位を減少させ、水のリサイクル率が上がることで循環水の温度を上げることができた。この結果、洗浄設備や脱水機の濾水性が向上し、効果を増すことができた。脱水機出口の濃度が向上したことでニーディングの効果も増し、品質に良い影響を与えた。

また、水温が上がったことで排水水温も上がり、冬場の生物処理設備の能力減についても回避できるであろうと期待している。

3) 白色度の向上

白水回収によって前述の用途に処理水を使用した、余剰分を後段洗浄機用洗浄水に使用した。

これまで洗浄水は抄紙白水を使用していたが、処理水とすることで、仕上洗浄工程における灰分や、残留インキ分、異物類を系外に追い出したことから、白色度が向上した。施工前の白色度72~73%が施工後は白色度は74~76%となり、平均2~3%の白色度向上が得られた。

4) 灰分等不純物の循環化のカット

白水を循環させて使用することによる、灰分を代表とする不純物の濃縮化によるトラブルを、白水回収工程を挿入することで、これら不純物が循環しない形となり、操業上や品質に良い影響を与えた。

- ①フェルト、ドライヤー、ドクターなどの汚れによる交換頻度が減った
- ②紙切れの回数が少なくなった
- ③紙がソフトに変わった
- ④製品中の灰分率が半分以下になった

5) 工場内配管の整理

用水原単位の削減と同時に、ループの最適化やカウンターフローの原則の見なおしを徹底的に行い、配管の整理を行った。無駄のないバランスを構築できた。今後、更に用水原単位の削減を推し進めるならば、図9の白水ピット1、2の白水をセーブオールにて処理し、再利用することで、40 m³/t、または20 m³/tも検討できる。

6. まとめ

弊社では、既存装置（タイゼン式濃縮洗浄機、タイゼン式シリンダープレス、緩圧式脱墨紙料調整機ニュータイゼン）を多くのユーザー様にご愛顧戴いているが、これらの装置をより有効に使用するには、原料調整工程のバランス、何より水のバランスと使用方法によるところがかなりあると感じている。いくら装置で処理したところで汚れた水で希釈していたのでは意味がないし、効果も現れないといえる。これからの機械メーカーとして要求されることは、工程全体をつぶさに捕まえ、細かく調査し、最も効果ある手法を取るトータルエンジニアリング能力が必要とされている。我々は本当の意味での顧客中心の理念で今後も業界発展のため尽力していく所存である。

参 考

本文は弊社インターネットホームページにアップしており、写真、グラフなどカラーでご覧いただけるので、ぜひアクセス戴きたい(<http://www.techtron.co.jp/taizen/>)。