

安定操業へのフェルトサクシオン モニタリングシステムの活用について

遊佐 和之

(株)メンテック 富士事業所開発二課

Solution for Operation Stabilization by Press Fabric Monitoring System

Kazuyuki Yusa

Development Division, Fuji Technology Development Center, MAINTECH CO., LTD.

ABSTRACT

The increasing use of low-grade wastepaper has resulted in additional deposits on press fabric, causing reduced drying efficiency, sheet release from press fabric, etc. The stabilizing press fabric condition is an important initiative that not only stabilizes the paper-machine operations but also leads to cost reductions in papermaking.

For these reasons, we have developed the press fabric condition monitoring system and new passivation chemicals for press fabric. This report introduces a new IoT system that combines sensors and chemicals, as well as efforts towards operation stabilization and cost reduction resulting from its use.

Keywords: Press fabric, Monitoring, IoT system, Operation stabilization, Chemical

1. はじめに

古紙原料の粗悪化や雑誌古紙の増配、スラッジ・テールの再利用などにより板紙抄紙機に持ち込まれる汚れはますます増加している。プレスパートにおいては、フェルト汚れが増加することで、搾水性の低下によるドライパートでの乾燥負荷の増加や、フェルトからのシートリリース性の低下による皺入り、断紙の発生など多くの問題を引き起こす。

昨今、エネルギーコストだけでなく、さまざまな資材価格が上昇しており、安定操業を維持しながらコスト対策に取り組むことはこれまで以上に重要度が増している。フェルトコンディションを安定化させることは、操業の安定化だけでなく、コスト削減にもつながる重要な取組みと考える。

本稿ではこれらの課題に対して、古紙汚れ対策に特化したフェルト汚れ防止剤

の適用事例、フェルトコンディション可視化システムの概要とその運用事例について報告する。デジタル技術と薬剤技術の融合による、更なる操業安定化とコスト削減を可能とする取組みであり、IoT技術を利用した新たな薬品運用方法の展望について報告する。

2. 課題と対策

2-1. 汚れによる課題

古紙を原料とする板紙抄紙のフェルト汚れの多くは、ピッチ汚れと無機物汚れである。ピッチ汚れの多くは原料中に含まれるアクリル酸エステルやエチレン酢酸ビニルなどの粘着・接着物の汚れである。また、無機物汚れの多くは原料などに含まれる炭酸カルシウムである。ピッチ汚れはそれ自体の粘着性により微細状態で用具表面に付着し、フェルト目詰まりによるフェルト搾水性の低下や、用具表面での肥大化による欠点・断紙を引

き起こす。無機汚れも同様に、フェルト目詰まりにより搾水性を低下させる。

2-2. 操業上の課題

昨今のフェルト汚れについて、抄紙現場での取組みや製紙技術の発達により、目視で確認できる大きさの汚れがフェルト表面に付着している事例は多くない。このため、一見しただけではフェルトコンディションを判断しにくく、多くの抄紙現場ではフェルトサクシオンボックスの真空値やプレス脱水時のスプラッシュ状態などチェックポイントを決めて定期的な巡回監視を行っている。定期巡回による操業確認は安定稼働を担保し、異常検知を行うことができるが、汚れが増えている傾向を掴むには必ずしも十分とは言えず、すばやい対策の実施が困難になっていると考える。

2-3. 対策

フェルトに付着・目詰まっている汚れを分析すると、ピッチ汚れや無機汚れの

どちらか一方ということではなく、複合汚れとなっている。無機汚れだけではその性質上、フェルト繊維に強く付着することはなく、ピッチ汚れを介してフェルトの目詰まりを発生させているものと考えられる。このため、ピッチ汚れの粘着性を封鎖することが重要であり、これによりピッチ・無機汚れの両方をフェルトに付着させず、フェルト性能を長く維持できるものとする。上記のコンセプトに基づき、当社ではピッチ汚れの粘着性を封鎖させる効果を高めた“ピッチガードC/CAシリーズ”を開発した。

また、フェルトの汚れ度合をリアルタイムに監視し、フェルトコンディションの指標として運用するために、フェルトサクシオンボックスの真空値をデジタル計測し、トレンドグラフとして操縦室でモニタリングできるシステムを開発した。

3. サクシオンモニタリングシステム

今回開発したサクシオンモニタリングシステム（以下、本システム）は、既設のサクシオン圧力計をデジタル圧力計に置換え、もしくは分岐して設置することで簡単に運用できる。

図1に構成の概要を示す。デジタル圧力計より得られた値はPLCを介して操縦室に設置したPCに入力され、PCソフト上でグラフ表示される。真空値は1分間隔で収集され、各サクシオンボックスを巡回することなくPC画面上で真空値の変化をリアルタイムで視覚的に確認することができる。

また、任意で閾値設定を行うことができ、閾値を超えた場合はアラートが発出され、すばやい操業異常検知を行うことができる。さらに、真空値のグラフにはフェルトの使用日数も表示できるため、サクシオンボックスの圧力変化を確認しながら、フェルト使用日数と真空値の相関性を確認することが可能である。

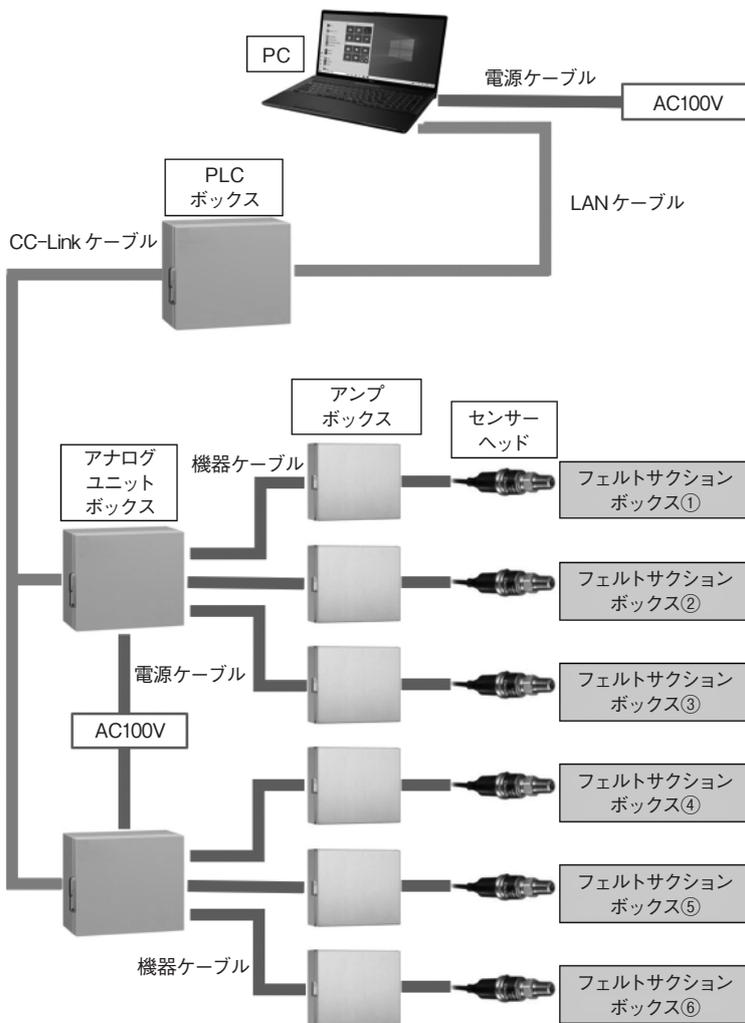


図1 サクシオンモニタリングシステムの構成概要図

4. 導入事例

ピッチ汚れ粘性封鎖薬品“ピッチガードC/CAシリーズ”（以下、ピッチガード）と、その効果を本システムで評価し、現在も継続運用されている事例について以下に紹介する。

4-1. マシン仕様

抄造銘柄：ライナー
 坪量：160～280g/m²
 抄速：750m/min
 紙幅：4.5m

テスト実施場所：1Pボトムフェルト（1PBF）、2Pボトムフェルト（2PBF）

4-2. 現状と課題

本マシンではフェルトライフ中期から末期にかけて、つぶれ欠点や穴欠点が発

生することから、欠点が発生し始めると計画休転前にマシンを停めてフェルト洗浄を行っていた。操業中のフェルト洗浄剤は使用しており（以下、洗浄剤Aとする）、操業状況から添加量の調整を行っていた。日常的な操業状況の確認は、フェルトサクシオンボックスの圧力を目視確認しており、サクシオン真空値が-28kPaよりも大きくなっていないかといった基準を各フェルトで設定し、巡回監視を行っていた。

4-3. 対策

付着汚れと使用済みフェルトの分析を実施した結果、ピッチ汚れと無機汚れが付着していることが確認された。このため、ピッチ汚れの粘性封鎖効果の高いピッチガードが有効と考えた。図2に、

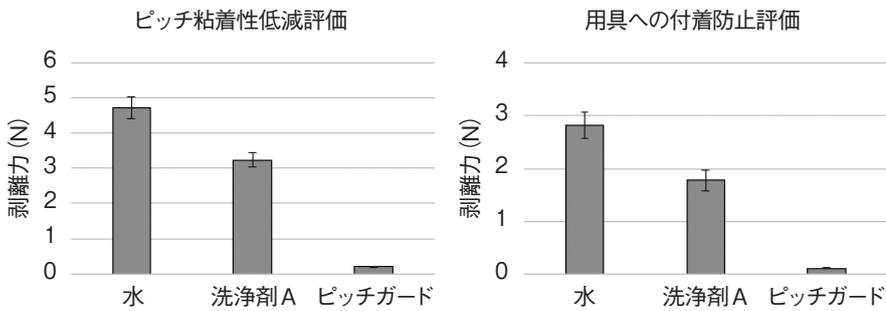


図2 テーブルテスト比較結果

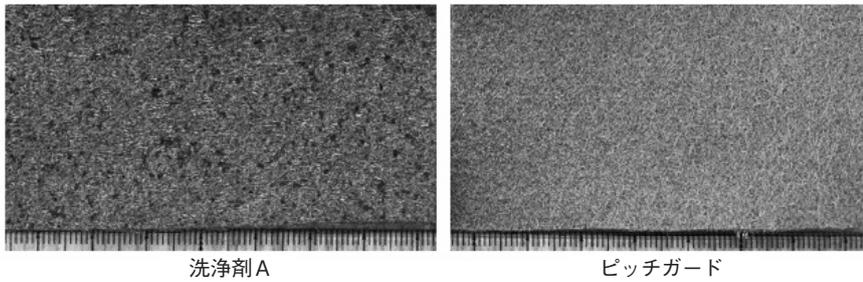


図3 フェルト表面の汚れ付着の比較

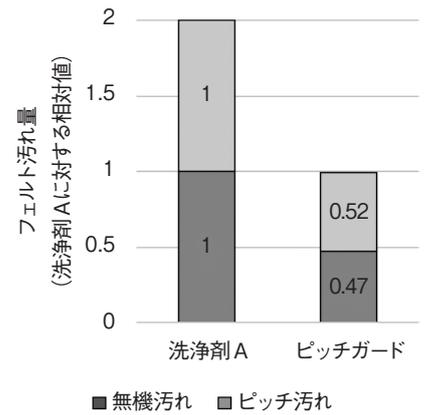


図4 抽出汚れ量の比較

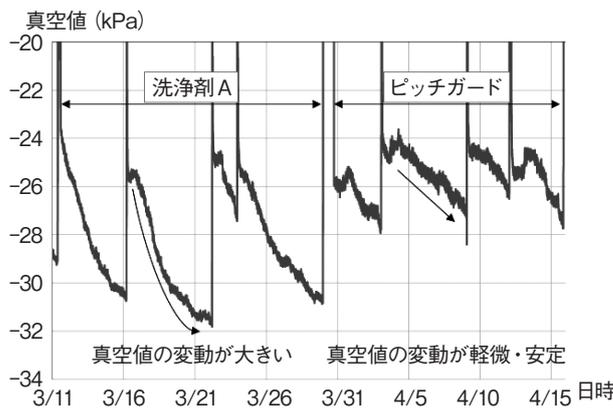


図5 2PBFサクシヨンの真空値比較

ピッチガードと洗浄剤Aのピッチ汚れに対する効果を比較したテーブルテストデータを示す¹⁾。ピッチガードは洗浄剤Aに比べ、粘着性を封鎖する効果が顕著に高いことを確認した。

本システムは1PBF、2PBFのサクシヨンボックスに設置した。洗浄剤Aの適用期間を比較対象として以下の着眼点で評価を行った。

- (1) 薬品切替えによる変化
- (2) トレンドデータに基づく操業調整による欠点削減
- (3) データ収集による操業へのメリット創出

4-4. 適用効果

(1) 薬品切替えによる変化

ピッチガード適用前後でのフェルト表面を図3に、抽出したフェルト内部汚れ量を図4に、フェルトサクシヨン真空値の変化を図5に示す。ピッチガードの適用により、フェルトに付着している汚れ(図3)、および目詰まり汚れ(図4)がともに減少した。また、目詰まり汚れの低減により、サクシヨン真空値の変化も小さく抑えられた(図5)。

これにより、つぶれ欠点や穴欠点数が削減され、計画外の洗浄が不要となり計画通りの連続操業が可能となった。

(2) トレンドデータに基づく操業調整による欠点削減

更なる欠点削減を目指し、サクシヨン真空値のトレンドデータの変化を指標に薬品の増減添を実施するテストを行った。図6に2PBFのサクシヨン真空値を示す。

本システムは閾値を設定することが可能で、本評価においては -28kPa に閾値を設定し、それよりも真空値が大きくなるとアラートが出る設定とした。アラートが出たタイミングでピッチガードの添加量とニードルシャワー水圧を上げる対策を実施し、欠点発生を抑えられるか検証を行った。図6のA、Bの点でアラートが発出され上記の対策を実施した。

その結果、アラート発出時の対策実施によりサクシヨン真空値の回復が確認され、また欠点の発生も見られなかった。したがって、サクシヨン真空値のトレンドデータから洗浄設備や薬品による対策を即時に実施でき、かつ具体的な指標をもって誰もが対策実施し、欠点発生を未然に抑えられることが示唆された。

また、データに基づいて洗浄設備や薬品添加量を調整でき、用具負荷を増大させる過剰なニードル洗浄の抑止、欠点発生を懸念した予防的な薬品添加量の増添コストの低減が可能となることも示され

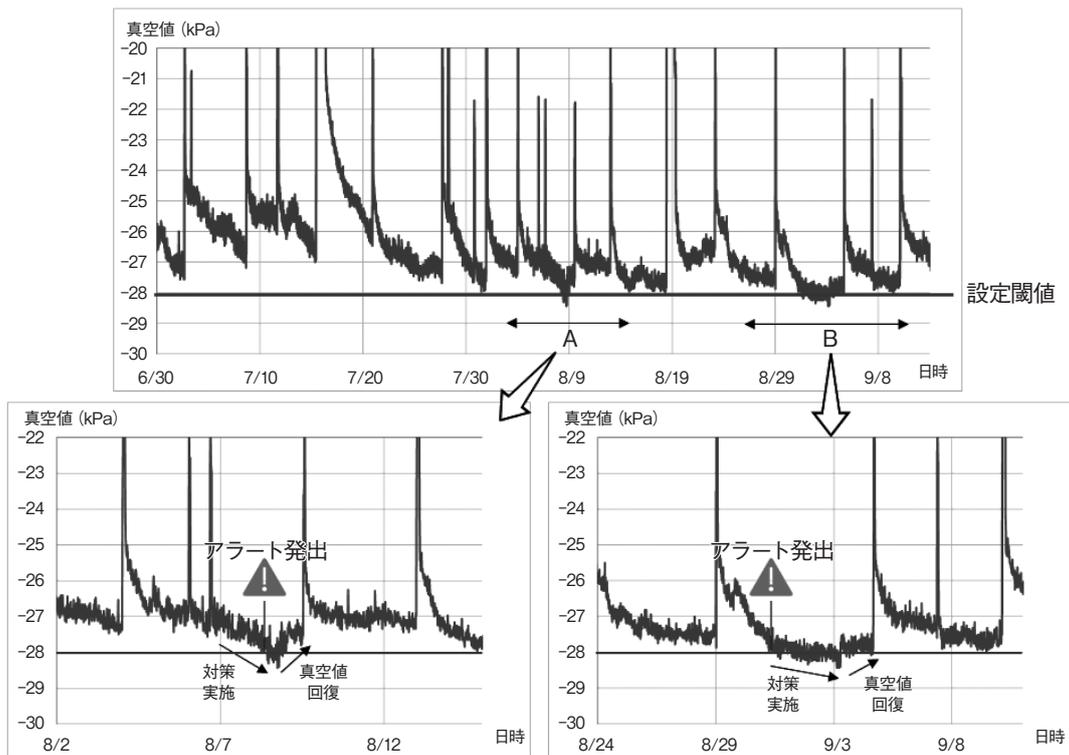


図6 2PBFのサクション真空値推移と対策実施による効果

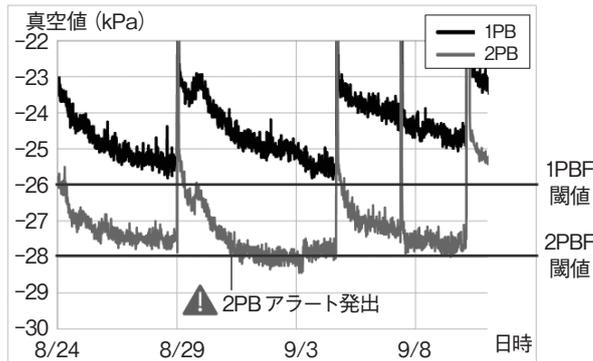


図7 1PBFと2PBFのサクション真空値の推移比較

た。

一方で、今回のテストにおいて、すべての対象欠点を削減できなかった。削減しきれなかった欠点は1PB、2PBに起因する欠点ではない可能性が考えられ、薬品を含めた本システムをプレスパート全体に展開することで、更なる改善が図れるか検証を進めている。

(3) データ収集による操業へのメリット創出

本システムを運用することで得られる上記以外での導入効果を示す。

① 操業課題の原因追求

1PBFと2PBFの測定データを合わせたグラフを図7に示す。1PBは-26kPaを閾値と設定している。前記(2)の取組み中に1PBFの洗浄設備や薬品使用量については変更していない。この期間中において、2PBFではアラートが発出され対策を行うことで改善が見られているが、1PBFではアラートが発出されおらず、対策を実施せずとも操業可能であった。この結果から、フェルトのコンディションが悪い箇所を測定値から判断

できる可能性があり、タイムリーに操業課題の原因追求と対策の実施につながることを期待できる。ただし、長期的なデータ収集と解析を各フェルトで実施すること、測定値と操業性の相関を検証し、各フェルトで閾値を決めるが必要になるものとする。

またデータを蓄積することで、過去データと比較した現状の課題分析を行うようなデータ活用も今後期待される。例えば、フェルト仕様変更にもなう変化や、気温や水質変動による季節性の課題への対策など、改善活動の効果見極めや課題の原因追求に活用することを検討している。

② フェルト寿命の管理

図8に長期測定結果を示す。本システムではフェルト使用日数をグラフ上に表示できるようになっており、図8のaで示した期間において、他の期間よりもサクション真空値の変化が小さいことがわかる。サクション真空値の低下を抑えて欠点発生を防ぎ、操業を安定化させたこ

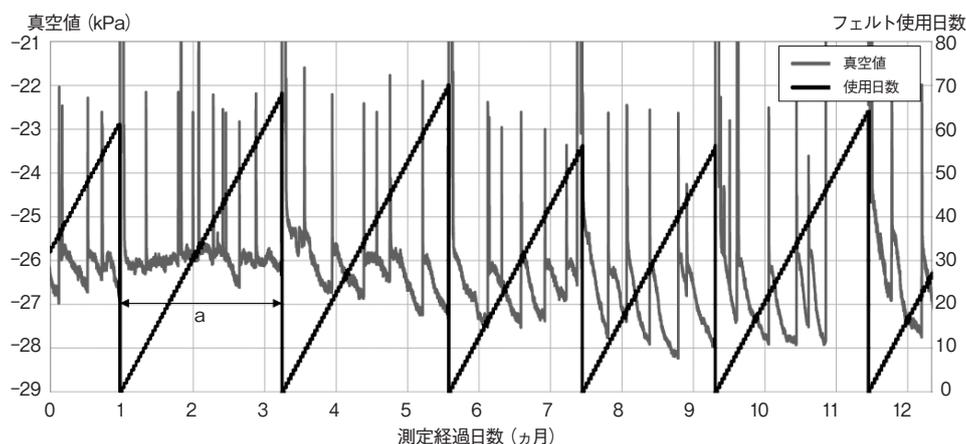


図8 フェルト使用日数とサクシオン真空値の推移

とで、aで示した期間でフェルト交換時期を延長できた可能性が考えられる。サクシオン真空値だけでフェルトコンディションのすべてを議論することはできないが、データに基づきフェルト交換時期を設定できる可能性があり、現在、本システムをフェルト交換時期の指標とできるか検証中である。

③ 工数削減

DCSなどで真空値を一時的に確認することは可能だが、本システムと同様の連続的なデータ取得を人が実施することは現実的には難しく、また不連続値として取得できたとしても入力作業やグラフ化、資料化する作業に一定の時間を要する。本システムはデータの収集、グラフ化、資料化をほぼ自動で行えるため、抄紙現場の負荷を増やさずにフェルト状態のリアルタイム管理が可能となる。

5. まとめ・今後の展望

本報告では、昨今の古紙ピッチに対応した薬品と、その効果を可視化できるデジタル技術を紹介した。さらに、単に薬品での汚れ対策の実施やセンサーによる可視化にとどまらず、それらを融合して運用することで下記のメリットを創出し、生産性向上と操業最適化によるコスト削減の可能性を示した。

(1) 迅速化

・フェルトコンディションの可視化に

より、操業課題発生前に即時に対策実施が可能

(2) 最適化/標準化

・トレンドデータから対策を打つタイミング、対策方法、対策場所を判断可能
 ・トレンドデータを見て対策を打つことで操業課題の未然防止が可能
 ・データを基に対策基準を設けられるため誰もが判断、運用可能

(3) 省力化

・上記 (1) (2) のメリットを継続的に、かつ簡便に運用可能

本報告では板紙マシンの実績を示したが、洋紙・家庭紙マシンにおいても運用中であり、それぞれの課題に対して薬品とセンサー、システムを組み合わせるソリューションを提供している。

製紙業界を取り巻く社会環境は年々厳しいものとなり、エネルギーや資材コストの増加だけでなく、少子高齢化による労働人口の減少や熟練者の定年退職といった社会課題も依然抱えている。当社ではこのような課題に資する製品開発を積極的に行っており、課題に対するタイムリーな原因追求と対策を行えるツールや、人が介在せずとも済む業務の機械化を進めている。本システムについても鋭意改良を進めており、本システムとSmartChemical®の融合²⁾やSmartPapyrus®2.0による欠点予測に必要なビッグデータへの組み込み^{3) 4)}も検討

している。

製品開発を進めるうえでは製紙現場より得た知見や課題、要望を抽出し、それを的確に反映しながら製紙現場が使いやすい薬品や装置、システムを作っていくことが重要と考えている。そのため、今後も操業現場や関連部門の意見を取り入れながら、工場および製紙会社全体の生産性向上できるソリューションを提供していく所存である。

参考文献

- 1) 室矢智徳：「多様化する汚れに対応したワイヤー・プレスパート汚れ防止薬品の新コンセプト－粘性封鎖による汚れの系外排出－」, 紙パ技協誌, p. 699 – 705, 2016年7月
- 2) 坂田人丸：「IoT・AIによる欠点断紙対策の自動化」, 紙パルプ技術タイムズ, 2020年5月
- 3) 坂田人丸：「SmartPapyrus®が実現する製紙工場の働き方改革－カンバス汚れの遠隔モニタリングと汚れ防止アプリケーションの連動による欠点防止対策－」, 紙パ技協誌, p. 931 – 935, 2022年10月
- 4) 下貴之：「SmartPapyrus®による欠点原因箇所特定への定量的アプローチ－ディープラーニングを用いた欠点画像分類と発生源の特定－」, 紙パ技協誌, p. 936 – 941, 2022年10月