製造工程での回転制御による省電力

中越パルプ工業株式会社能町工場原質動力部電力課 園 広幸

地球環境が大きな社会課題となっており、能町工場では原価低減の中でも省エネルギーを最重要課題と位置づけ取組んでいる。

当工場では、ファン、ポンプ、回流機等の動力負荷がほとんどであり、中には回転数を下げられるもの又は操業条件により下げることができるものをリストアップし検討した。また、近年汎用インバータの価格が安くなったこともあり、回転数制御による省電力が実施しやすくなった。

このような状況の下、インバータによるテストを行い、プーリーダウン、極数変更、ギアードモーターを採用した省電力が件数で62%に達した。

改善例として原料ストック用の高濃度タワー廻りの回流機、ポンプ(9台 935 kW)の省電力を示した。ポンプについてはレベル制御によるインバータ運転(2台)、回流機についてはインバータテストによりプーリーダウン(7台)を実施し、電力原単位は12.0 kW・h/tから5.3 kW・h/tに向上し、56%省電力ができた。

平成3年度から平成6年度までの4年間の省電力の実績は次のようである。

省エネ件数：503件・5,448 MW・h/月(7,566 kW)

買電契約電力：10,000 kW→5,000 kW

総電力原単位：1,313 kW・h/t→1136 kW・h/t

(本文 45 ページ)

ターボブロワ増速機改造による省エネルギー

中越パルプ工業株式会社二塚工場生産部 奥村 徹

当工場において省エネルギー活動は逐次実施しているが、今回、抄紙機において大電力を消費しているターボブロワについて省エネルギーを検討することにした。

抄紙機におけるターボブロワは、その吸い込み圧力により濃度の低い原料から水分を搾り取ることや、水分の多い紙匹をフェルトに接着させ、ロールからロールへと運ぶ目的で使用されている。しかしながら、近年の新聞用紙の軽量化や、プレスパートにおいて、フェルトシャワーを使用しないドライランニングへと操業方法が変わってきたこと、又、抄紙機メーカーから提示されるターボブロワ能力は大きめで、風量、吸い込み圧力とも余力が大きいこと等から、実際の操業では手動弁をかなり閉め、吸い込み圧力を下げた操業をしていた。そこで、ターボブロワが現状の操業に即した運転となるよう、ターボブロワ最適化を図り負荷電力低減を目指すことにした。

ターボブロワ最適化の方法として、フロー変更、羽根車のカット、回転数ダウン等考えられるが、今回、改造コストが安く、工期が短い増速機改造による回転数ダウンを実施することにした。改造を実施するにあたり、ターボブロワの現状運転点、及び、現状の回転数を95%、90%に落とした時の運転点を調査した。又、実機にて現状回転数の95%、90%に当たる吸い込み圧力に合わせるため、手動弁を閉め操業性、品質等を1年にわたりチェックし、行けるという確信を持ったので平成7年4月ターボブロワ増速機改造に踏み切った。

改造の結果、操業上、品質上のトラブルは何ら発生しておらず、ターボブロワ負荷電力は1,183 kWから914 kWとなり269 kWの省電力となった。又、紙の電力原単位は30 kW・h/T～40 kW・h/Tの低減となった。

(本文 50 ページ)

ターボブロワ増速機改造による省エネルギー

中越パルプ工業株式会社二塚工場生産部 奥 村 徹

Energy Saving by Modyfying Turbo-Blower Transmission

Tohru Okumura

Futatsuka Mill, Chuetsu Pulp and Paper CO., Ltd.

A turbo-blower for a papermachine usually has fairly extra capacity. In futatsuka Mill, the blower was operated with reduced suction pressure by narrowing the valve manually in normal operation.

Reducing its rotation rate was studied, to minimize the power consumption. The suction pressure was controlled to be 95% and 90% of the normal operation by adjusting a manual valve respectively. The trial was carried out throughout a year without any troubles not only in operation but also in product quality. Then, the blower was modified in 1995.

The power consumption is reduced from 1,183 kW to 914 kW. The saving corresponds to the reduction of 30-40 kWh/ton paper.

Keywords : Energy saving, Turbo-blower, Transmission, Futatsuka Mill

(工場の概要)

生産品目：新聞用紙，出版用紙，中質紙

従業員数：230 名

エネルギー年間使用量：

- ・ 重油 16,355 k/
- ・ オイルコークス 109,801 t
- ・ 電力 319,899 MWH

1. テーマ選定の理由

抄紙機の真空脱水に用いられるターボブロワは、抄紙機で使用される電力の約60%の電力を消費しており、その省エネルギーを検討する事は極めて意味のある事である。従来、抄紙機メーカーが提示する風量、及び、吸い込み圧力は大きめで、実際はいずれも設計値

よりかなり絞った状態で運転している場合が多く、2号抄紙機においても真空ラインの手動弁を閉め吸い込み圧力を下げた作業をしていた。又、最近ではプレスパートにおいて、なるべく水分を持たせない運転方法へと作業条件が変わってきた事から、現ターボブロワの能力が過剰となってきた。そこで、実際の運転状況に即してターボブロワの最適化を図る事により省エネルギーを検討する事にした。

2. 現状の把握と分析

2号抄紙機では36 g/m²~76 g/m²の用紙を製造しているが、製造品種によりワイヤーパートのバキュームゾーンの吸い込み圧力を変更する以外、他の吸い込みポートの手動弁の調節は特に行っておらず、表1に示すように常時一定開度である。それぞれのポートの

手動弁は閉まり傾向のものが多く、それほど大きな吸い込み圧力を必要としていないのがわかる。又、手動弁を閉めた分、吸い込み風量が少ないためサージング防止弁を開け風量を確保している状況である。

表2は現状のターボブロワ本体の吸い込み圧力、抄紙機側各真空ポートの手動弁開度、吸い込み圧力を元に、現状予想運転点を試算したものである。現状の予想運転点の吸い込み圧力は抄紙機メーカー推奨の100～

130%と高く、風量は77～85%で少ない事から軸動力の小さい運転をしていると言える。しかし、操業経験上、現状運転点がサージング紙に近く、さらに吸い込み圧力を下げるために抄紙機側で各ポートの手動弁を閉めていく事は危険であり、サージング防止弁を開く事になり、現状ではこれ以上軸動力を小さくする事はできない。

表 1 抄紙機側各真空ポートの吸い込み圧力と手動弁開度

抄紙機側ポート名	吸い込みポート	手動弁開度 [%]	吸い込み圧力 [－mmHg]
No. 1 ワイヤサクシオンボックス	第 3 吸い込み	30～50	100～160
No. 2 ワイヤサクシオンボックス	第 3 吸い込み	30～60	100～180
バキュームデフレクタ	第 3 吸い込み	20～60	120～190
サクシオンクーチロール (Hi)	第 1 吸い込み	30	480～510
サクシオンクーチロール (Lo)	第 3 吸い込み	35	250～300
ピックアップロール (Hi)	第 1 吸い込み	50	500～510
ピックアップロール (Lo)	第 3 吸い込み	50	150～270
サクシオンプレスロール (Hi)	第 1 吸い込み	75	520～540
サクシオンプレスロール (Lo)	第 2 吸い込み	45	330～400
No. 1 フェルトサクシオンロール	第 3 吸い込み	30	220～240
No. 2 フェルトサクシオンロール	第 3 吸い込み	30	220～240
Pu フェルトサクシオンボックス	第 3 吸い込み	30	230～250
1 P フェルトサクシオンボックス	第 2 吸い込み	30	230～250
3 P フェルトサクシオンボックス	第 3 吸い込み	0	—
4 P フェルトサクシオンボックス	第 2 吸い込み	0	—

表 2 現状のターボブロワ運転状況

	A 抄紙機側吸い込み仕様 (抄紙機メーカー推奨値)		B 現状予想運転点 (ターボブロワ本体)			
	風量 [m ³ /min]	吸い込み圧 [－mmHg]	風量 [m ³ /min]	吸い込み圧 [－mmHg]	風量 B/A [%]	吸い込み圧 B/A [%]
第 1 吸い込み	383.1	498	296	541	77.3	103.4
第 2 吸い込み	290.6	380	248	466	85.3	115.8
第 3 吸い込み	694.7	250	580	352	83.5	130.0
軸 動 力	1,126 kW					

注) 抄紙機側各ポートの吸い込み圧力は、ターボブロワ本体吸い込み圧力より－25 mmHg 程度低くなる

3. 目標の設定

3.1 最適化時の予想運転点

表3は、最適化時のターボブロワの予想運転点を試算したものである。セパレータ、配管の損失を-25 mmHg程度と考えると、第1吸い込みの抄紙機側での圧力は95%で-490 mmHg、90%で-460 mmHgとなる。現状の第1吸い込み圧力の最高値がサクシヨンプレスロール (Hi) の-540 mmHgであり、ターボブロワ回転数が95%で-50 mmHg、90%になると吸い込み圧力が-80 mmHg下がることになる。第2

吸い込みについては、サクシヨンプレスロール (Lo) のみ90%で圧力が-20 mmHg程度低下し、第3吸い込みについては、すべてのポートが90%時の吸い込み圧力以下なので問題ない。

3.2 実機での吸い込み圧力ダウンテスト

吸い込み圧力不足が操業性に与える影響について次のことが考えられる。

- ①通紙困難
- ②ウエット水分の上昇、蒸気原単位の悪化
- ③しわの発生
- ④ピックアップロールでの耳はがれ、耳欠け

表3 ターボブロワ回転数ダウン時の予想運転点

	現状運転点		ターボブロワ回転数 95%		ターボブロワ回転数 90%	
	風量 [m³/min]	吸込圧力 [-mmHg]	風量 [m³/min]	吸込圧力 [-mmHg]	風量 [m³/min]	吸込圧力 [-mmHg]
第1吸い込み	296	541	296	515	296	484
第2吸い込み	248	466	248	439	248	404
第3吸い込み	580	352	580	327	580	298
ブロワ軸動力	1,126 kW		1,081 kW		1,026 kW	

表4 手動弁調節後のマシン各ポートの吸い込み圧力と手動弁開度

抄紙機側ポート名	吸い込みポート	手動弁開度 [%]	吸い込み圧 [-mmHg]
No. 1 ワイヤサクシヨンボックス	第3吸い込み	30~50	100~120
No. 2 ワイヤサクシヨンボックス	第3吸い込み	30~60	70~100
バキュームデフレクタ	第3吸い込み	20~60	100~130
サクシヨンクーチロール (Hi)	第1吸い込み	30	440~460
サクシヨンクーチロール (Lo)	第3吸い込み	35	160~200
ピックアップロール (Hi)	第1吸い込み	50→26	450~460
ピックアップロール (Lo)	第3吸い込み	50	200~260
サクシヨンプレスロール (Hi)	第1吸い込み	74→25	450~460
サクシヨンプレスロール (Lo)	第2吸い込み	45→35	340~380
No. 1 フェルトサクシヨンロール	第3吸い込み	30	220~240
No. 2 フェルトサクシヨンロール	第3吸い込み	30	220~250
Pu フェルトサクシヨンボックス	第3吸い込み	45	230~250
1P フェルトサクシヨンボックス	第2吸い込み	30	220~250
3P フェルトサクシヨンボックス	第3吸い込み	0	—
4P フェルトサクシヨンボックス	第2吸い込み	0	—

表 5 改造前後の抄紙機側各ポートの吸い込み圧力と手動弁開度

抄紙機側ポート名	改造前	改造後	
	吸い込み圧力 [－mmHg]	手動弁開度 [%]	吸い込み圧力 [－mmHg]
No. 1 ワイヤサクシヨンボックス	100～120	30～50	90～150
No. 2 ワイヤサクシヨンボックス	70～100	30～60	85～180
バキュームデフレクタ	100～130	20～60	100～190
サクシヨンクーチロール (Hi)	440～460	30	405～440
サクシヨンクーチロール (Lo)	160～200	35	180～250
ピックアップロール (Hi)	450～460	26	450～460
ピックアップロール (Lo)	200～260	50	130～180
サクシヨンプレスロール (Hi)	450～460	25	440～460
サクシヨンプレスロール (Lo)	340～380	35	350～360
No. 1 フェルトサクシヨンロール	220～240	30	215～230
No. 2 フェルトサクシヨンロール	220～250	30	205～230
Pu フェルトサクシヨンボックス	230～250	50	250～280
1 P フェルトサクシヨンボックス	220～250	50	225～260
3 P フェルトサクシヨンボックス		0	—
4 P フェルトサクシヨンボックス		0	—

どの程度まで吸い込み圧力を低下させても操作性に支障をきたさないか調査するため、実機にて抄紙機各ポートの手動弁を閉め込み、ターボブロワ回転数が95%の時の吸い込み圧力に合わせ、操業上問題がなければ90%時の吸い込み圧力になるよう手動弁を閉め操作性をチェックする事にした。結果、通紙上のトラブルやプレスでの脱水不足等トラブルの発生はなく、ターボブロワ回転数を現状の95%に落としても操作性に支障をきたさない事がわかった(表4)。

- ・サージング防止弁 10%→30%
- ・負荷 220 A→210 A

このように実際に低下した吸い込み圧力で操業してみても、行けるという確信を持ったので平成7年4月中旬の2号ボイラ定期検査に合わせ増速機の改造を実施した。

3.3 目標の設定

今回のターボブロワ回転数ダウンを、一応現状の90%とし、増速機の改造を実施する事にした。この時、省電力は100 kWが見込まれる。

表 6 ターボ増速機改造前後の省電力

	負荷電流	電力(力率0.9)
増速機改造前	220 A	1,183 kW
増速機改造後	170 A	914 kW

注) 実電圧 3.45 kV で計算

4. 対策の内容

一般に既設ブロワの省エネルギー方法として次のようなものが考えられる。

①羽根車の加工, 交換

羽根車の外径を小さくし、吸い込み圧力を下げる。又は、羽根幅を狭くし、吸い込み圧力を下げる。両方法共吸い込み効率が下がるので、中胴の改造が必要となるため改造コストは高い。

②吸い込みポートの変更

ブロワの高真空ラインで使用されている吸い込みポートを低真空ラインに切り替える。

③回転数ダウン

大ラフ抄造時の電力原単位推移

図 1 電力原単位推移

(参考図) 2号抄紙機の真空系統図

増速機の増速比が小さくなるように歯車を取り替える。モータを可変速にする。

①の方法では、中胴の改造が必要となるため改造コストが高く、工期も長くなる。又、②の方法は、高真空ラインの一部を大幅に小さくできるケースに限られる。そこで、今回、吸い込み圧力を下げ、省エネルギーを目指す方法として、③のブロワ増速機の歯車交換による回転数ダウンを実施する事にした。

増速機の改造は、コストを下げるためケーシングを現在使用のものを流用し、大歯車、小歯車、軸のみ新作し乗せ替えることにした。この改造により、ターボブロワ回転数は4,720 rpm から4,248 rpm となり、90%の回転数ダウンとなる。

改造後の抄出しは、抄紙機側各ポートの手動弁をテスト実施後の開度とし、ターボブロワ負荷、吸い込み圧力を見ながら各ポートの手動弁を開けていく事にした。結果、各ポートの吸い込み圧力は表5の様になり、テスト実施前に比べ第1吸い込みでは70～85 mmHg、第2吸い込みで20～40 mmHg、第3吸い込みでは50～90 mmHg 程度圧力が低下しているのがわかる。この時、ターボブロワ負荷電流は160 A であったが、ターボブロワの特性が変わり、サージング域がわからないため、負荷と振動を常時観察しながら、経験上サージング域をつかむことにし、今回、サージング防止弁を少々開け170 A 程度になるようにした。

5. 対策後の効果

表6より、ターボブロワ増速機改造前のターボブロ

ワ負荷平均値220 A に対し、改造後平均170 A となり50 A 負荷低減しており、省電力は269 kW となる。これは当初予想していた100 kW の省電力に対して、さらに169 kW 省電力となっている。これは、改造後の吸い込み圧力が予想以上に高かったため、抄紙機側各ポートの手動弁をほとんど開けなかったからである。図1は、大ラフ抄造時の電力原単位の推移を平成7年1月から7月まで表したもので改造前後で大きく向上しているのがわかる。

◎省エネルギーメリット

設備投資金額：9,500 千円

月間削減金額：2,098 千円/月

投資メリット：1,919 千円/月

6. ま と め

省エネルギーは、下準備を充分に行わずに実施すると抄紙機の操業性に悪影響を与え、必ずその省エネルギーは一時的なものに終わるものである。今回、2号抄紙機におけるターボブロワ回転数ダウンによる省エネルギーに取り組むに当たり、事前に操業性に悪影響を与えないようデータ取りを綿密に実施したことから、現在問題なく操業しており、省電力も当初の予想を大きく上回るメリットを得ることができた。今後も省エネルギーに取り組むに当たり、データ採取、問題点の検討を十分実施し電力原単位の低減に努めたい。