ヘルパータービン設置による省エネルギー —ボイラ給水ポンプの蒸気駆動併用化—

日本製紙株式会社 小松島工場工務課 原 田 道 成

Save Energy by Helper Turbine Redesigning the Drive System of Boiler Feed Water Pump

Michinari Harada

Komatsushima Mill, Nippon Paper Industries Co., Ltd

To correspond to the increasing of the demand for recycled paper, we installed de-inked pulp plant at Komatsushima Mill, Nippon Paper Industries Co., Ltd. As the result, the quantity of consumed electric power was getting increased, and we purchased more electricity from an electric power company.

Then we installed a helper turbine on boiler water pump as a part of our energy-saving project. As a result of this, we correct steam energy at reduced pressure as driven energy of water feed pump.

分類：U₁ボイラ，U₂蒸気，U₃省エネルギー一般

1. はじめに

日本製紙株式会社小松島工場では近年、資源の有効利用及び市場ニーズに対応するため、古紙パルプ製造設備を設置した。これによって、電力需要が増加し、購入電力を増やさざるを得ない状況となっていた。

そこで、省エネルギー対策工事の一環としてボイラ給水ポンプに蒸気駆動装置（ヘルパータービン）を設

置し、有効に活用されていなかった蒸気減圧減温エネルギーを給水ポンプの駆動動力として回収し、省エネルギーを図った。

但し、ヘルパータービンの稼働開始は平成13年3月上旬を予定しており、現在、設置工事中である。そのため今回の報告は省エネルギー案件の紹介となる。

2. 小松島工場の概要

2.1 工場規模

工場規模は表1に示すとおりである。

2.2 発電設備の概要

発電設備の概要を表2に示す。

3. 省エネルギー内容

3.1 概要

小松島工場の2号タービン第2抽気の圧力調節はタービン外部の圧力調節弁に行っているためタービン

表 1 小松島工場概要

工場敷地面積	1,052,000 m ²
従業員数	203名（平成12年11月現在）
生産能力	洋紙：144,000 t/年（日産400 t） DIP：22,000 t/年（日産60 t） 化成品：350 t/年

出口の抽気蒸気はタービン内部で充分仕事をせずに高い熱量を持った状態で出てくる。その蒸気は発電に寄与せずに減圧弁並びに減温器にて減圧減温され熱量を無駄に捨てていた。

そこで、ボイラ給水ポンプに蒸気駆動装置（ヘルパータービン）を設置し、減圧弁に代わって2号タービン第2抽気圧力調節を行わせる様に改造した。これにより蒸気中の高い熱量はヘルパータービンによって、給水ポンプの駆動動力として回収され、省エネルギーが図られた（図1、図2）。

3.2 採用箇所の特徴

採用箇所においての主たる特徴はつぎのとおりで、これにより省エネルギーの相乗効果が出てくる。

- ①エネルギー使用が多い時に多量に捨てられていた熱量を駆動動力源とした。外部に抽気圧力制御をもつ2号タービンの抽気蒸気は出力が増加するにつれ、エンタルピーは高くなる傾向がある。またその状態は購入電力を多く受電している時に見られる（図3、図4）。
- ②エネルギー使用が多い時に負荷が高くなる補機を回収動力の使用先にした。ボイラ給水ポンプはエネルギー使用量が増加すると、ボイラ蒸発量は増大し、負荷が高くなる傾向がある。これも同様にその状態は購入電力を多く受電している時に見られる（図5、図6）。

3.3 設備内容

図7にヘルパータービンの外観を示す（図7）。つぎにヘルパータービンの主たる設備内容を記す（表3、図8）。

①誘導電動発電機ではない。

蒸気条件によりヘルパータービンの定格出力はボイラ給水ポンプの定格出力を上回らない。そのため誘導電動機があくまでも主体となる。万一、ヘルパータービンに支障がきたしても、クラッチで縁が切れることにより、誘導電動機単体で運転可能である。

②背圧制御を行う。

回転数が誘導電動機の同期速度により拘束されるため、ヘルパータービン入口の蒸気加減弁は速度制御を行わず、背圧制御に用いている。

4. 効果

平均蒸気条件にてヘルパータービンの出力を予想し、削減エネルギー量を試算すると

削減エネルギー量

= ヘルパータービン出力 × 年間運転時間

× 原油換算係数

= 190 kW × 8,400 H/年 × 0.265 kJ/kWH

= 423 kJ/年となる。

費用では上記のエネルギー費用の他に、評価は出来ないが基本契約電力料金費の削減も期待できる。

表 2 発電設備仕様

設備	項目	単位	1号ユニット	2号ユニット
ボイラー	設備番号	T/H	1号ボイラ（予備缶）	2号ボイラ
	型式		2 胴自然循環形	単胴自然循環形
	蒸発量		70	120
	蒸気条件		70 kg/cm ² × 480℃	120 kg/cm ² × 541℃
	燃焼方式		重油専焼	微粉炭専焼
	通風方式		押込通風	平衡通風
	使用開始年月		昭和 43 年 11 月	平成 2 年 2 月
タービン	設備番号	kW	1号タービン	2号タービン
	型式		単気筒衝動式 2 段抽気復水	単気筒衝動式 2 段抽気背圧
	定格出力		10,000	9,000
	入汽条件		68 kg/cm ² × 475℃	115 kg/cm ² × 538℃
	抽気圧力		1 抽気：11, 2 抽気：3	1 抽気：68, 2 抽気：13
	背圧		真空 722 mmHg	3 kg/cm ²
	回転数		3,600	7,041/1,800
	膨張段数		14	10
	使用開始年月		昭和 43 年 11 月	平成 2 年 2 月

図 3 出力とタービン出口抽気エンタルピ
(既設 2 号タービンデータ)

図 4 タービン出口抽気エンタルピと購入電力量
(既設 2 号タービンデータ)

表 3 ヘルパータービン仕様

形 式		横型単段落衝動直結式	
型 式		BYRH	
蒸気条件		定格	常用
	入口圧力	23.3 atg 2.285 Mpa	19.7 atg 1.931 Mpa
	入口温度	363℃	350.7℃
	出口圧力	13 atg 1.275 Mpa	13 atg 1.275 Mpa
	出口温度	321℃	321℃
	蒸気流量	15 T/H	14 T/H
回収動力		285 kW	190 kW
主な構造	タービン車室 支持方式 分割方式	中心線支持方式 水平 2 分割式	
	蒸気加減弁 形式 制御方法	バランス型復座式 背圧制御信号により蒸気量を制御	
	ロータ 形式	単段カーチス	
	潤滑方式	オイル潤滑システム	
	軸封	ラビリンス+炭素パッキン	
	過速度ガバナ 形式 設定回転数	機械式 定格回転数×1.11 以内	
	主塞止弁 形式	機械リンク式トリップ弁	

図 5 蒸発量とボイラ給水ポンプ電流値
(既設 2 号ボイラデータ)

図 6 ボイラ給水ポンプ電流値と購入電力量
(既設 2 号ボイラデータ)

図 7 ヘルパータービン外観

図 8 ヘルパータービン性能線図

5. おわりに

今回の省エネルギー案件は前述のとおり工事実施中のため、工事効果や作業上の問題の把握・対応等は確認されていないので、早期に運用の確立を図りたい。

また当工場では古紙利用の推進のため、更なる古紙

パルプ製造設備の増強、また環境対策設備の強化をする計画があり、これらの設備が稼働した場合、エネルギー使用の増加が予想される。これに対応して、更なる省エネルギー活動を推進していく所存である。

計5回の内部詳細点検を経て各部の健全性が確認されてきた。運転開始以来の稼働率（予定停止を除いた運転可能時間のうち、運転要求に対して給電出来た比率）は98.6%を記録し、高信頼性を維持している。

50 Hz 地域用の M 701 G は、1998 年 10 月に東北電力㈱東新潟火力発電所で試運転を開始し、1999 年 7 月に商用運転を開始した。これまでの稼働率は 100% を記録し順調に運転中である。本稿では M 501 G ガスタービンの技術的特徴と最新の運転状況に関して記述する。

（本文 34 ページ）

ターボモーターによる省エネルギー運用事例 —ボイラー給水ポンプの蒸気駆動化—

北越製紙株式会社 関東工場市川工務部施設課動力係 梅津 尚夫

北越製紙㈱関東工場市川工務部は、環境問題を配慮して購入燃料の都市ガス化を進めてきた。また、都市ガス化に伴うエネルギーコストの上昇という問題に対して、工場上げての省エネルギー対策に積極的に取り組んできた。こうした取り組みの中で、冬場に発生するタービンバイパス蒸気によるエネルギー損失を有効に利用できる設備として、ターボモーターによるボイラー給水ポンプの蒸気駆動設備を導入した。この設備の導入経緯、運転経験、コストメリットについて説明する。

（本文 43 ページ）

ヘルパータービン設置による省エネルギー —ボイラ給水ポンプの蒸気駆動併用化—

日本製紙株式会社 小松島工場工務課 原田 道成

日本製紙株式会社 小松島工場では近年、資源の有効利用及び市場ニーズに対応するため、古紙パルプ製造設備を設置した。これによって、電力需要が増加し、購入電力を増やさざるを得ない状況となっていた。

そこで、省エネルギー対策工事の一環としてボイラ給水ポンプに蒸気駆動装置（ヘルパータービン）を設置し、有効に活用されていなかった蒸気減圧減温エネルギーを給水ポンプの駆動動力として回収し、省エネルギーを図った。

主な特徴として2つある。一つは購入電力を多く受電している様なエネルギー使用量が多い時に多量に捨てていた蒸気エネルギーを駆動動力源とした事である。外部に抽気圧力制御をもつ既設蒸気タービンの抽気蒸気は出力が増加するにつれ、エンタルピは高くなる傾向がある。その蒸気を今までは無駄に減圧減温していたが、これを動力源として回収した。もう一つは同様にエネルギー使用量が多い時に、負荷が高くなる補機を回収動力の使用先にした事である。ボイラの給水ポンプはエネルギー使用量が多くなると、ボイラ蒸発量は増大し、負荷が高くなる。前述の動力源を用いて給水ポンプの駆動動力を補助する蒸気駆動装置を設置した。

期待される効果としては平均回収動力 190 kW、更にエネルギー使用量が多い場合では回収動力 285 kW となり、省エネルギーは基より、エネルギー使用量が多い運転状態での購入電力削減に寄与する。

（本文 46 ページ）