大王製紙・三島工場のエネルギー対策 —省エネルギーと燃料の安定確保を目指して—

大王製紙(株)三島工場 津 吉 伸 哉

Energy Utilization and Conservation Measures at Mishima Mill, Daio Paper Corporation —Energy Conservation and Stable Procurement of Fuel—

Shinya Tsuyoshi

Mishima Mill, Daio Paper Corporation

Mishima Mill, Daio Paper Corporation installed its first 6,000 kW-generator turbine in 1963. The mill now has 17 boilers and 13 generator turbines under operation of which the total electric generating capacity is about 500,000 kW.

Since the oil crisis during the 1970s, the goal of the mill has been to have reliable energy supplies.

In so doing, the mill has undertaken the following steps :

- 1) switching the fuels from oil to coal.
- 2) upgrading the efficiency of the recovery boilers.
- 3) decreasing the purchased electricity.
- 4) upgrading the efficiency of generator turbines.
- 5) undertaking energy conservation measures mill-wide.

1. はじめに

四国の瀬戸内側中央部に位置する伊予三島・川之江両市は古くより製紙の盛んな地域であり、そこに位置する当社三島工場は10万tクラスの船が工場岸壁に接岸できる臨海工場としての優位性を活かし、現在まで生産の拡大と多様化を図ってきた。

エネルギー供給設備においても、昭和38年に6,000kWの自家発電設備を設置以降、紙・パルプ生産設備の増設に併せ逐次増強し、現在では発電能力500MWを有する発電所となった。図1に電力使用量の推移、図2に蒸気使用量の推移を示す。

この自家発電設備増強の過程で直面したオイルショック、特に昭和54年の第2次オイルショックを機に、オイルに頼る率を下げながら、いかに廉価な燃料を安定して確保するか、効率的にエネルギー変換するか、また供給されたエネルギーをいかに有効に使用する

図1 電力使用量推移
(縦軸はS. 54年を100とした指数)

図2 蒸気使用量推移
(縦軸はS. 54年を100とした指数)

平成4年度年次大会('92.11.11~13, 那智勝浦)において発表した。

るかという観点からエネルギー対策に取り組んできた。

以下、現在に至るまでの取組みについて報告する。

2. 三島工場火力発電所の概要

平成5年3月完成予定のソーダ回収ボイラーを加え、ボイラー17基、タービン発電機14基、総蒸発量約3,000 T/H、出力合計約500 MWとなっている。

表1にボイラー設備を示す。

ボイラー17基の内訳は重油ボイラー6基、石炭ボイラー2基、ソーダ回収ボイラー6基、スラッジボイラー3基であり、重油：石炭：黒液のエネルギー使用比率は22%：50%：28%となっている。

表2にタービン設備を示す。

現在、工場での最大電力使用量は約380 MWであり、効率の悪い小容量のタービンを停止している。現在は昼夜を通し購入電力はほぼ零で全て自家発電で

賄っている。

図3に発電所の系統図を示す。

工場でのプロセス蒸気は4 K系、5 K系、7 K系、13 K系の4種類の圧力となっている。川之江工場の自家発電設備は停止しており、三島工場から約1 km離れた川之江工場まで送電及び送気を行っている。

3. エネルギー対策

オイルショック以降、当社で取り組んできた主なエネルギー対策は次に挙げる5項目である。

- ① 重油から石炭への燃料転換
- ② ソーダ回収ボイラーの高効率化
- ③ 自家発電比率アップによる購入電力の低減
- ④ タービン発電機の効率アップ
- ⑤ 省エネルギーの推進

表1 ボイラー設備

(三島工場)

ボイラー種別	ボイラー番号		蒸 発 量	常用圧力	常用温度	完 成 年 月
			T/H	kg/cm ² G	°C	
重油ボイラー	6号ボイラー		130	91	503	昭和42年9月
	7 "		160	91	503	昭和44年9月
	10 "		160	102	503	昭和46年2月
	13 "		350	130	541	昭和48年11月
	16 "		350	130	541	昭和49年9月
石炭ボイラー	18号ボイラー	No. 1CB	350	134	542	昭和61年5月
	19 "	No. 2CB	350	134	542	平成元年5月
ソーダ回収ボイラー	5号ボイラー	No. 2RB	60	30	385	昭和42年6月
	8 " "	No. 3RB	88.5	65	433	昭和46年2月
	12 "	No. 4RB	103	65	435	昭和47年6月
	14 "	No. 5RB	170	65	433	昭和48年11月
	17 "	No. 6RB	258	100	500	昭和60年8月
	21 "	No. 7RB	260	135	515	平成5年3月
スラッジボイラー	11号ボイラー	No. 1SB	60	67	440	昭和47年6月
	15 "	No. 2SB	100	69.5	440	昭和48年11月
	20 "	No. 3SB	60	67	440	平成元年11月
三 島 工 場 合 計 16缶			3,009.5			

(川之江工場)

重油ボイラー	1号ボイラー	55	80	510	昭和42年9月
合 計	17缶	3,064.5			

表 2 タービン設備

(三島工場)

タービン番号	形 式	容 量	供給蒸気圧力	供給蒸気温度	完 成 年 月
		kW	kg/cm ² G	°C	
1号タービン	背圧タービン	6,000	28	370	昭和38年3月
2 "	2段抽気復水タービン	18,000	88	500	昭和42年9月
3 "	"	30,000	88	500	昭和44年9月
4 "	混圧2段抽気復水タービン	34,000	99/62	500/430	昭和46年2月
5 "	抽気背圧タービン	15,000	62	430	昭和48年5月
6 "	混圧抽気復水タービン	73,000	125/62	538/430	昭和48年11月
7 "	"	73,000	125/62	534/430	昭和49年9月
8 "	背圧タービン	910	60	430	昭和54年7月
9 "	抽気復水タービン	27,000	7	230	昭和55年6月
10 "	抽気背圧タービン	44,000	95	497	昭和60年8月
11 "	復水タービン	20,000	13	280	昭和63年3月
12 "	2段抽気復水タービン	80,000	125	538	平成元年4月
13 "	"	80,000	125	538	平成4年3月
計	13基	500,910			

(川之江工場)

1号タービン	背圧タービン	7,200	80	510	昭和42年9月
--------	--------	-------	----	-----	---------

合 計	14基	508,110
-----	-----	---------

図 3 発電所系統図

3.1 重油から石炭への燃料転換

1) 石炭ボイラー新設

① 昭和61年にNo. 1石炭ボイラー(18号ボイ

ラー, 蒸発量 350 T/H), 引続き平成元年にNo. 1と同仕様のNo. 2石炭ボイラー(19号ボイラー)が稼働し, 同容量の重油ボイラーを停止させ石炭への燃料転

換を図った。

② 10万tクラスの石炭船が接岸でき、海外炭を直接工場へ受入れすることができる臨海工場の有利性を活かすため、No. 1石炭ボイラーの完成にあわせ700 T/Hの陸揚げが可能なアンローダー設備2基と1基当り2万tの貯炭能力がある円筒状石炭サイロ4基を新設した。

更に昭和62年に石炭サイロを1基増設し、総貯炭能力10万tを有する石炭サイロが完成した(写真1)。

石炭の陸揚げ、サイロでの貯炭、ベルトコンベアによるボイラーへの払出しまで一貫した揚・貯・運炭設備の完成により、効率的に石炭を燃料として使用できる体制を確立した。

2) スラッジボイラーの助燃重油を石炭に変更

① 昭和61年、No. 1スラッジボイラー(11号ボイラー、蒸発量60 T/H)及びNo. 2スラッジボイラー(15号ボイラー、蒸発量100 T/H)を石炭混焼が可能なように改造し、重油から石炭への切換を実施した。

② 紙・パルプの生産量増大に伴う製紙スラッジ増加に対処するため、平成元年にNo. 3スラッジボイラー(20号ボイラー、蒸発量60 T/H)を新設した。

No. 3スラッジボイラーは既設の反転ストーカー方式に比べ、燃焼効率の良い流動床方式のボイラーを採用し石炭混焼タイプとした。

現在、スラッジボイラーでは製紙スラッジ、石炭に加えバーク及びソーダストを混焼している。

写真1 石炭サイロとアンローダー

図4 エネルギー使用比率推移

これら一連の石炭化対策により、重油の使用比率を70%から22%へ大幅に低減することができた。

図4にエネルギー使用比率の推移を示す。

3.2 ソーダ回収ボイラーの高効率化

近年、黒液の高濃度濃縮技術が確立し、また高温高压耐食材料が開発されたことにより、従来のカスケードエバポレータ方式に代わり、ラージエコマイザー方式のソーダ回収ボイラー(高温高压高効率ソーダ回収ボイラー)が設置されるようになった。

当社においてもソーダ回収ボイラーをパルプ蒸解薬品の回収目的だけでなく、有効なエネルギー供給源として位置づけ、高温高压ソーダ回収ボイラーの新設並びに既設ソーダ回収ボイラーの改造を実施してきた。

1) 高温高压ソーダ回収ボイラー新設

① 連続蒸解釜新設に伴うパルプの増産に対応するため、昭和60年にNo. 6ソーダ回収ボイラー(17号ボイラー、蒸発量258 T/H、固形分処理能力1,750 T/D)を新設した。

No. 6ソーダ回収ボイラーは当社では初めての高温高压ソーダ回収ボイラーであり、蒸気圧力100 kg/cm²、蒸気温度500℃である。No. 6ソーダ回収ボイラーの稼働により、既設の小容量で効率の悪いカスケードエバポレータ方式のNo. 2ソーダ回収ボイラー(5号ボイラー、蒸発量60 T/H)、No. 3ソーダ回収ボイラー(8号ボイラー、蒸発量88.5 T/H)を停止し予備機とした。

② しかし、その後のパルプ増産でNo. 3ソーダ回収ボイラーを再運転しなければならなくなったこと、またNo. 2、No. 3、No. 4ソーダ回収ボイラー(12号ボイラー、蒸発量103 T/H)が建設後20～25年を経過、設備が老朽化し連続運転が困難になったこと等の理由により、現在、平成5年3月完成予定でNo. 7ソーダ回収ボイラー(21号ボイラー、蒸発量260 T/H、蒸気圧力135 kg/cm²、蒸気温度515℃、固形分処理能力1,750 T/D)の建設を進めている。

No. 7ソーダ回収ボイラーが稼働すれば黒液の殆どを高効率のNo. 6及びNo. 7ソーダ回収ボイラーで処理でき、エネルギー費の低減が図れることになる。

2) 既設ソーダ回収ボイラー改造

昭和60年にNo. 6ソーダ回収ボイラーが稼働した後、昭和61年にNo. 5ソーダ回収ボイラー(14号ボイラー、蒸発量170 T/H)、引き続き昭和62年にNo. 4ソーダ回収ボイラーをカスケードエバポレータ方式からラージエコマイザー方式に改造した。

これらの改造で効率が大幅に改善されると共に、臭気発生防止による環境改善も図れた。

写真 2 建設中のソーダ回収
ボイラー

また黒液濃縮装置についてもソーダ回収ボイラーの建設に併せ新設、改造を実施してきた。

3.3 自家発電比率アップによる買電電力の低減

タービン発電機については、工場の生産設備増強に歩調を合わせ増設してきた。昭和60年まで自家発電比率は、オイルショックの影響もあり60～65%を推移していたが昭和61年のNo. 1石炭ボイラー稼働を契機に90%まで引上げられ、その後90～95%を維持してきた。

平成元年から2年にかけて、紙・パルプ生産設備が大幅に増設されたため電力使用量が増え自家発電比率が低下した。これに対処するため13号タービン(出力80 MW)を増設、平成4年3月より運転を開始した。

13号タービンの稼働により自家発電比率が100%になると共に小容量で効率の悪いタービン3基を停止することができ、工場トータルでのタービン発電効率をあげることができた。

上述してきたように、ボイラー及びタービン発電機が次々と増設されてきたが、このように分散・複雑化された発電プラントを経済的に運転するため、昭和53

図 5 自家発電比率推移

年にコンピューターによる自家発電経済運用システムを導入した。それ以降、現在に至るまで発電プラントの増設に併せ機能の強化を図ってきた。

3.4 省エネルギーの推進

昭和50年より省エネルギーを推進してきたが、平成2年より更に強力に取り組んでいる。省エネルギー実施の観点として、過剰設備となっているもの、運転効率の悪いものを重点的に改善してきた。その主な方策は以下の通りである。

- ① 回転ダウン等による機器容量の適正化
- ② 生産フローの簡素化及び統合化
- ③ 排熱回収及び放熱防止
- ④ プロセス使用蒸気圧力の見直し
- ⑤ 温排水利用
- ⑥ 操業方法の見直し

省エネルギー対策の結果、平成2年度及び3年度トータルで電力、蒸気共に使用量の約10%を低減することができた。

おわりに

ここ2～3年の省エネルギー取組である程度エネルギー費の低減が図れたが、まだまだ改善の余地は残されており、今後も引続き省エネルギーを推進し、エネルギー費の低減に努めていく必要がある。

また現状、重油への依存度はまだ20%程度あり、将来の重油価格の動向を見極め石炭ボイラーの検討も進めていかねばならないと考えている。