

■ シリーズ特集 ■ 各部門における省エネルギー対策(8)

印刷産業における省エネルギー対策

Energy Saving in the Printing Industry.

渡 辺 鉄 男*
Tetsuo Watatanabe

1 はじめに

印刷産業は、最近の15～20年間で飛躍的に多様化した。単に書籍や雑誌を刷るだけというイメージはすでなく、他産業と密接なつながりをもつ産業になっている。印刷の対象も、紙、セロファン、プラスチックフィルム、ボード、合板、鋼板、布地などのほか、印刷技術を応用したカラーテレビ用シャドウマスクや、IC用フォトマスクなどまで印刷工場で生産されている。

印刷産業をエネルギー消費の面からみると、比較的消费の少ない産業といえる。日本印刷工業会の調査によると、53年度に印刷業界（新聞を除く）で消費されたエネルギーは、原油換算で約850千kl/年と試算されている。この値は、わが国の製造業で消費されているエネルギーの約0.35%である。ちなみに同年の業界出荷高は約27千億円/年で、製造業出荷高の1.7%をしめていることからみても、エネルギー消費の少ない産業といえよう。

売り上げ高にしろエネルギー費比率は、通常2～2.5%程度であり、用紙やインキ費に比べてはるかに低い。エネルギーの中でも電力の消費比率が約60%と高く、省エネルギー面では、やゝ取りくみにくい側面をもっている。

とはいえ、大手企業を中心に、インキの乾燥、乾燥排ガス処理の省エネルギーをはじめ、蒸気、電気の省エネルギーについても積極的に進められている。大手を中心に開発導入された省エネルギー技術は、今日、中小印刷企業迄適用拡大されつつある。

第1次石油ショック以降の省エネルギーの取り組みをみると、他産業と同様、初期段階では節約主体の対策に重点がおかれ、エネルギー供給や単価が落ちつきはじめたS50年頃からは、コストダウンを主目的にした取り組みに変ってきた。その取り組みは、今日のエ

ネルギー情勢からみると、やゝ大味なものであったが、結果としては大きな省エネルギー効果をあげ、今日の企業収益に寄与している。

53年末のイラン政変を契機とした第2次石油ショックは、各社の省エネ対策にさらに拍車をかけた。石油供給の不安定化、エネルギー単価の急騰、法的規制などが身近かな問題としてふりかかってくるにしたがい、省エネルギーに対する認識が変り、推進組織の見直しをはじめ、裾野を広げた取り組みに変ってきている。

業界各社のエネルギー消費構造、省エネ対策状況などについては企業秘密の関係で正確な把握は困難であるが、当社の事例を参考にして、印刷産業における省エネルギー対策はどう変遷してきたか今後どう対応すべきかについて、概要を述べる。

2 印刷の概要

印刷工場の省エネルギー対策を紹介する前に、印刷の概要について簡単に説明する。

印刷は、文字、写真、図形などの情報（原稿）をもとに、版をつくり、印刷機械とインキを用いて紙その他の媒体上に多数複製する技術である。印刷方式を大別すると凸版印刷、凹版印刷、平版印刷の3つに分類できる。

2.1 凸版印刷

版面の画線部が凸起し、この部分にインキをつけて印刷する方法。新聞、書籍、週刊誌、月刊誌などの本文の印刷に用いられる。

インキは、樹脂と鉱物油を主体としたビヒクルと、顔料から構成されている。ザラ紙などの吸収性のよい

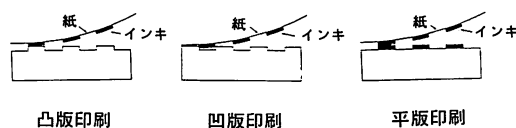


図-1 印刷の3方式

* 大日本印刷機技術本部第2部主任技術員

巻取紙を対象に、ビヒクルの浸透によって乾燥固化する。通常、4~600 m/minで印刷されるがインキ乾燥器はもっていない。エネルギー面では電力が主である。

2.2 凹版印刷

凸版とは逆に、版面の画線部がへこんでいる。インキを凹部につめて印刷する方法。代表例はグラビア印刷である。通常多色刷の輪転印刷機が多用され、月刊誌、週刊誌の口絵、グラビアページ、写真集をはじめ、包装用プラスチックフィルや、家具、建材用などの木目印刷に用いられる。

インキ中の溶剤が蒸発して乾燥固化する。乾燥用熱源は蒸気が多い。印刷の中では比較的エネルギー消費の多い部門である。

2.3 平版印刷

版面は、凸版や凹版のような明らかな高低がなく、外見上、同じ平面上に画線部と非画線部がある。化学処理によって非画線部は親水性に、画線部は親油性に処理されている。版面に水とインキを交互に与えて印刷を行う。代表例はオフセット印刷である。週刊誌、月刊誌の表紙、カレンダー、カタログ類などの印刷に用いられる枚葉印刷機と、週刊誌のカラーページ、チラシ用などの輪転印刷機（以下オフ輪という）がある。枚葉オフセットインキは、酸化重合により乾燥固化するため、通常乾燥器はもっていない。一方オフ輪インキは蒸発乾燥型である。顔料、樹脂のほかに、B.P 200~260℃の石油系溶剤が30~40%含まれている。溶剤は常温ではほとんど蒸発しないが、印刷後の乾燥器で一気に熱乾燥される。乾燥排ガスには特有の臭気があり、通常脱臭処理が行われている。エネルギー消費は、比較的多い部門である。

3 印刷工場のエネルギー消費構造

オフ輪やグラビア輪転機をもっている中規模以上の工場におけるエネルギー消費比率は、一般に電力約60%、燃料約40%である。

電力は、印刷機や加工機などの機械駆動用、ファン、ポンプ、圧縮機などの流体機械用、及び空調用が、各20~30%、照明用が約10%、その他10%程度の消費比率が多い。

動力用モーターの規模は、大型輪転機でさえ80~100 kw程度であり、特殊な設備を除き、2~3 kw~2~30 kwのモーター類が、数の上では圧倒的に多い。

燃料のうち約20~30%は都市ガスである。都市ガスの大半はオフ輪インキの乾燥や排ガスの脱臭処理に使

用されている。なお一昨年頃より、産業用LNG特約が適用される大手印刷工場では、ボイラー用燃料として重油からLNGに転換している例がある。

重・灯油はボイラー用燃料として消費される。ボイラー規模は、蒸発能力10 t/H以下が多く、運転圧力も特殊な場合を除き10 kg/cm²以下である。

蒸気は、グラビアインキの乾燥、溶剤回収時の脱着用、生産ラインにおける加熱用熱源として使用されるものと、冷暖房や冬期における加湿用などの空調用とがある。消費比率は工場の規模や、設備内容によって異なるが、一般的には、生産用50~60%、空調用40~50%の工場が多い。

4 省エネルギー対策事例

印刷産業は、鉄鋼、化学、紙パルプ工業などのエネルギー多消費産業とは、消費量も桁違いに少なく、その消費構造も異なっている。したがって、1部門の大型設備投資によってエネルギー原単位を大幅に改善することは、あまり期待出来ない。しかし、省エネルギーの基本的な考え方は、これらの産業と変わらない。生産性向上や、歩留まりの向上による原単位改善をはじめ、エネルギーを消費する個々の機械や設備について、

- ・エネルギーロスの防止、
- ・ムダの排除、
- ・使用量の適正化、
- ・廃熱の回収利用、
- ・高効率機器への更新、
- ・安価なエネルギー源への転換、

などの観点から現状を見直し、個々の設備や機械の省エネルギーを図ると共に、最終的には、システム全体としての省エネルギーを目指すという、かなりキメ細かな対応が必要である。

印刷工場で実施されている省エネルギー事例について、設備改善を中心にその概要を述べる。

4.1 オフ輪インキ乾燥の省エネルギー

オフ輪インキ乾燥の熱源は、一般に都市ガスが使用されている。印刷で消費しているエネルギーの中では最も省エネルギーが進んでいる分野である。乾燥排ガス処理迄含めた都市ガス原単位は、49/55年比で約30%改善されている。これらの省エネルギー成果は、機械、装置、インキの各メーカー、印刷業者などが、あらゆる面からの企業努力があってこそ成しとげられたものである。その変遷過程について概要を説明する。

多色オフ輪が、わが国の印刷業界に本格的に導入され始めたのは、S44~5年からである。その背景にはノズル・ゼット乾燥器のオフ輪への適用と、週刊誌ブームに伴う高生産性オフ輪へのニーズがあった。

オフ輪インキの乾燥は、高沸点溶剤（BP200~260℃）

の蒸発により乾燥固化されるが、溶剤は常温では蒸発せず、印刷後の熱乾燥で一気に蒸発乾燥される。従って、熱の与え方もかなり強烈である。

オフ輪初期の時代—S30年代—の乾燥器は、直大バーナーによる印刷表面の加熱と、熱風の併用タイプであった。熱風のノズル風速は、最近のものに比べはるかに低く、温度差を主体とした乾燥であった。そのため印刷表面が異常なまでに加熱され、紙中の水分蒸発に起因するプリスター（火ぶくれ）が発生し、コート紙への多色印刷は困難であった。

この問題を解決したのが、ノズル・ゼット乾燥器である。Friedmanらによる直角気流に対する伝熱係数の研究が進むにつれ、オフ輪インキ乾燥にも適用されはじめた。S30年代の後半、T・A・Gardnerは、Overly社（米国、乾燥器メーカー）と組んで多色オフ輪乾燥にノズル・ゼット方式を適用し脚光を浴びた。全熱風方式で、ノズル風速を70～80 m/secにとることによって、伝熱係数を上げ、熱風温度を200～250℃迄引き下げた。乾燥器や熱風発生炉は、かなり大がかりなものであったが、乾燥時のプリスターは大幅に解消され、コート紙への多色オフ輪が容易になった。

乾燥器の開発が契機となり、S44～5年頃から多色オフ輪が本格的に導入されはじめた。一方、オフ輪増設に伴い、乾燥排ガスが臭気苦情の対象としてクローズアップされてきた。印刷産業は、都市型産業の色彩が濃く、工場周辺迄住宅地が密集しているケースが非常に多い。従ってオフ輪導入の初期から排ガス脱臭装置（以後インシネという）の設置は余儀なくされていた。第1次石油ショック前のインシネは、すべて直燃式インシネであった。

枚葉オフ機（乾燥器はもっていない）からオフ輪への切り替えに伴う燃費増に加え、第1次石油ショックによるエネルギー単価の高騰は、オフセット部門の製造原価を押し上げた。コストアップ吸収策の大きな課題がインシネの触媒化であった。

臭気ガスの触媒脱臭方式は、それ迄にすでに化学工場や、エナメル電線塗装などで実用化されていた。この技術がオフ輪排ガス処理に適用された。しかし、当初設置された触媒インシネは、3～6ヶ月で触媒活性が劣化し、全く実用出来なかった。

その後、印刷業者、触媒メーカー、脱臭装置メーカーなどが1体となって問題の解決にのぞみ、触媒活性劣化の原因究明、その対応策についての実用化研究が行われ、S51～2年頃迄にはほぼ実用出来る技術を確立

した。

一方、乾燥器も装置構造、熱効率面で飛躍的に改良された。熱風発生炉と乾燥器は一体化されると共に、ノズル先端と材料面までの距離を極端に近づけたいわゆるフローティング型乾燥器がTEC社（米）により開発された。S48～9年の頃である。従来タイプに比べ乾燥効率を上げ、かつエネルギー消費を下げた当時としては革新的な乾燥器であった。S50年頃、わが国に1号機が導入され、52～3年頃迄には旧タイプの大半がTECタイプに更新された。

インキ面からも種々改良が加えられた。樹脂や溶剤の種類や組成を変えることにより、必要乾燥温度を30～40℃引き下げた。

以上のような諸対策により、オフ輪都市ガス原単位は、52～3年頃迄に約50%迄改善された。

その後も継続して、色々な角度から省エネルギーは進められた。その主な対策は、排気量の最適化、乾燥機とインシネの1体化による熱交率アップ、熱交換器増設によるインシネ廃熱の回収、乾燥温度やインシネ操作条件の改善、紙面温度検出による乾燥温度制御などである。これらの諸対策の結果、オフ輪原単位は、49/55年比で30%迄改善された。この変遷過程を図-2に示す。

4.2 蒸気の省エネルギー

印刷工場における蒸気の省エネルギーも、例外ではなく、蒸気発生部門、輸送部門、使用部門に分けて考えることが出来る。都市ガス程の省エネルギーは進んでいないが、種々の対策が実施されている。各部門別に、主な対策事例について概要を述べる。

(1) 蒸気発生部門（ボイラー）の省エネルギー対策

ボイラーの省エネルギー対策として、運転圧力の引き下げ、負荷の調整、ブロー率の低減、燃焼管理強化、ドレン回収、エコマイザー設置などの対策が実施されている。これらの中でもドレン回収やエコマイザー設置により、かなりの効果を上げている。

印刷工場で消費されている蒸気は、特殊な部門を除きドレンの汚染は少なく、直接回収することが十分可能である。したがって従来からホットウェルタンクを介して、給水ポンプでボイラーに回収する方式はとられていた。しかし、ポンプのもつ耐熱性や、タンクにおける再蒸発蒸気などにより、回収率は30～50%と低かった。

この改善策として、ドレンを大気圧で中間タンクに一旦回収し、蒸気の1次圧とタンクのヘッド差を

利用してボイラーに回収する落差環元方式や、蒸気ラインに、熱ポンプを設置し、全体をクローズ化して回収するなどの方法が実施されている。熱水ポンプによるドレンの直接回収方式は、再蒸発蒸気の損失が少なく効率は高いが、使用蒸気圧力が大幅に分布している場合には、それなりの工夫は必要である。

ボイラー用燃料として、都市ガスや灯油を使用している場合、廃ガスの熱回収も実施されている。エコマイザーを設置し、給水加熱に利用されている。低温腐蝕の問題はなく、ドレン回収後の給水をさらに30~40℃加熱することが出来る。

ドレン回収のフローシートを図-3に示す。

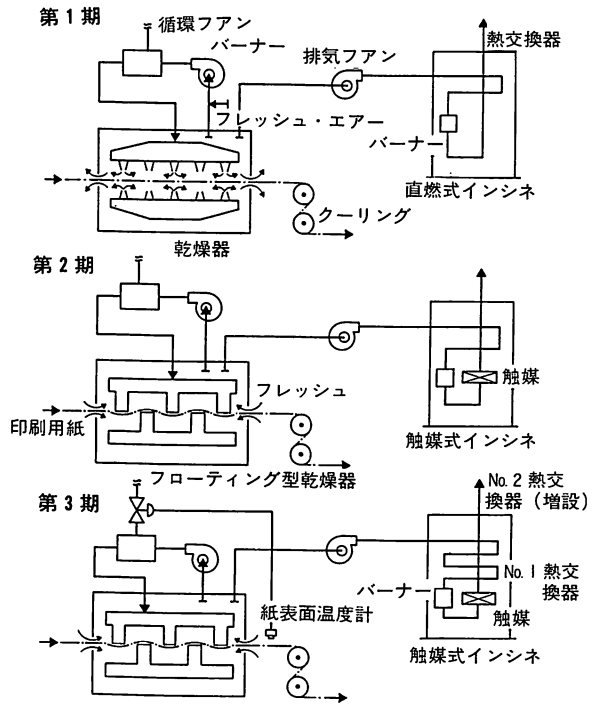
(2) 蒸気輸送部門における省エネルギー。

蒸気輸送部門では、保温の強化をはじめ、スチームトラップ、輸送圧力、蒸気モレ、う廻配管、不要配管などの見直しが実施されている。この中でも特に保温対策は省エネルギーの基本でもあるので、既設保温の見直しまで含めた強化対策が実施されている。

(3) 蒸気使用設備の省エネルギー

○ グラビアインキ乾燥の省エネルギー。

インキ中の溶剤が蒸発して乾燥する点は、オフ輪インキ乾燥と同様である。しかし、オフ輪溶剤に比べはるかに低沸点であることや、印刷材料に対する許容温度などの理由より、オフ論ほど強烈な乾燥はしていない。また、特別な乾燥方式を用いなくとも一応の乾燥は可能という考えから、乾燥器自体も従来あまり改良されなかった。しかし最近になり、省エネルギー面や、乾燥能力面で見直され始めている。



- | | |
|----------------|-------------|
| 第1期 (S45~51) | 第3期 (S54~) |
| ・乾燥器: Overely | ・乾燥器: TEC. |
| ・インシネ: 直燃式インシネ | ・紙面温度制御 |
| 第2期 (S51~53) | ・排気量調整 |
| ・乾燥器: TEC. | ・乾燥温度の最適化 |
| ・インシネ: 触媒インシネ | ・インシネ: 熱交増設 |
| ・インキ: 低温乾燥型 | ・機械速度アップ |

図-2 オフ輪、乾燥器、インシネの変遷

乾燥方式は熱風タイプが比較的多く、その熱効率は10%と低い。投入熱量の約70~80%は排気損失である。従って、排気損失低減を中心とした対策が実施されている。

図-4は、省エネ対策の1実施例である。乾燥排気の一部をリサイクルさせると共に、ヒートパイプを用いて、乾燥用空気余熱に利用している例で、本対策により30~40%の蒸気削減になっている。

○ 空調設備の省エネルギー。
印刷工場は、製品への影響や、作業環境の面から、工場の大半の部分迄空調設備が完備されている例が多い。一般に、空調で消費されるエネルギーは、30~40%以上に達している。

空調の省エネルギー対策としては、温湿度条件の見直しや、運転時間や、運転期間の短縮などをはじめ、機械移設や、生産規模の変更などに伴う過大能力の見直しなどが実施されている。具体的

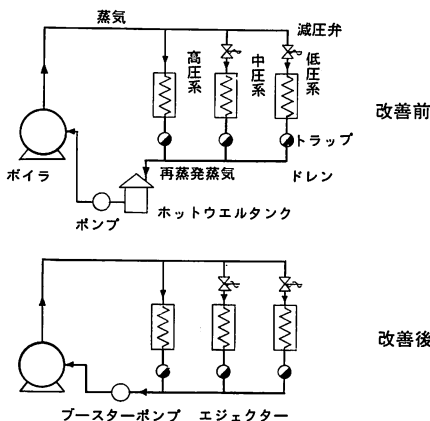


図-3 ドレン回収例

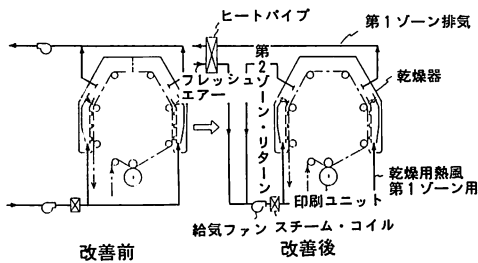


図-4 グラビア輪転機の省エネ事例

対策は、

- ・適正容量化のための調和器の統廃合、
- ・セントラル空調からスポット空調へ、
- ・季節による給気量の変更、
- ・中間期の外気冷房、
- ・空調器の間欠運転、
- ・加湿方式の改善、
- ・運転時間の短縮、
- ・温湿度条件の変更などである。

一方、空調設備全般を、ミニコン或はマイコンで監視し、制御しようという試みが実施されはじめている。

○ 溶剤回収装置の省エネルギー

出版グラビアインキの溶剤はトルエンが使用されている。乾燥後の排ガスは、溶剤回収装置に導入され、活性炭による溶剤蒸気の吸着、水蒸気による脱着操作が行われ、溶剤を回収し再利用されている。

従来、溶剤回収装置の吸脱着サイクルは、印刷機の稼動に関係なく一定時間で吸脱着が実施されていた。これをマイコンを用いて印刷機の稼動に応じたサイクルに変更することにより、大幅な省エネルギーを達成している。

4.3 電力の省エネルギー

印刷工場で消費されるエネルギーの約60%は電力である。その消費構造も、加熱、冷却用電力消費に比べ動力用が比較的多い。動力用も20 kw以下の比較的小さなモーター類が多く、省エネルギー面では取り組みにくい側面も持っている。そのため、都市ガスや、蒸

これ迄の省エネルギー対策を上げると、生産性向上、機械稼働率の向上、合理化、歩留り向上などによる電気の省エネルギーに比べ、はるかに遅れており、まだ諸についた段階といえよう。

力原単位改善を始め、照明の改善、空調温湿度や運転時間の見直しによる冷凍機電力の削減、ファン、ポンプ類の回転数制御や台数制御、空運転防止、力率の改善、デマンド制御などが実施されている。

4.4 廃熱回収による省エネルギー

印刷工場で発生する廃熱には、排ガス脱臭後の廃熱(200~250℃)、ボイラー廃ガス(250~300℃)、グラビア排ガス(50~70℃)、プロセス用温湯水(30~60℃)などがある。

各廃熱共、その1部は熱交換器増設などにより回収利用されているものの、完全ではない。

これらの廃熱は、温度的にも中途半ばな領域のものが多く、回収熱の受入先も限定されることなどの理由で、まだまだ問題がある。しかし今後のエネルギー単価見通しから考えると、収支的にも十分検討出来る段階に入りつつあるといえるだろう。

5 おわりに

印刷産業における省エネルギー対策の概要を述べた。最近の2~3年間で、燃料を中心にかんがいの省エネルギーを達成しているものの、エネルギー単価の急騰には追いつけない現状である。目につきやすく投資効果の高い大物は一巡し、第2段の壁に突き当たっていることは否定出来ない。電力消費の比率が60%と高く、省エネルギーの困難さも確かにある。しかし、原油の1~2ドル時代に設計、施行された機械や設備がまだまだ多い。見方、攻め方を変えることによって、なお改善余地は残されているだろう。所詮は『最小のエネルギーで最大効果(効率)を』という省エネルギーの基本にかえり、エネルギーを消費している個々の設備について、全員参加のもとで、エネルギー消費のミニム化へ挑戦する以外にないだろう。

