



연포장 건조설비의 문제점과 대책

The Dryness Equipment of Flexble Packaging

문용석 / (주)부성엔지니어링 팀장

1. 그라비아 기기 건조방식 및 형태

그라비아 인쇄기술의 발달로 인쇄의 디자인, 품질, 생산속도는 눈부시게 발달해 왔다. 1970년대와 비교하면 인쇄속도는 10배 이상 빨라졌고 이를 뒷받침 할 수 있었던 것은 생산 기계들의 정밀도와 성능들이 높은 수준으로 발달되어 만들어졌기 때문이다.

그라비아 인쇄기기들은 원자재의 품질이 우수해지고 가공기술 또한 발달하였으며 이를 뒷받침해 줄 수 있는 자동제어 기술이 높은 수준으로 발달하면서 생산속도가 증대되고 또한 새로운 포장지들의 등장으로 이전에는 없던 새로운 생산 설비들도 등장했다.

또한 생산속도가 증가된 만큼 품질기준도 강화되어 불량검출 설비들도 개발되고 이제는 눈에 보이지 않는 부분의 제품검사도 이루어지고 있는 실정이다. 그러나 그라비아 인쇄 공정 중 변하지 않는 것은 인쇄나, 코팅을 하는 방법이다.

인쇄되지 않은 무 인쇄 원단에 잉크, 접착제

등을 원활히 도포하기 위하여 EA, MEK, TO 등의 각종 유기용제로 희석하여 원단에 도포하고 이를 다시 건조 챔버를 거쳐가면서 도포된 유기용제를 기화시켜 제품에 잔류용제가 남지 않게 하는 것인데 그라비아 인쇄기기들의 에너지 소비가 가장 많은 부분이 바로 이 건조 부분이며 환경규제의 집중단속 대상도 이 건조 설비들이다.

유용성 계열이 아닌 수용성 계열의 잉크나 접착제들도 개발되고는 있지만 아직까지는 미흡한 수준이며 수용성 계열의 잉크나 접착제가 완벽하게 개발 되더라도 건조설비들은 여전히 필요하며 아마 그때에도 에너지 소비가 가장 많은 설비가 될 것이다.

2000년대를 지나면서 에너지를 절감하고 각종 환경규제 법이 강화되면서 급기야 2008년도에 8월에는 그라비아 인쇄 공정에 새로운 법령이 공포되고 이는 공장의 설립 또는 위반시 영업정지등의 강력한 규제를 하고 있으며 최근에는 탄소 배출권을 줄이는데 끝나는 것이 아니라 전세계적 과제가 되고 있다.



인쇄 공정 중 건조 설비부분은 굉장히 중요한 부분인데도 불구하고 현재의 그라비아 설비들의 건조 부분의 기술은 매우 열악한 상황이다. 기술수준 뿐만 아니라 용어조차도 표준화되고 있지 않고 있는 실정이다.

표준화되고 통일된 용어와 올바른 건조설비의 이해 또한 친환경 적이고 에너지 절감이 우수한 건조설비들의 필요성이 요구된다. 필자는 올바른 건조 방법의 이해 또한 이에 부흥하는 새로운 건조설비를 소개하고자 한다.

먼저 그라비아 설비의 건조 형태를 소개한다.

1-1. 일체형 건조 유니트

일체형 건조 유니트는 주로 공기를 흡입할 수 있는 송풍기와 흡입된 공기를 데워주는 열 교환기를 기본 구성하여 이루어지는데 열 교환기의 종류에 따라 여러 종류로 나누어지며 최근에는 청정공기의 필요성에 의하여 공기의 흡입구 또는 토출구에 먼지 제거용 필터들이 장착되고 있다.

일체형 건조 유니트의 구조는 공기를 흡입하는 흡입 챔버, 먼지를 걸러주는 필터 가이드, 공

기를 흡입하는 송풍기, 흡입된 공기가 이동할 수 있는 덕트설비, 흡입된 공기를 데워주는 열 교환기, 건조박스(건조 chamber) 흡입구 사이즈와 맞추어 덕트 크기를 주여주는 토출호퍼 등이 한 몸체 안에 콤팩트하게 제작된 설비이다.

열 교환기의 사용은 열원의 공급 방식에 따라 전기 팬 히터식, 스팀방식, 열 매체 순환방식, 온수순환방식 등이 쓰이고 있으며, 보일러에서 열풍을 직접생산하여 일체형 건조 유니트에 공급하는 열풍 보일러도 쓰이고 있다[사진 1].

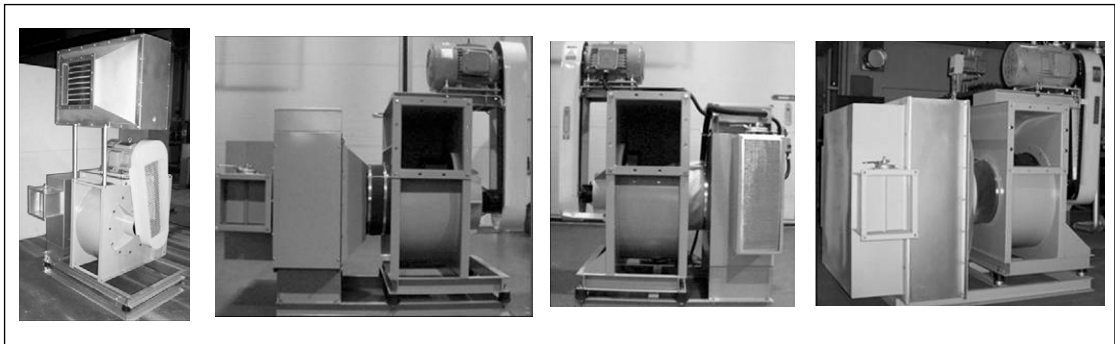
1-2. 배기 송풍기

건조박스내에 공급된 가열 공기를 강제적으로 배출하기 위하여 설치되는 것으로 가장 널리 쓰이는 송풍기의 종류는 터보 팬(TURBO FAN), 에어호일 팬(AIR FOIL FAN), 시로코 팬(SIROCCO FAN)등이 많이 쓰인다[사진 2].

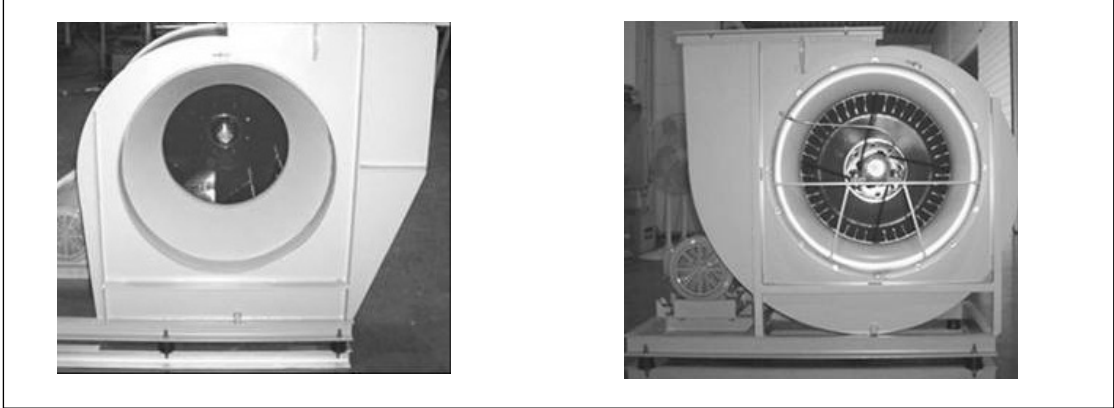
1-3. 건조박스(건조chamber)

건조박스는 '건조오븐'이라 고도 불리는데 오븐내의 온도분포를 될 수 있는 한 균일하게

[사진 1] 일체형 건조 유니트



[사진 2] 배기 송풍기



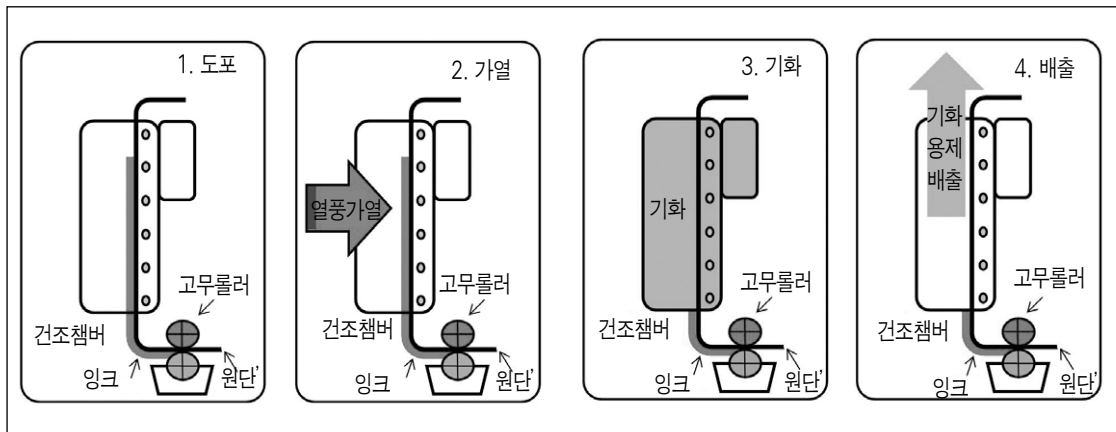
하고 또한 제품의 건조속도를 빨리 할 목적으로 오븐 내의 공기를 팬으로 강제적으로 순환하고 급기와 배기의 양을 조절할 수 있으며 가열온도를 자동조절 할 수 있도록 되어 있는 것으로써 풍속이 지나치게 강하면 비중이 가벼운 시료는 날릴 수 있으므로 적절한 풍속을 유지시키고 건조박스의 크기에 비례하여 풍량을 선정하여야 한다.

1-4. 통풍건조

그라비아 건조 방식은 건조박스에 열풍을 가하여 공급하고 제품의 유기용제들이 열풍에 의하여 기화되면 기화된 잔류용제가 포함된 폐열을 건조박스 외부로 배출하는 통풍건조 방식이며 속 건성을 증대 시키기 위하여 강제통풍건조 방식을 쓰고 있다.

통풍건조는 즉 건조박스에 바람을 통과시켜

[그림 1] 그라비아 설비 통풍건조 원칙





건조하는 방법으로써 강제로 공급된 가열 공기의 양만큼을 강제로 건조박스 외부로 배출시켜야 하는데 이때 급 배기의 양은 1:1의 양으로 이루어져야 하며 1:1일 안될 경우 건조 효율은 그만큼 떨어지게 된다.

2. 그라비아 설비 통풍건조 원칙

그라비아의 건조는 크게 4단계로 나누어 진다(그림 1).

1) 도포 : 오목판 형태의 동판에 잉크, 접착제 등이 골고루 도포될 수 있도록 유기용제(EA, MEK, TO) 등의 희석제로 점도를 조절한 후 사라에 원료를 공급 후 동판을 회전시키고 나이프로 원료를 깎아내어 공급된 원단에 고무롤러로 압력을 가하여 동판의 잉크가 원단에 도포되도록 한다.

2) 가열 : 도포된 원료가 빠른 시간 안에 기화 될 수 있도록 일정온도의 열풍을 공급하는 과정

3) 기화 : 열풍에 의하여 도포된 원료의 희석제가 기화 되는 과정으로 희석제가 기화되면 안료 성분만 남게 된다.

4) 배출 : 기화된 희석제가 건조박스 외부로 배출되는 과정으로써 기화된 용제가 공급된 가열공기의 양보다 적으면 기화된 용제가 배출되지 않아 건조효율이 떨어지게 된다.

또한 기화된 용제가 배출될때 가열에 사용한 열원도 함께 배출되는데 이를 통풍건조의 폐열이라 하며 이 때문에 에너지 소비량이 많은 것이며 막대한 에너지원의 손실이 되는 것이다.

3. 폐열발생으로 인한 경제적 손실

통풍건조시 배출과정에 발생하는 폐열은 막대한 양이며 단순 열원을 버리는 것에서 끝나는 것이 아니라 2차, 3차 에너지 손실의 원인이 되고 있다. 고온의 열을 배출시키는 덕트설비는 대부분 보온이 되지 않은 상태로 작업장 내부를 통과하기 때문에 작업장의 온도를 상승시키며 이로 인해 여름철 에어컨 가동량의 증가로 에너지 소비량도 따라서 증가하게 된다.

배출시설의 범령강화로 통풍 건조시 배출되는 공기는 대기오염방지 시설을 거쳐서 배출하게 되는데 이때 대부분 사용되는 설비들은 활성탄을 활용한 집진기를 사용한다.

일반적으로 집진시설에 사용되는 활성탄은 조립 화성탄과 야자탄이 대부분인데 활성탄의 특성상 통과되는 공기의 온도가 40℃를 넘어서면 효율이 떨어지기 시작하여 70℃에 도달하면 집진기능을 거의 상실하게 된다.

또한 배출시 실내의 먼지도 함께 배출하게 되는데 이는 활성탄의 집진효율을 저하 시키며 고온의 열과 만나게 되면 화재로까지 이어지기도 하는데 그라비아 설비의 건조온도는 대부분이 40℃ 이상인데 집진성능을 증가시키기 위해 배출되는 공기를 강제로 냉각하여 2중의 에너지가 손실되고 고온의 열을 대기 중으로 버리기 때문에 대기온도 상승의 원인도 되고 있다(사진 3).

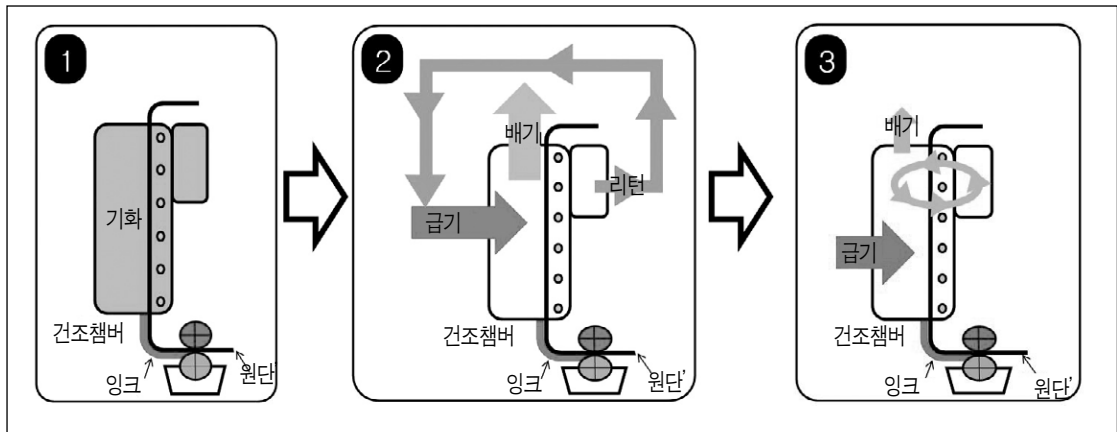
4. 현재 폐열 이용방법 및 문제점

그라비아 건조설비의 폐열 이용방법은 거의 대부분 잘못된 방법으로 이루어지고 있다(그림 2).

[사진 3] 활성탄을 활용한 집진설비



[그림 2] 현재의 폐열 이용방법 및 문제점



[그림 2]의 ②와 같이 열풍가열 후 버려지는 폐열 중 건조박스의 뒷부분에서 폐열을 급기가 열부에 그대로 사용하고 있다.

이는 용제에 오염된 공기를 그대로 사용함으로써 열풍공급시 부터 이미 오염되어 공급되게 되며 더 큰 문제는 원단의 반대편에서 적은 면적에 높은 압력으로 공기를 흡입함으로써 [그림 2]의 ③과 같이 기화된 용제가 원활히 배출되지 못하고 건조박스 내부에서 정체되어 건조

효율이 급격히 떨어지게 되는 것이다. 차라리 후단에 폐열을 흡입하지 않고 배기되는 배기부의 폐열의 일부를 흡입하여 사용하는 것 보다도 못하다고 할 수 있겠다. 물론 그것마저도 사용하지 않는 것이 바람직 하다.

5. 폐열 효과적인 이용설비 이 세이버

폐열을 재이용 하지 않으면 건조 효율은 높아



[사진 4] 이 세이버



지냈지만 막대한 열 에너지가 소비될 것이다.
또한 배출시 발생하는 2차적 에너지 손실도 막을 수 없다.

기존의 그라비어 건조설비의 잘못된 폐열 회수방법을 사용할 바에는 차라리 리턴하여 사용하는 공기의 양만큼 가열 급기의 양을 줄여주는 것이 낫다. 리턴하는 양만큼 공기량을 줄여 주면 오염되지 않은 신선한 열풍의 공급으로 리턴 공기를 사용 할 때와 비교해 건조효율에는 변동이 없다.

그렇다면 건조 효율을 높이고 에너지를 절감할 수 있는 방법은 없을까?

그래서 새롭게 개발된 일체형 건조 유니트가 부성엔지니어링의 이 세이버(E-SAVER)이다 [사진 4].

이 세이버(E-SAVER)는 부성엔지니어링의 경험을 통해 통풍건조시 버려지는 폐열을 가장 효과 적으로 회수하여 사용하는 일체형 건조 유니트의 새로운 명칭이다.

이 세이버는 대기 중으로 버려지는 폐열의 순수 열원만을 회수하여 급기부에 재활용 하여 사용하기 때문에 건조 효율이 매우 우수하고 적은 열 에너지로도 그라비어 건조설비에 적합한 온도의 열풍을 공급할 수 있으며 그동안 일

체형 건조유니트의 제조기술에서 선두의 자리를 지켜온 경험을 바탕으로 새로이 개발된 친환경 기술집약적 일체형 건조 유니트의 결정체이다.

이 세이버의 가장 큰 장점은 폐열 회수 능력이 82%나 되기 때문에 에너지 절감 효과가 기존 설비에 비교하여 월등히 뛰어 나며 현재 보일러 등유를 사용하는 설비와 비교하여 불 때 에너지 소비비율이 최대 90%정도를 절감할 수 있다.

이 세이버의 성능시험 측정한 경북대 기술 연구소 팀과 김진현 교수도 이 세이버의 성능에 감탄하고 앞으로 통풍건조 시장을 주도해 나갈 제품으로 칭찬을 아끼지 않았다.

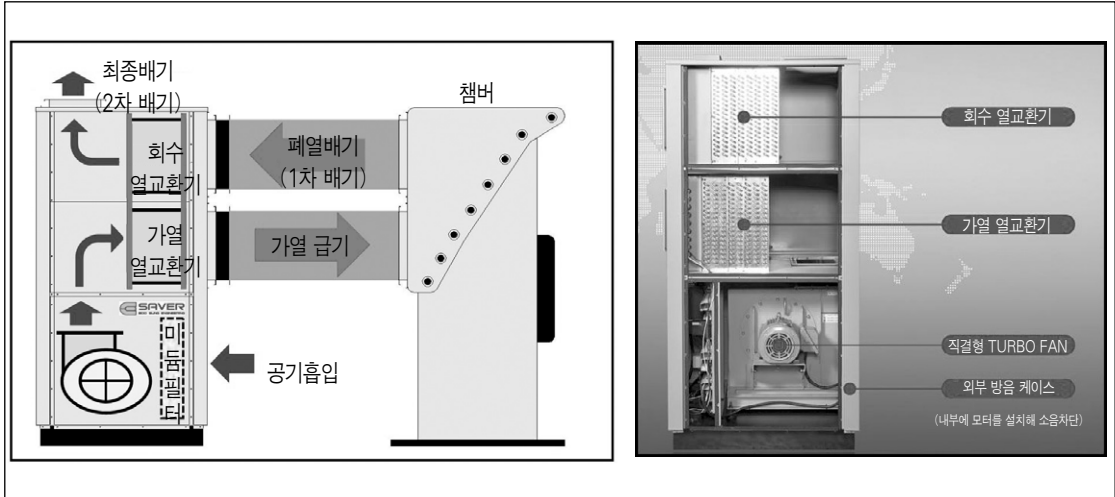
6. 이 세이버의 가열 및 열 회수 경로

E-SAVER는 미듬필터를 거쳐 정화된 공기를 흡입하여 격실 구조의 덕트를 거쳐가면서 가열 열 교환기 ▶ 챔버 건조 ▶ 회수 열 교환기 ▶ 외부배출 ▶ 순수 열원회수의 공정을 거치게 된다.

폐열 회수시 [그림 3]과 같이 잔류 용제는 격실 구조의 덕트를 통해 외부로 전량 배출되고 회수, 가열 열 교환기에 연결되어 있는 열 전달 구간으로 열이 전달됨으로써 기존의 잔류용제를 제외한 순수열원만의 회수가 가능하다(이 세이버의 주동력원은 전기 에너지이다).

또한 이 세이버는 직결형 터보팬을 방음 케이스안에 장착하여 소음을 줄이고 벨트분진을 근본적으로 제거 했으며 새로운 방법의 방진 케이스로 운전시 진동이 없으며 인슈레이션 보온에

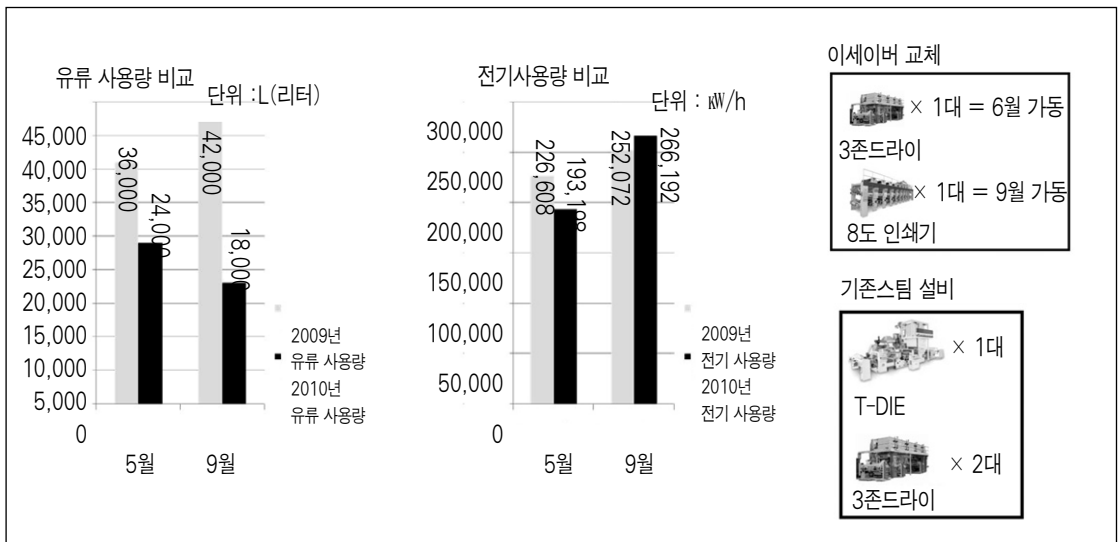
[그림 3] 이세이버의 가열 및 회수경로



만 의존하던 단일 방법을 공기층을 이용한 방음
단열 케이스의 사용으로 친환경적 제작방법을
적용하였다.

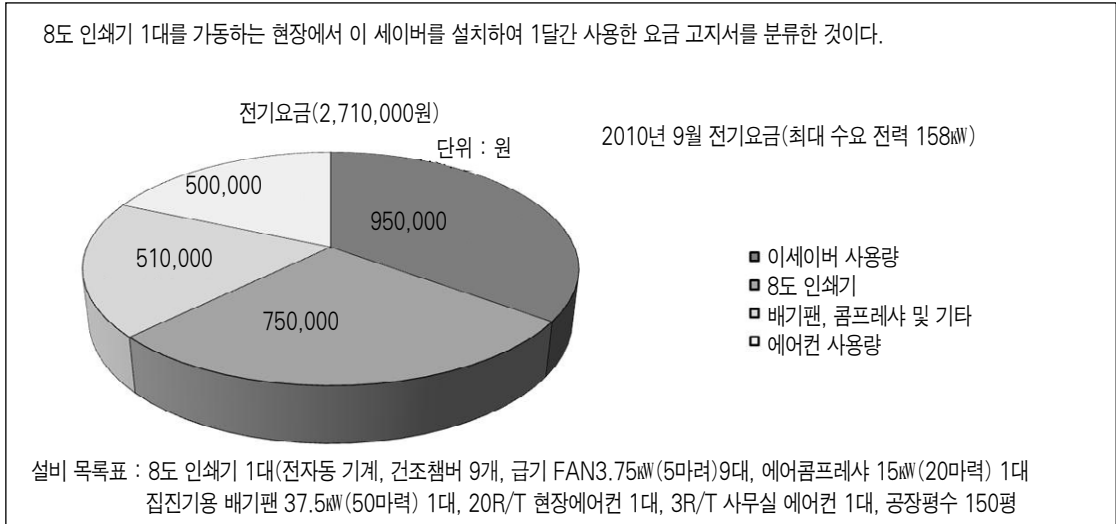
공기의 흡입구에는 프리필터와 미동필터를
교체가 용이하도록 기본사양으로 적용하여 흡
입시 청정공기의 공급이 가능하다.

[그림 4] 이세이버 절감효과(유류 및 전기사용량 비교 내역)





[그림 5] 이세이버 절감효과(8도 인쇄기 1대 가동 현장)

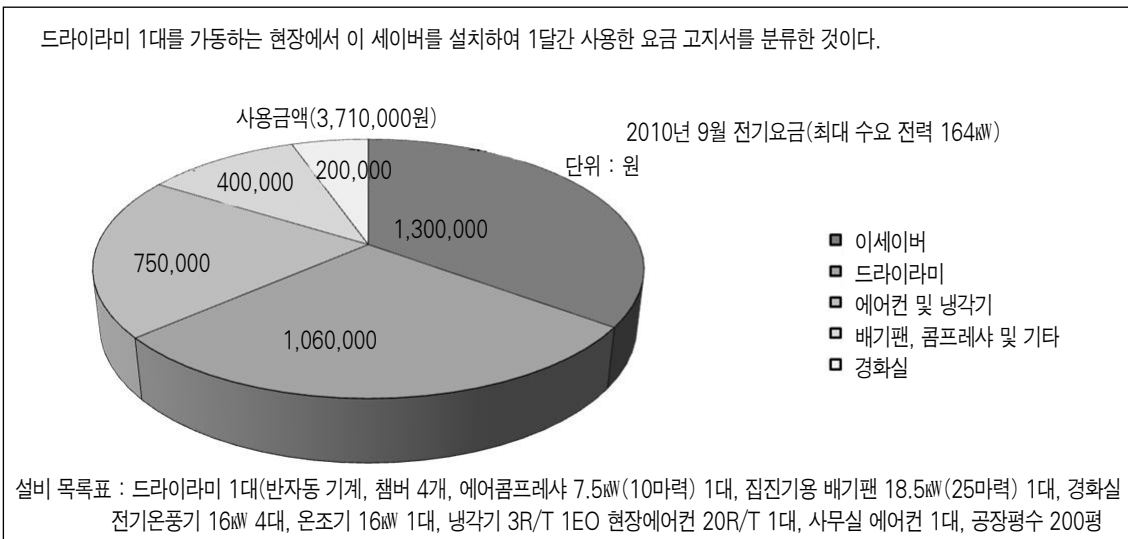


7. 이 세이버의 절감효과

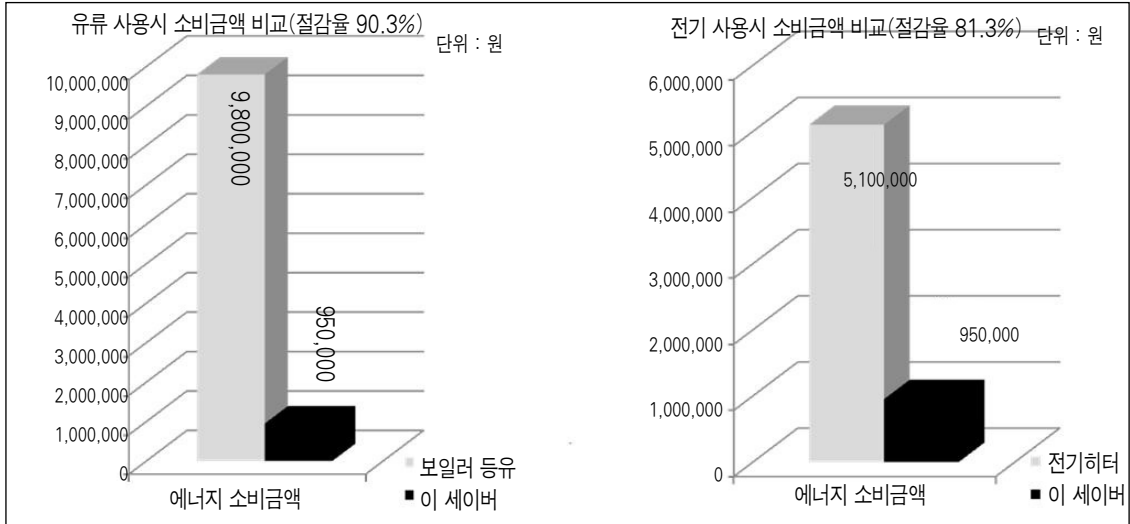
스팀 열 교환기와 열 에너지원으로 유류를 사용

하는 현장에 설비 5대 중 2대를 이 세이버로 교체 후 유류 및 전기 사용량을 비교한 내역을 [그림 4]에 나타냈다.

[그림 6] 이세이버 절감효과(드라이 라미 1대 가동 현장)



[그림 7] 이세이버 절감효과

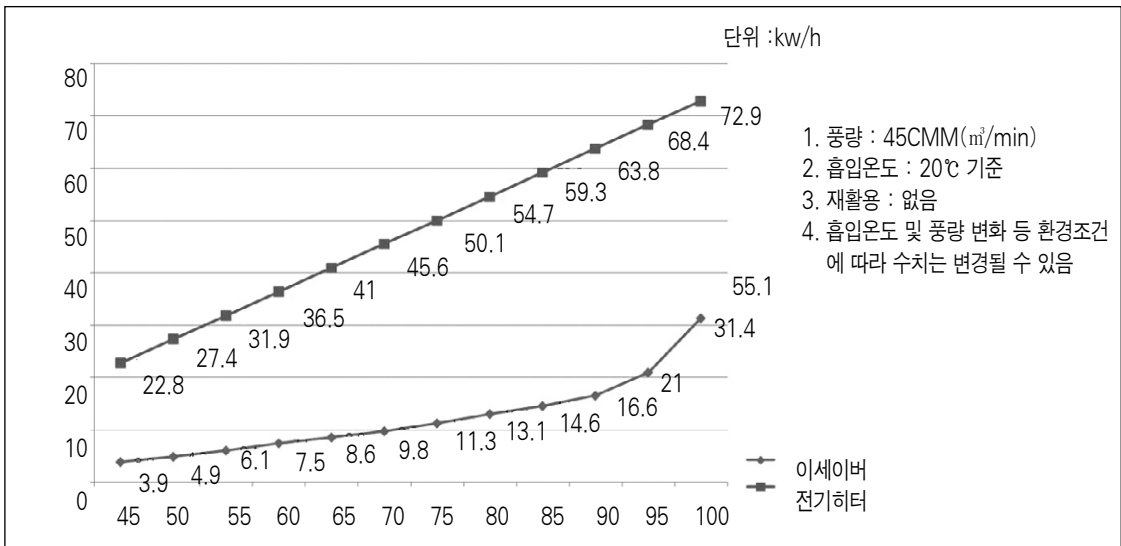


[그림 4]는 K사에 2010년 5월에 드라이 라미 (챔버3존)를 1대를 교체 가동하고 9월에 8도 인쇄기 1대(챔버8존)를 교체가동하여 전기와

유류 사용량을 비교한 것이다.

전체 설비 중 2대의 설비를 교체하였는데도 유류 사용량은 5월에 33.4%, 9월에 57.1%가

[그림 8] 이세이버 전력 소비량 비교(인쇄기 기준)





[사진 5] 인증 현황



1. 국내특허 2건.(E-SAVER, 필터 BOX), 2. 국제특허 조사 보고(PTC출현).(신규성, 진보성 인정) (현재 일본, 미국, 독일, 영국, 프랑스, 중국등 6개국 국제특허 진행중), 3. ISO 9001, ISO14001인증, 4. 녹색마크 인증 진행중

[사진 6] 이 세이버 설치 사진



[사진 7] 통풍 건조 시스템



절감되었고 전기 사용량은 5월에 14.4%절감, 9월에 5.3%증가 되었으며 금액으로는 9월 기준 월 2,000만원 정도이다(전기료 증가분에 비례해 유류사용량은 현저히 절감).

8도 인쇄기 1대를 가동하는 현장에 이 세이버를 설치하여 1달간 사용한 요금 고지서를 [그림 5]에 분류했다.

전기 요금표를 보면 대체적인 회사의 근무시간을 기준으로 이 공장의 한달 전기료는 270만원 정도에 지나지 않는다. 그 중 이 세이버의 전기 사용량은 95만원 정도이며 열풍건조에 유류를 사용하였다면 월 900만원 이상의 연료비를 지출 하였을 것이다.

드라이 라미 1대를 가동하는 현장에 이 세이버를 설치하여 1달간 사용한 요금 고지서를 분류해 [그림 6]에 나타냈다.

이 세이버의 주 동력원은 전기 에너지이며 기존의 보일러실 같은 별도의 부대시설도 필요치 않으며 기존 전기 히터대비 5%~20%의 동력원만을 가지고도 운전이 가능하기 때문에 전기용량이 넉넉한 현장에는 별도의 전기증설 없

이도 설치가 가능하다.

[그림 7]에 8도 인쇄기 1대를 가동 했을 경우 유류, 전기히터의 소비비용과 이세이버의 소비비용을 나타냈다.

8. 이세이버 전력소비량비교

인쇄기를 기준으로 이 세이버(E-SAVER) 전력 소비량을 [그림 8]에 비교해 나타냈다.

9. 이 세이버의 특허 및 경제성

이 세이버는 통풍건조 시스템이 사용되는 건조설비에 대부분 사용이 가능하며 이미 여러 회사들에 설치되어 그 효과들이 입증되고 있다.

앞서 서두한 바와 같이 이 세이버는 통풍 건조시 발생되는 여러 불리한 요소들의 문제점을 해결하였으며, 설치회사들 대부분이 많은 양의 에너지 절감 효과를 보고 있다.

특히 기존 설비에 비하여 소음이 현저히 줄었으며 청정필터의 사용으로 제품의 품질 향상, 배기 온도를 상온에 가깝게 줄임으로써 작업장 환경 개선 및 집진기 효율증대, 화재예방에 큰 도움을 주고 있다.

또한 에너지 절감량이 매우 크기 때문에 많은 양의 탄소 배출량을 줄임으로써 전 세계적 친환경 운동에 적합하여 에너지 절감 및 친환경 설비를 갖추고자하는 회사들에 큰 도움이 될 것이다[사진 5].

이 세이버 설치 사진을 [사진 6], [사진 7]에 나타냈다. [ko]