

폴리스티렌 가공기계 산업의 현황

홍지준 / 코캠엔지니어링 대표

목차

- 1. 머리말
- 2. 압출 성형
 - 2-1. 국내시장 현황
 - 2-2. 국내시트압출기의 문제점
 - 2-3. 국내 PS시트사업의 전망
 - 1) BOPS시트
 - 2) 냉장고용 다층시트
- 3. 열 성형
- 4. 곡면인쇄

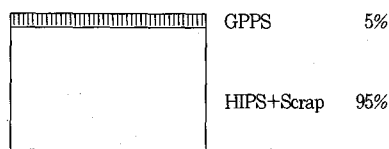
1. 머리말

1930년 미국의 DOW CHEMICAL CO.와 독일 I.G. FARBBEN INDUSTRIE (현 BASF)가 Styrene의 상업화에 성공한 이래 2차 세계대전은 PS의 사용을 다양하게 하였고, 이에 따른 가공기술의 발전이 급속하게 이루어 질 수 있었다.

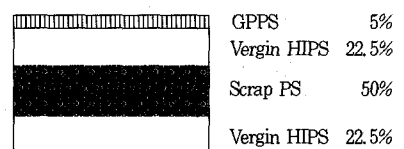
PS의 성형은 모든 플라스틱 가공 성형기술의 기준이 되었으며, 가장 손쉽고 다양한 방법으로 가공될 수 있는 장점과 PS자체의 독특한 물성 개량으로 가히 플라스틱 가공의 핵이라 할 수 있다.

(그림1) 인쇄효과를 높이기 위한 여러 공압출시트

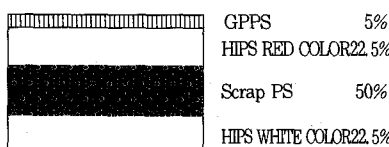
1. 광택 2층 시트



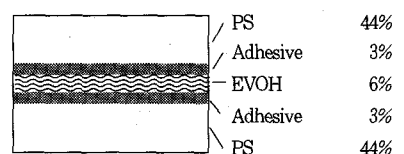
2. 광택 4층 시트



3. 2색칼라 4층 시트



4. Barrier 5층 시트



PS의 가공방법은 크게 네 가지로 대별할 수 있다.

- ▲사출 성형 (Injection moulding)
- ▲압출 성형 (Extrusion moulding)
- ▲중공 성형 (Blow moulding)
- ▲열 성형 (Thermoforming)

이러한 가공기술에 의하여 국내에서 주로 생산하고 있는 제품을 열거하면 다음과 같다.

▲사출 성형: 카세트 테이프, VTR 테이프 케이스, 조명기구, 전자제품 하우징, 전축의 DUST COVER, 완구, 1회용컵.

▲압출 성형: 열성형 가공을 위한 발포, 비발포 시트.

▲중공 성형: 드링크 요구르트병, 우유병.

▲열 성형: 각종 음료, 식품, 제과, 빙과용 컵 및 접시류, 냉장고 내부케이스.

이중에서 현 우리나라의 플라스틱 가공업체에서 근래에 성행하고 있는 압출 성형, 열 성형(진공, 압공성형) 및 2차가공인 곡면인쇄 기술을 중심으로 현황을 설명하고 우리 나라 가공기술의 미래를 가름하여 보기로 한다.

특 집

2. 압출 성형

2-1. 국내시장현황

출성형으로는 필름, 시트, 파이프, 이형 압출품(profile) 등을 생산할 수 있으나 PS수지는 필름, 시트만을 생산하고 있다. 이중 국내에서 필름 압출은 극히 제한되어 있고 대부분이 시트 압출이며, 시트 압출은 다시 발포 시트와 비발포 시트로 대별할 수 있다. 이 글에서는 비발포 시트를 중심으로 기술하고자 한다.

발포시트는 15~20배 발포하는 고발포시트(일명 PSP)와 약 2배 발포하는 저발포시트(일명 C-fine)가 있다.

고발포시트는 부립포리머, 거도, 상진기업 등에서 생산하여 주로 즉석면류 용기, 진열상품용 야채, 생선류의 받침용기 등으로 사용되고 있다.

저발포시트는 동양나이론, 화남산업 등에서 생산하여 고급도시락 용기, 1회용 접시 등으로 주로 사용된다.

비발포PS시트(향후 PS시트, 혹은 시트라 칭함)는 대부분 열성형기로 2차가공되어 식품용기로 사용됨에 따라 식품산업 및 열성형기계와 함께 발전해왔다.

그간 단층PS시트가 대부분이었으나 90년초부터 인쇄효과를 높이기 위한 광택2층시트, 광택 및 재생원료사용을 목적으로 한 PS 4층시트, 용기의 패션성을 증가한 2색칼라 4층시트, 제품보존성 향상을 위한 5층 Barrier PS시트 등의 공압출시트가 개발되어 시장을 다양하게 넓혀가고 있다.

광택2층시트는 동양나이론, 동인,

동성화학 등에서, 광택4층시트는 두산유리에서 생산되어 호상요구르트컵 용으로 월 약 500ton 사용되고 있으며, 2색 칼라시트, 5층 Barrier PS시트는 두산유리, 동성화학에서 생산되어 고급음료컵 및 주스컵 용기에 각각 적용되고 있으나 현재 사용량은 미비하다.

한편 PS Barrier시트는 PS의 내열성이 충분치 않아 응용범위가 극히 제한됨에 따라 5층 PP Barrier시트가 국내에서 즉석주류 용기에 주로 사용되고 있는데, 레트로트식품 사용이 증가함에 따라 Barrier시트 수요가 향후 큰 속도로 증가할 것이 예상된다.

국내 주요 압출기 보유업체 현황은 [표1] 참조.

2-2. 국내 시트압출기의 문제점

간 PS단층시트는 국산 및 일산 압출기로 별 문제없이 생산해왔으나 호상요구르트컵과 같

은 2층구조의 인쇄용컵의 등장으로 시트의 고품질이 요구됨에 따라 90년 동양나이론이 미국 Welex사로부터 2층 공압출기계 도입을 시초로 동인, 두산유리, 삼진화학 등이 뒤를 이어 외국기계를 수입하였다.

외산 압출기는 국산 압출기에 비해 생산량 및 품질면에서 우수한데 국산 시트압출기의 문제점 두 가지를 들어본다.

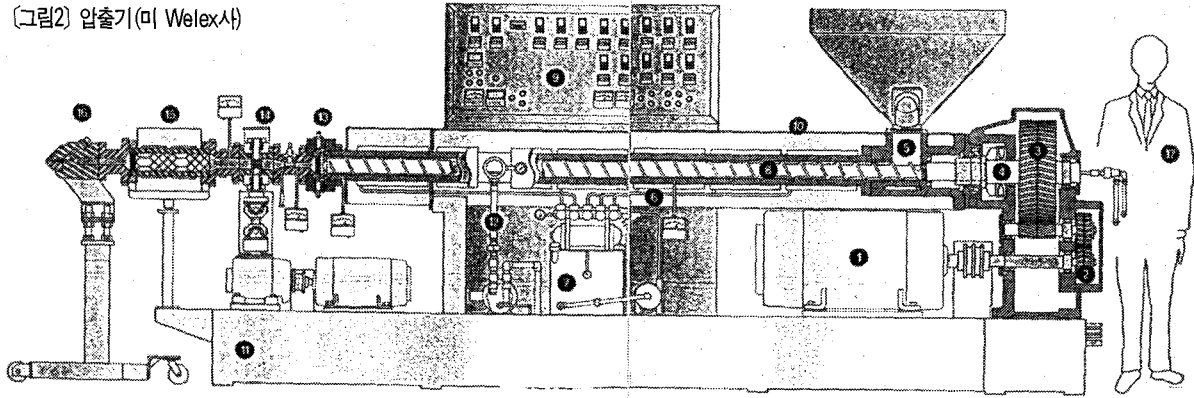
첫째 압출기 설비업체의 기술수준이 미비하다. 수지 및 압출원리에 대한 철저한 이론 및 현장경험을 바탕으로 한 SCREW 및 기계설계보다는 외국기계의 단순 copy식으로 기계를 제작하는 경향이 크다.

둘째 품질에 영향을 주는 기어펌프, 스테틱 믹서, In-line 두께 측정장치 등의 부품들 사용하고 있지 않다. 이와 같은 부품들은 상대적으로 고가이지만 품질향상 및 다층 압출을

[표1] 업체별 압출기 보유현황

업체	생산가능 시트	시트 압출기 제조회사
동양나이론	PS, PP단층, PS2층, PS저발포, Filled PP	국산, Hitach, Welex(USA)
동성화학	PS, PP단층, PS2층, PS, PP5층, Filled PP	국산, 일부부품외산
동덕프라스틱	PS 단층	국산
모던프라스틱	PS 단층, PS2층	국산
동인	PS, PP단층, PS2층, Filled PP	Welex
삼진화학	PS, PP 단층, PS2층, PS4층, PS, PP5층, Filled PP	국산, David-Standard(USA)
두산유리	PS, PP 단층, PS2층, PS4층, PS, PP5층, Filled PP	Welex
경호	PS, PP단층, Filled PP	국산
동진프라스틱	PS, PP단층	국산
삼우산업	PS, PP단층	국산
제삼프라스틱	PS 단층	국산
미성프라스틱	PS 단층	국산
유상공업	PS 단층	국산
서명화학	PS 단층	국산
덕룡전자부품	PS 단층, PS2층, ABS	Toshiba
삼화프라스틱	PS, PP단층	국산
화남산업	PS 단층, PS저발포	국산
금성사	ABS	Toshiba, Welex
내쇼날프라스틱	ABS, PS 단층	JSW
세화	ABS	국산

(그림2) 압출기(미 Wellex사)



- | | | | | | | |
|----------|---------|----------|----------|----------|------------|------------|
| ① 주동력 모터 | ② 감속 기어 | ③ 감속기어 | ④ 추력베어링 | ⑤ 원료 투입부 | ⑥ 실린더 가열장치 | ⑦ 실린더 냉각장치 |
| ⑧ 스크류 | ⑨ 운전판 | ⑩ 실린더 덮개 | ⑪ 기계 베이스 | ⑫ 진공장치 | ⑬ 스크린 체인저 | ⑭ 기어펌프* |
| ⑮ 스테틱믹서* | ⑯ 다이 | ⑰ 운전자 | | | | |

위해서는 절대적으로 필요하다. 기어 펌프는 압출기와 T-Die 사이에 장착하여 압출량을 일정하게 하는 역할을 한다. 기어 펌프를 장착함으로써 시트두께 편차를 개선할 수 있으며, 재생수지 사용을 늘릴 수 있고, 초기 기계 가동시 불량률을 최소화 할 수 있는 이점이 있다. 스테틱믹서는 기어 펌프와 T-Die 사이에 장착하여 혼련성을 개선하여 수지흐름을 균일하게 하고 color 및 Master batch 등의 균일한 혼련성을 보장한다.

2-3. 국내 PS시트사업의 전망

국내 PS시트 미래사업의 일환으로 BOPS시트와 냉장고용 다층시트를 소개한다.

1) BOPS(Bi-axially Oriented Polystyrene)시트

BOPS시트는 국내에 별로 소개되어 있지는 않으나 미국의 경우 연간 약 100,000~150,000톤, 일본 80,000~90,000톤, 유럽 20,000~30,000톤 정도 소모되고 있다.

설비면에서는 미국 25~26 line, 일본 15~18 line, 유럽 4 line, 대만

2 line, 중국 4 line 등 전세계적으로 꾸준히 생산하고 있는 분야이다.

BOPS는 PS를 기계방향 및 폭 방향으로 이축 연신하여 제조된 시트로서 투명성, 인쇄성, 제품의 강성이 뛰어난에 따라 PVC를 대체할 수 있는 소재로 각광을 받고 있다.

미국에서는 햄버거 용기, 제과제빵 용기, 과일야채 용기, 샐러드 용기 등으로 주로 애용되고 있고, 일본에서는 즉석식품 및 과자류의 포장용기로서 사용되고 있다. 국내에서는 대건산업 등 일부 성형회사들이 90년부터 일본 및 미국으로부터 시트를 수입하여 도시락 용기, 김포장 용기, 제과제빵 용기 등으로 성형하여 판매하고 있으나 기존 PVC 시장을 급격히 사장시킬 수 없는 시장여건으로 인하여 그리 활발하지는 않지만 PVC용기의 사용규제가 심화됨에 따라 BOPS시트의 시장은 APET시트와 더불어 시장관도를 크게 좌우할 잠재력을 가지고 있다.

BOPS시트사업은 국내의 PS원료 업체들이나 용기생산 전문업체가 주도하여 성장하여야 할 산업으로 완전히 PVC를 대체할 경우 연간 10,000

톤 규모의 시장이 향후 2~3년 내에 형성될 수 있으며 해외시장 수출도 가능한 품목이다.

대표적인 BOPS생산설비를 세계 최대의 판매실적을 갖고 있는 미국의 Marshall & William사의 제품 생산량 1,600 Kg/HR 설비를 중심으로 소개한다.

기본적인 기술 Data는 다음과 같다.

- 원료 : GPPS + K Resin (1~5%)
- 제품 생산량 : 1,600 Kg/시간
- 압출기 능력 : 1,800 Kg/시간 (8" 압출기)
- 시트 최종폭(trim후) : 3.3meter
- 최종제품두께 : 100~600 micron
- 압출두께 : 625~3750 micron
- 다이폭 : 1,524mm (양끝 254mm out deckle 사용가능)
- TDO(Transverse Direction Orientation) 입구폭 : 762~1524mm
- TDO 출구폭 : 2286~3556mm
- line 속도 : slow side 4.0~40

특 집

meter/min

fast side 7.9~79 meter/min

호퍼를 통해 투입된 원료는 압출기, T-Die를 거쳐 MDO에서 압출방향으로 1차 연신된 후에 TDO에서 압출방향과 직각방향(제품폭 방향)으로 2차 연신되며, Edge trim후 필요한 표면처리(코로나 방전처리, Anti-fogging 코팅)후 권취된다. 권취후 별도 Slitter에서 2차 열성형 기계에 적합하도록 단폭으로 절단된다.

2)냉장고용 다층시트

냉장고의 DOOR 및 Body liner는 ABS, PS시트를 열성형하여 만들어 지는데 국내 및 미국, 일본은 ABS를 주로 사용하며, 유럽은 PS를 주로 사용한다.

국제적인 CFC 사용 규제에 따라 국내 냉장고 업체들이 CFC대체 냉매로 HCFC를 검토하고 있다. 그러나 기존의 ABS시트는 HCFC에 견딜 수 없음을 따라 국내에서는 HCFC에 견딜 수 있는 특수 ABS시트(단층시트)를 생산하고자 ABS원료 업체, 압출기 생산업체 및 시트 생산

업체가 공동으로 노력하고 있다.

그러나 미국 및 유럽의 경우는 단층보다는 다층쪽으로 그 해결책이 연구되어 현재 일부는 실용화되어 상업 생산되고 있다.

DOW, MONSANTO, BASF는 PS 3층구조로 개발 완료했으며, 그 구조는 표면 광택성을 위하여 GP PS, 가운데층은 HIPS, Base층은 HCFC에 견디는 특수 Grade Alloy PS이다.

한편 GE는 일반 ABS원료와 HCFC용 특수 ABS원료를 압출하거나, ABS 시트에 100 micron 정도의 HCFC용 특수 film을 라미네이션시키는 것을 개발중에 있다.

외국의 경우 단층보다 다층쪽으로 연구하는 가장 큰 이유는 다층쪽이 생산원가가 저렴하기 때문이다.

3 열 성형

성형은 압출성형으로 생산한 시트를 가열한 후 금형에 고정시켜서 진공 혹은 압축 공기로 필요한 형상을 만드는 것으로 크게

진공성형과 압공성형으로 대별할 수 있다.

PS시트는 앞서 살펴본 바와 같이 그 자체로 최종 제품으로는 사용되지 않으며 열성형으로 2차 가공되어 주로 다양한 컵 및 Tray류로 사용된다.

국내 열성형의 역사는 약 20여년되며 삼화프라콘, 동진프라스틱 등에서 국산 및 일제 진공성형기로 각종 제과식품 용기를 생산해 왔으며, 제삼프라스틱, 미성프라스틱 등에서 독일 압공성형기로 음료컵을 생산해왔다. 그뒤 89년 호상요구르트사의 출현으로 자동화된 요구르트 충전기에 알맞는 고품질의 인쇄된 컵이 요구된바 상경물산, 효중포장, 삼영시스템 등의 회사가 압공성형기를 독일 ILLIG 사로부터 도입하여 시장을 확장했다.

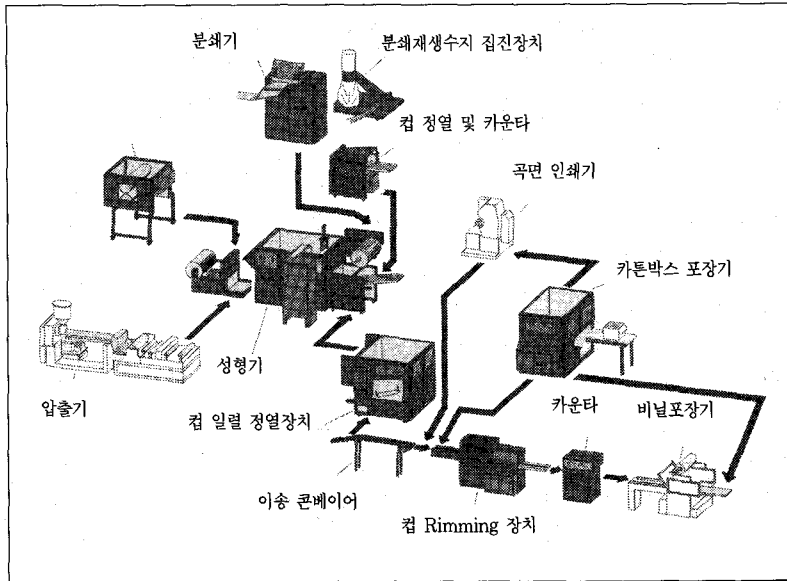
최근 들어서는 용기의 고급화 요구와 라벨 대신 용기에 직접 인쇄하려는 경향이 늘어남에 따라 압공기계의 도입이 늘어나는 추세이다. 진공성형과 압공성형의 차이점은 [표2]와 같다. 국내 업체별 압공성형기 보유 현황은 [표3]을 참조.

[표2] 진공성형과 압공성형 차이점

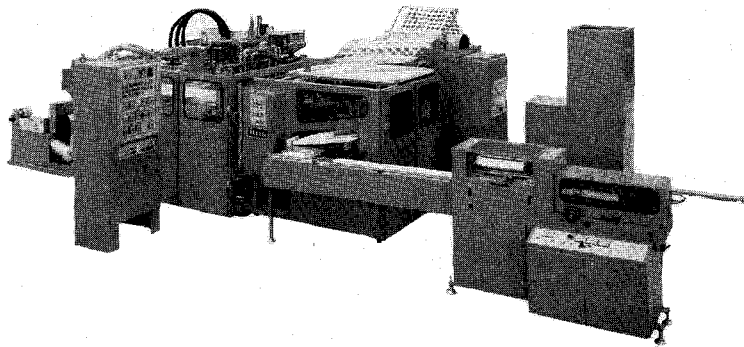
구 분	진공성형	압공성형
1. 성형방법	진공펌프 이용	압축공기 이용
2. 성형압력	1bar(대기압)	5-7bar(압축공기)
3. 성형깊이 (용기상단폭 대 깊이)	1 이하	1 이상 가능
4. 성형 속도	10-15 cycle/min	25-40 cycle/min
5. 기계가격	저가	고가
6. 금형가격	저가	고가
7. 성형후 제품절단	성형후 별도절단	성형, 절단 동시실시
8. 제품품질	Corner 정밀성형, 용기벽면뚜껍 조절난이	양호
9. 곡면인쇄적성	난이	양호
10. 적용제품	Tray 및 접시류 (주로 용기가 깊지 않은 제품)	컵류 (용기가 깊은 제품)

[표3]업체별 압공성형기 보유현황

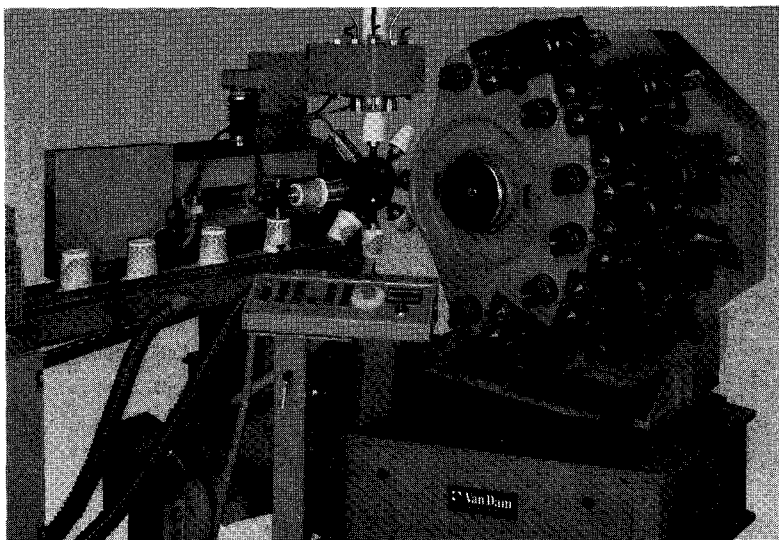
업 체	대수	제 조 회 사	주 성형제품
미성프라스틱	3	Illig (Germany)	음료컵, 소주컵
제삼프라스틱	2	Illig	호상요구르트컵, 시음료컵
서명화학	1	OMU (Italy)	빙과용컵
삼화프라콘	1	Illig	빙과용컵
상경물산	3	Illig	호상요구르트컵, 빙과용컵, 주스컵
삼진화학	1	Illig	빙과용컵
효중포장	2	Illig	호상요구르트컵, 레토르트용기
동인	3	Illig, Gabler (Germany)	호상요구르트컵
삼영시스템	2	Illig	호상요구르트컵
우영화학	1	Illig	호상요구르트컵



(그림3) 독일 Illig사의 In-line 자동설비



(그림4) 압공성형기



(그림5) 곡면인쇄기

특 집

한편 국내 열성형 산업의 발전을 위해서는 금형개발, 특히 압공성형금형개발이 조속히 이루어져야 하겠으며, 압출부터 성형, 최종 포장공정에 이르기까지 공정자동화에 더욱 박차를 가해야겠다. 아울러 용기최종사용업체와 공동으로 신제품 개발에 힘써야 하며, 공장기술자의 기술향상을 위한 교육 또한 중요하다 하겠다.

(그림3)은 압출기로부터 성형기, 인쇄기, Rimming장치(컵 상부 끝을 맡아주는 기계), 비닐포장기, 박스포

장기까지의 전자동설비를 도식화하여 보여주고 있다.

4. 곡면인쇄

표면에 드라이 옵셋방식으로 인쇄하는 곡면인쇄는 80년대 초 롯데삼강, 제삼프라스틱에서 유럽으로부터 기계를 도입하여 선보이기 시작했으나 국내에서 실질적으로 자리잡기 시작한 것은 89년 호상 요구르트컵 인쇄부터이다.

그후 곡면인쇄의 고 품질성, 인쇄성, 가격경쟁성의 장점으로 제과 및 병과류컵 등에 다양하게 적용되기 시작하였다.

국내업체별 곡면인쇄기의 보유현황은 (표4)와 같다.

곡면인쇄기는 잉크건조하는 방식에 따라 크게 적외선(Infra Red) 건조방식과 자외선(Ultra Violet) 건조방식으로 대별할 수 있다. 적외선 건조인쇄기는 열에 의한 물리적 건조 방식이고, 자외선 건조는 잉크에 다량의 적외선을 순간적으로 방출하여 짧은 시간 내에 건조시키는 화학적 건조 방식으로 두 방식의 차이점은 (표5)와 같다.

두 방식은 별도의 잉크를 사용해야 하는데 국내 자외선 잉크는 개발 완료되어 상당부분 사용되고 있으나 적외선 잉크는 일부 국산잉크를 사용하는 업체도 있으나 아직은 대부분 외국 잉크를 수입하여 사용하고 있는 실정이다. 따라서 잉크의 국산개발 및 기타 Blanket, 양면테이프 등 인쇄부자재의 국산개발이 요청된다.

한편 국내 수입된 곡면 인쇄기는 전부 원형컵용 인쇄기로써 향후 사각컵용 인쇄기, 뚜껑용 인쇄기의 시장도 조속 형성될 것으로 예상된다. 또한, 국내 곡면인쇄산업 발전을 위해서는 인쇄판(수지판) 제작 기술의 향상도 아울러 병행되어야 하겠다.

(표4)업체별 곡면인쇄기 보유현황

업 체	대수	제 조 회 사	비 고
팔기	1	Van Dam (Netherland)	I.R. (적외선 건조)
우영화공	2	Van Dam	I.R.
삼진화학	4	Van Dam	I.R.
상경물산	4	Van Dam	I.R.
제삼프라스틱	2	MOSS (Italy), OMSO (Italy)	U.V. (자외선 건조)
상진기업	2	Van Dam	U.V.
유상공업	1	KASE (USA)	U.V.
동인	2	Van Dam	I.R.
효중포장	1	Van Dam	I.R.
삼영시스템	3	Polytype (Swiss)	U.V.
프라콘	1	Van Dam	I.R.
서명화학	1	OMSO	U.V.
경호	1	Kohoku (Japan)	I.R.
삼화프라콘	2	OMSO, Kohoku	I.R.

(표5)건조방식에 따른 인쇄기계의 차이점

항목	적외선 건조 인쇄기	자외선 건조 인쇄기	비고
1. 인쇄품질	동일	동일	자외선 방식이 다소 광택이 더남
2. 생산량	최대 400컵/분 이하	최대 400컵/분 이상가능	
3. 코로나전처리 장치	PS컵은 필요없으나 PP는 필요함	PS, PP 공히 필요	
4. 사용잉크 및 가격	적외선 건조잉크	자외선 건조잉크 적외선 건조잉크보다 비쌌	
5. 잉크보관연한	3-4년	최대 6개월	
6. 기계운전 및보수 용이	적외선보다 어려움		
7. 전기소모량	약 40kw	약 20kw	
8. 기계 총길이	약 10-11meter	약 7meter	
9. 기계가격	다소 싸다	다소 비싸다.	PS전용기계는 적외선 기계가 싸나 PS, PP겸용 기계는 동일함