

용제형에서 수성으로 전환하는 연포장 그라비아 인쇄

김문성/삼영인크페인트제조(주) 이사

목 차

1. 서언	6. FILM의 개질
2. 그라비아 인쇄와 용제배출	7. 수성인크의 소방법상의 위치
3. 법적 규제	8. 가공기술
4. 그라비아 인쇄와 환경대책	9. 수성화의 이점과 경제성
5. 수성인크 및 인쇄 SYSTEM의 개발	10. 결론

1. 서언

지구환경의 보호, 자원의 유효활용 등 생산·소비활동에 있어서, 환경학 면에서 영향도가 증시되어 왔다. 현재 그라비아 인쇄 관련업계는 유기용제를 많이 쓰고 있고, 탄화수소의 배출에 따른 대기오염이나 소방법·노동안전위생면에서 규제가 강화되어, 유기용제의 사용을 줄이거나 없애는 방향으로의 사회적인 요구가 높아져 있다. 현재, 일본에 3 국내 또는 지방자치단체의 강제력을 가진 법률이 시행되고 있는 것은, 어떻든 용제의 배출규제는 강화되리라고 생각되어 진다. 그라비아 인크의 환경대책으로 당사에는 '수성화'를 중심으로, 그라비아 인쇄 각분야에의 조기 실용화를 목표로 연구개발을 계속하고 있다. 연포장 그라비아 분야에는, 중소기업사립단의 위탁을 받아 1990년부터 수성 그라비아 인크 및 인쇄 SYSTEM을 개발하여 실용화 가능

한 수성 인쇄 SYATEM을 소개할 수 있는 단계에 도달했다고 생각하고 있다.

2. 그라비아 인쇄와 용제배출

그림1은 일본의 93년도 인쇄 인크 출하량으로, 총계 40.8만이다. 이때, 최대의 출하량을 점하고 있는 특수 그라비아 인크 또는 출판용을 주제로 하는 저점도의 그라비아 인크는, 인쇄시에 휘발성 유기용제를 통상 50~80% 함유하고 있고, 이 용제는 증발 건조과정에서 대기 중에 방출된다. 출판용 그라비아 인쇄는, 일본에도 이미 용제 회수 SYSTEM이 완비 되어 있어 회수된 용제를 재 활용하는 형태로 대기중의 용제배출은 거의 없다. 대기중의 용제배출은 특수 그라비아 인크의 출하량과 인쇄시의 희석, 세척등을 고려하면 약 10~15만t/년 정도로 생각된다.

기본적으로는 배출용제를 연소나 회수등의 수단으로 처리하는 것이

(그림1) 인쇄인크별 출하량 구성비

종 류	수 량	비 율
평판인크	109,848	26.9%
신문인크	42,469	10.4%
주석판인크	44,511	10.9%
고무판인크	22,051	5.4%
스판인크, 스펀원전	15,019	3.7%
기타	28,585	70.0%
특수그라비아	118,015	28.9%
그라비아인크	26,768	6.8%
총출하합계	408,357	100.0%

나, 수성에의 전환 또는 중합건조에 의한 무용매화로 나누어진다.

3. 법적규제

탄화수소류에 관한 인쇄 관련 법적규제는 대기중의 용제배출, 노동안전위생, 소방 또는 악취방지이다. 표1에 일본에서의 용제배출 관련 규제의 경위를 미국과 비교했다.

규제가 엄격한 미국에는 VOC(휘발성유기화합물) 함유율에 관한 규

(표1) 일본용제배출관련규제

일본		미국	
1968.	대기오염법	1966.	Rule 66
1973.	대기오염법에 관한 환경기준에 대하여(환경청고시제25호)	1970.	대기청소법
		1977.	대기청소법 수정 (VOC25% 이하)
		1978.	인쇄분야에 적용
1982.	환경청 "탄화수소류의 고정부생원 대책의 추진에 대하여" 지방자치단체에 통지.		
1986	千葉県 탄화수소류의 고정부생원 대책지도요강		
1987.	埼玉県		
1994.	약취방지법 개정	1990.	수정 대기청소법

(표2) 유기용제에 관한 안전위생, 소방관계법

1990	노동안전위생법 개정	1972년 시행, 그라비아 관련의 경우, 명칭표시, 작업주임자의 선정, 작업환경측정, 특수건강진단, 국소배기장치의 설치의무 등을 규정. 90년도의 개정의 POINT는 건강진단의 대상이 되는 용제가 17종에서 47종으로 확대.
1990	소방법 개정	그라비아 관련에는 위험물의 저장, 취급에 있어서 규제를 받는다. 용제형 그라비아 잉크 제4류 제1석유류(200 l) 수성잉크(인화점 21-40℃) 제4류 제2석유류(수성용, 2000 l)

제가 행하여져서 1990년의 대기정화법의 수정에 의해서 더욱더 강화되어왔다.

일본에는 1982년에 환경청이 지방자치단체에 탄화수소류의 배출규제를 위임하고, 국가수준의 규제에서 82년의 横兵市, 86년의 千葉縣, 87년의 埼玉縣의 지도요강이 실시되었다. 직접적은 아니지만 금년 4월부터 약취방지법 개정에서 그라비아 인쇄에 다량을 사용하는 초산에칠(EA)등을 포함한 규제가 강화되었다.

유기용제의 화재의 위험성 및 작업환경 위생면에는 표2의 법적강화가 90년에 강화되었다.

구미에는 전부터 유기용제 배출규제가 실시되고 있고, 일본에 있어서

도 종래보다 규제가 강화되어 갈 것으로 생각된다.

4. 그라비아 인쇄와 환경대책

유기용제 배출 대책으로서, 표3에 방책과 기술적 난이도, 인쇄적성, 환경적 합성 등을 대비시켜 보인 것이다.

4-1. 용제GAS의 연소방식

기존의 용제형 잉크를 사용해서 배출용제를 연소하는 경우, 계속적으로 자연연소가 가능한 용도에 도달하지 않으므로 외부에서 연료를 공급해야 하고, 설비비가 높으며 또 탄산가스 발생의 관점에서 최고로

단순한 대책이나 바람직한 대체안은 아니다.

4-2. 용제회수방식

구미에서 실시되고 있는 대책이고 경제성의 관점에서 회수용제를 인쇄에 재사용하는 것이 조건이다. 구미에는 EA를 사용하는 NC계 잉크에 실적이 있다. 일본에는 연포장용의 라미네이트용 그라비아 잉크는 POLY URETHANE 수지형의 범용잉크에 통합되어져 있다. 통상의 활성탄화수소 흡착, 스팀탈착용 조건을 명백하게한 잉크, 회수 SYSTEM의 개발이 필요하다.

4-3. 무용매화

UV, EB 경화형도 점도면의 제약, 고속인쇄, UNIT간의 건조설비 필요성에서 설비 COST면도 포함해서 그라비아 인쇄에의 적용은 어렵다.

4-4. 수성화

유기용제를 대신해서 물을 사용한다는 최고의 이상적인 대책으로 생각되어, 1960년부터 종이분야에의 친수성 그라비아 잉크가 개발되어 실용화되었다. 연포장 용도에는 73년 및 79년의 제1차, 제2차 석유쇼크때에 자원절약의 관점에서연구가 시작됐다. 85~88년에 걸쳐서, 연포장용 수성 그라비아 인쇄의 실용조건을 탐색하기 위해 일반적인 코로나 방전처리 OPP FILM에의 인쇄 실험이 반복되었으나 법적, 경제적으로 이점이 없어 실용 계속에 도달하지 못했다.

89년 일본산업연합회에 의한 '수성그라비아 인쇄연구회'가 행한 여론 조사에 의해, 90년 통산성의 외 각단체인 중소기업사업단의 장기위

[표3] 그라비아 잉크의 대응수단과 평가

시스템 방책	적합성	제품화 난이	인쇄적성		환경적 합성			COST	
			현행* 설비	건조* 설비	환경	위생	화재	설비	RUNNING
용제증발	용제연소	○	○	○	△-○	×	×	×	×
	용제회수 (단순용제화)**	×-△	○	○	△-○	×-△	×	×	△
	고TNV화	×	○	○	△	×-△	×	○	○
수성	알콜비용	△-○	△	△	△	△-○	△-○	△	△
	비위험물수성	△	×-△	×-△	○	○	○	×-△	×-△
무용매	UV, EB	×-△	×	×	○	△	△-○	×	×

*현상의 인쇄기, 판, 건조설비에의 대응성
*틀루엔 용제에 의한 출판 그라비아는 對應劑

탁연구테마로서 '그라비아 환경대책 SYSTEM(연포장용 고품질 수성잉크 및 인쇄 SYSTEM)의 개발'이 채택되어 연구개발이 가속화 되었다.

5. 수성잉크 및 인쇄 SYSTEM의 개발

그림2에 수성화의 기술요소를 표시했다.

연포장용 그라비아 잉크의 고품질화는 물론 건조성, 인쇄효과의 면에서 제판SYSTEM, 건조기, DOCTORING을 포함하는 수성인쇄SYSTEM을 확립할 필요가 있었다.

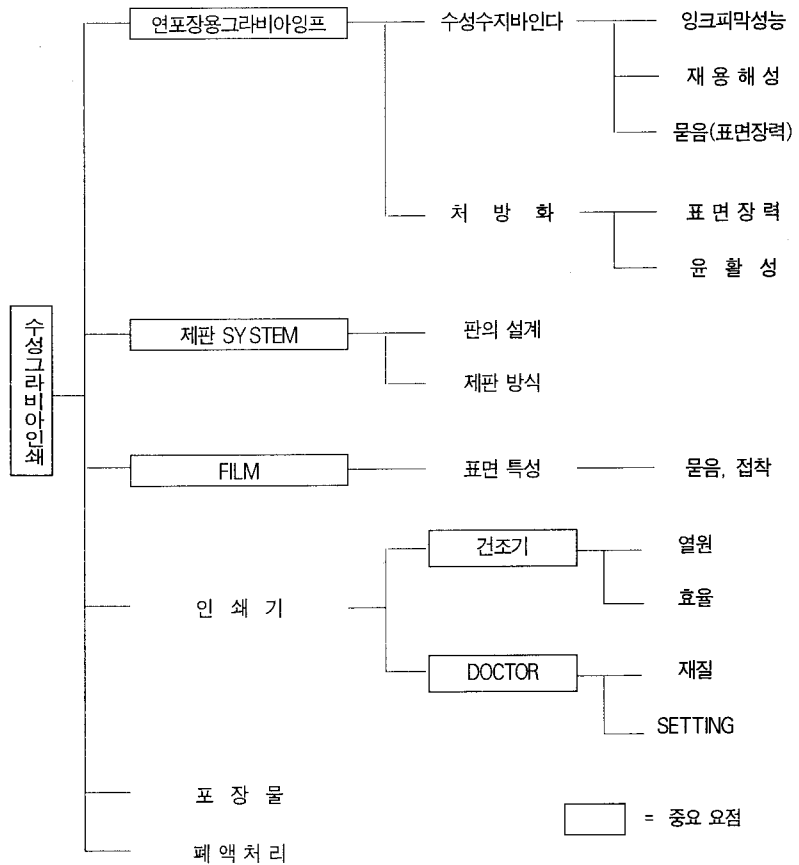
5-1. 연포장용 수성 그라비아 잉크 잉크에 요구되는 품질은 기존 용제형과 동일하며, 또한 사용편의를 염두에 두고서 그림3과 같이 라미네이트 잉크에 있어서는 범용형을 목표 해서 개발했다.

또, 인쇄SYSTEM과의 대응에서 그림4에 표시한 대로 잉크설계를 했다.

즉, 잉크로서는 증발 에너지가 큰 물의 절대량을 감소하고, 건조

에너지를 및 건조기의 부하를 저감하기 위해서 잉크의 전이량을 낮추어서(박막인쇄) 인쇄하는 SYSTEM

(그림2) 수성화의 기술요소

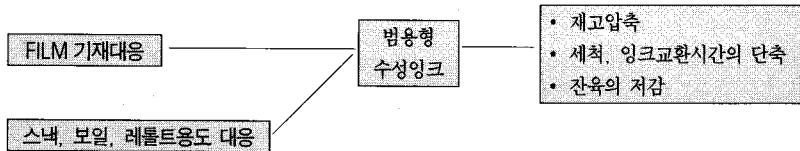


이다. 기존의 용제형 잉크보다 얇은 심도의 판을 써도 농도가 유지되도록 잉크는 고농도가 되어있다. 전이량을 낮추는 것이 건조가 늦어서 발생하는 세션이 끊어지는 것을 막고 재현성을 확보하기 위해 유효한 수단이다. 잉크의 기본성분은 먼저 바인다가 되는 수지성분에 있고 표4에 표시한 성능을 가질 필요가 있다.

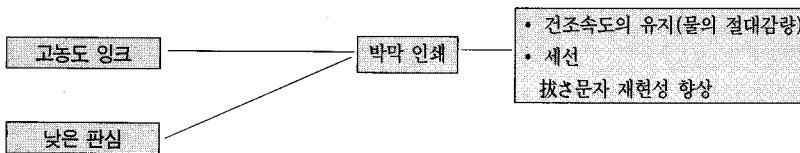
각각의 성능간에는 상반하는 경우가 많으나, 수지의 연구개발에서 해결되어서 실용성을 가진 수성잉크가 개발되었다. 그러나 물을 사용하므로 기본문제로서

① 극성이 적은 OPP, PE FILM에 대한 묻음

(그림3) 수성라미네이트 잉크의 CONCEPT



(그림4) 수성그라비아 인쇄 SYSTEM의 기본설계



(표4). 수성수지 바인더의 요건

공 통	이면인쇄 라미네이트 잉크	표쇄 잉크
접착	라미네이트 강도	광택
내브로킹성	내 내용물성	내열성
재용해성	내 보일성	내 약품성
내수성	내 레플트성	
DOCTOR 곁합성		
안료분산성		

(표5). 범용형 수성라미네이트 잉크의 적용범위

용 도	피인쇄체				
	라미방법	OPP	K-COAT FILM	PET	ONY
냉동식품	DL				
건조식품	ISOCY EL	○	○	○	—
일반식품	IMINE EL				
NON-BOIL	부타딘인 EL				
스넥					
함수식품 BOIL	DL	—	○	○	○
	ISOCY EL	—	○	○	—
함유식품 BOIL	DL	—	○	○	○
	ISOCY EL	—	—	×	×
레플트	DL	—	—	○	○

② DOCTORING 공정에서 LOT 인쇄시의 판 가부리

③ 건조속도

등이 있다. 이러한 것들은 잉크성능으로 해결해야 한다. 물의 성질을 직접 반영하고 있어, 실용면에서 각각 SYSTEM적인 해결을 병행해서 검토했다. 이번에 개발한 수성 라미

네이트 잉크의 적용범위를 표5에 정리했다.

5-2. 수성인쇄용 제판

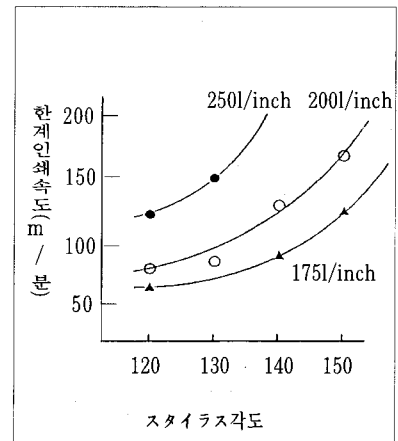
인쇄회사에는 인쇄의 재수주를 위해서 시린다가 보존되어 있다. 수성인쇄로 전환할때 얇게 제판을 해서 고칠 필요가 있다. DIRECT제

판, 전자조각제판은 단순히 얇게하는 것은 가능하나 인쇄면의 평활성, 階調의 매끄러움 등의 재현성을 좋게하기 위해 망점간의 거리를 짧게하고 (선수를 올려서) 얇은 셀을 형성시키는 것이 바람직하다.

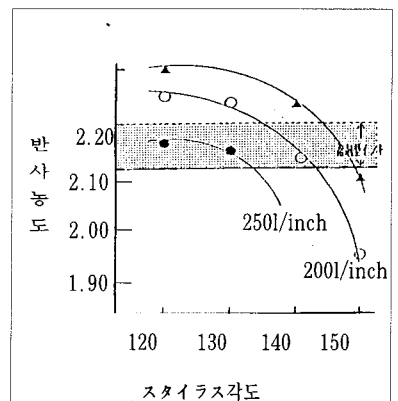
DIRECT판의 경우, エッチング 심도의 제어가 어렵게 되는것, 전자조각제판에는 제판시간이 길어져서 COST UP을 초래한다. 전자조각에는 200~250선/1mm의 선수에도 실용성이 있는것이 실증되었다. DIRECT판의 경우, 300선/inch 적당하다.

수성인쇄의 이점으로서는 건조가

(그림4) 제판조건과 건조속도(예)



(그림5) 제판조건과 반사농도



[표6] 수성인쇄의 판심조건

版式	유색용	백색용	비고
전자조각판	250 l /inch	200-250 l /inch	고선수축이 화질이 좋다
	스타일라스 120-130° 175 l /inch 스타일라스 140-145°	스타일라스120-130° 175 l /inch 스타일라스 135-145°	
DIRECT판	300 l /inch 선비3/1 14-17 μ m 175 l /inch 선비4/1 18-22 μ m	300 l /inch 선비3/1 14-17 μ m 175 l /inch 선비4/1 20-24 μ m	고선수축이 화질이 좋다

[표7] 판가부리의 요인

요인	현상(작용)	수성인쇄의 영향도
점검	고속인쇄의 점도 DOCTOR가 깎아내릴 때의 유체저항	—
건조	DOCTOR가 깎은 후의 박막의 전이성	영향도가 크다
재용해	DOCTOR가 깎은 후에 박막의 축적도	약간 정도
윤활	DOCTOR/잉크/칸 간의 미끄럼 저항	영향이 극히 크다

늦은 까닭에 하이라이트 재현 안정성, 고정밀 인쇄의 실현이 가능하다.

또한 수성잉크의 건조는 잉크 전이량에 크게 의존하기 때문에 양질의 건조를 고려할 경우 수성인쇄의 판심 조건으로서 표6의 조건이 좋을 것으로 사료된다.

참고로써 전자조각판에 있어서 선수 및 스타일라스각도와 건조속도의 관계를 그림5에 마찬가지로 반사농도와의 관계를 그림6에 표시했다.

5-3. DOCTORING과 판가부리
그라비아 인쇄에 있어서 DOCTORING공정의 문제는 숙명적인

과제이다. 이러한 것은 판 메임, 수지 오염등의 인쇄 손실의 대부분을 점하고 있다. 표7에는 판가부리의 요인을 정리했다.

수성잉크의 판가부리는 개선해 왔지만 용제와 비교해서 물은 판표면과 DOCTOR간의 윤활성이 적고, 특히 백색잉크중의 TiO₂ 안료에 의한 DOCTOR 마모가 크기 때문에 잉크가 DOCTOR에 깎이는 성능이 저하되고 판가부리가 발생하기 쉬운 경향을 가지고 있다.

이러한 마찰을 없애기 위해 윤활성이 좋은 DOCTOR의 개발이 지금도 필요하지만 내구성이 좋은 세라

믹을 코팅한 특수 DOCTOR가 좋다. 유색계의 잉크에는 통상의 DOCTOR도 사용 가능하다.

표8에는 DOCTOR의 내인쇄성을 나타냈다. 칼끝이 긴 세라믹 DOCTOR가 양호한 결과를 나타내고 있다.

5-3. 건조 SYSTEM

얇은 판심에 의한 낮은 전이량 인쇄라고 해도, 기존 인쇄에서 용제형 잉크와 같은 건조속도는 얻을 수 없다. 열풍온도를 높이고 풍량과 풍속을 증대시키는 것에서 건조속도를 향상하는 것이 정밀도나 혼법 안전성을 유지하기 때문에 온도상의 제약을 받는다. 열풍의 풍량을 단순히 증가하는 것도 설비, 에너지적으로 광범위하게는 받아 들여지지 않는다. 물의 특성을 살린 에너지로서 적외선 복사나 초단파에 의한 직접 가열도 연구했지만, 결정되지 않았고 기존 인쇄기에 건조기의 구조를 염두에 두고 실용적 관점에서 열풍 건조기의 고효율화의 연구가 진행되었다. 평균인쇄 속도를 150m/분로 본 경우, 수성 사양의 고효율 오븐에서도 1.8~2배의 건조 에너지가 필요했다. 참고 예로서 그림7에 종래에 오븐과 수성사양 오븐의 건조속도 비교표를 제시한다.

6. FILM의 개질

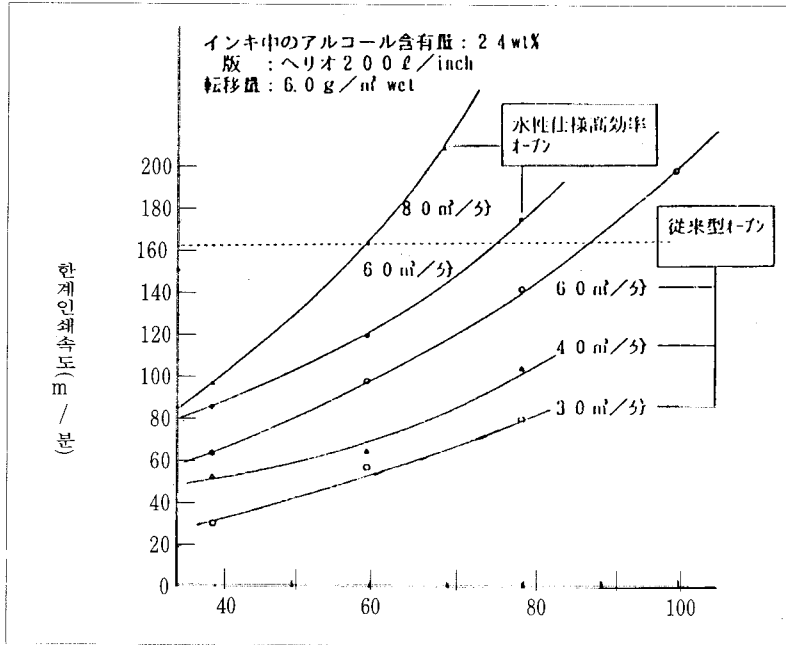
문음

물의 표면장력은 72dyne/cm로 그라비아 인쇄에 사용하는 알콜, 에스테르, 캐톤, 방향족 용제외 20-30dyne/cm에 비교해서 현저히 높다. 수성수지는 조성, 구조에 따라

[표8] DOCTOR 재질에 의한 내인쇄성의 비교

DOCTOR BLADE			판 가부리성		DOCTOR 마모성
재질	칼끝길이	칼끝두께	START	80,000m후	(비화선-화선부)
스틸 칼끝	1.2mm	60 μ m	5	2	13.5 μ m
세라믹코팅	1.2mm	80 μ m	5	2.5	5.0 μ m
세라믹코팅	2.0mm	80 μ m	5	4	4.0 μ m
니켈 맥끼	1.2mm	80 μ m	5	2	11.5 μ m

[그림6] 건조조건과 수성잉크의 인쇄속도(예)



다른 계면활성을 나타내고 또 표면 장력을 저하시키는 첨가제가 잉크중에 포함되어 있지만, 용제형 그라비아 잉크를 사용하는 표면 에너치가 낮은 폴리오래핀 FILM에는 잘 묻지 않게 방해한다. 수성잉크의 인쇄시 묻음과 건조를 돕기 위해 알콜계 용제를 약간 병용하는데, FILM 중에 첨가제의 영향은 현저히 크다. 인쇄전에 코르나 방전처리를 해서 표면을 깨끗이 하면 잉크의 묻음은 현저히 개선되나 소방법상에 제약이 있다. 수성잉크에 적용하는 FILM 중에 첨가제의 연구도 필요하다.

중요한 다른 FILM으로서 코르나 방전처리된 PET, NYLON은 표면장력이 커서 기존의 시판 FILM이 그대로 사용된다.

7. 수성잉크의 소방법상의 위치

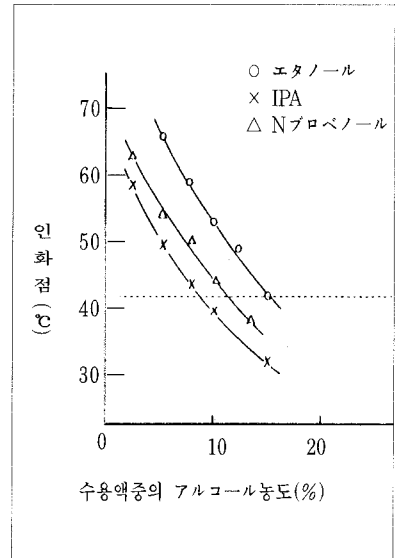
수성잉크는 물단독이 이상적이지

만 묻음이나 건조가 향상하기 위해 알콜계 용제를 병용하는 것이 효과적이고 수성화를 실현하기에 현실적으로 생각되어 진다.

千葉縣, 埼玉縣의 탄화수소류의 고정발생원 대책지도 요강에는 사용 상태(희석잉크)에 알콜등의 유기용제가 30% 이하이면 저공해 원재료로 인정된다. 이 경우, 소방법상 인쇄점의 면에서 사용잉크(희석상태)에는 위험물 제4류 제2석유류(수용성)-지정수량 2,000l에 해당하는 것이 된다.(그림-8)

[표9] 비위험물의 조건(소방법)

아래 3조건을 만족할 것	
잉크	가연성 액체량 40% 이하
	인화점 40℃ 이하
	연소점 60℃ 이하
희석제	알콜 함유량 60vol% 미만의 수용액
	가연성 액체량이 60vol% 미만으로 인화점 또는 연소점이 에칠알콜 60vol% 수용액을 초과한 것.



[그림7] 알콜 수용액의 인화점

8. 가공기술

유성잉크와 같이 인쇄물의 라미네이트 가공에 쓰이는 접착제나 압축 라미네이트용 폴리우레탄계 등의 수성품이 사용되고 있고 수성잉크와의 조합이 실용 가능한 수준에 있다. DRY 라미네이트 접착제로 무용제의 폴리우레탄형이 개발되어 있어 일부 래롤트 가공까지 가능하게 되었다. 일본에는 용제형 접착제의 DRY 라미네이트가 수없이 설치되어 가동되고 있다. 접착제의 수성화의 연구개발도 진행되었고 또 공정상의 큰 장애인 숙성시간을 단축하기 위해 EB경화형의 접착제도 개발되어 있다. 수성잉크/비용제형 접착제의 조합에 의한 새로운 포장 SYSTEM이 실용화 되는 날이 가까와져 있다.

(표10) 수성화의 이점

1. 대기오염방지(탄화수소 배출규제) 대책이 된다.
2. 인쇄작업 환경이 개선된다.
3. 노동안전위생법에 따른 작업환경측정 이나 특수건강진단이 경감된다.
4. 소방법상의 완화 효과가 있다.
5. 화재 위험이 대폭 경감된다.

(표11) 수성잉크의 예(8,000m 인쇄시의 잉크소비량 또는 전이량에서)

판 식	잉 크	도 포 량	
		용제형을 100으로 할때	
175선/120	용제형 감색	100	
ハリオ	용제형 백색	100	
250선/120	이면인쇄 수정감색	65.5	1.53
200선/120	이면인쇄 수정백색	77.0	1.30

9. 수성화의 이점과 경제성

9-1. 이점

유기용제형의 수성으로 전환하므로써 표10의 이점이 있다. 또, 인쇄물의 품질면에서는 특히 하이라이트부의 재현성이 좋고 잔류용제의 저감이 가능하다.

9-2. 경제성

1. 잉크의 COST

수성인쇄 SYSTEM에는 고농도 잉크에 의한 저 전이량으로 인쇄하는 방식을 취하고 있다. 고농도이기 때문에 잉크의 표면단가가 높아지지만 단위 인쇄 면적당의 COST는 용제형 잉크와 그의 동등하게 될 것으로 예측된다.

2. 인쇄SYSTEM 관련 COST

수성인쇄 SYSTEM에는 오븐의 개조비용, 수성용 체판 비용, 건조공정의 에너르기 비용등 유감스럽게도 기존 용제형 인쇄SYSTEM과 비교해서 COST UP의 요인이 많다.

10. 결론

인쇄관련 산업은 인쇄, 포장을 통해서 생활문화의 발전에 크게 공헌해 왔으며, 유기용제에 의존해온 현재의 인쇄 SYSTEM은 지구 환경보호의 거대한 조류에 따라 가까운 장래에 무엇인가 대응해야 한다고 생각된다. 수성에의 전환이 그 중의 하나가 된다.

COST와 이점은 반드시 양립하지 않으니 실용을 반복하므로써 TOTAL로써 수성 인쇄SYSTEM의 완성을 기할 것으로 확신하고 있다.

— 편집자주 —

이 자료는 제10회 한국포장기술인 협회의 세미나자료로 최근 환경문제가 이슈로 떠오름에 따라 게재하게 되었음을 알려 드립니다.