지기분야용 UV가공

內田 芳明 / 日本化工塗料(株) 技術部 係長

1. 머리말

인쇄물의 표면가공은 광택의 부여와 상처생김방지, 오염방지 등의 목적으로 지기출판물, 고급인쇄물 라벨 등에 널리 이용되고 있으며, 우리들의 생활에 깊이 파고들고 있다.

인쇄면에 니스칠가공이 행해진 것은 1897년경부터로, 당시는 송진을 휘발유로 녹여, 솔칠을 해 상온 건조하는 가공방법이었다. 세계2차대전 후 기계에 의한 롤러도장이 행해지게 되고, 종이 윤기가 나는 도료도 1952년경에 염화비닐수지 도료가 시장에 나오게 됨으로써 급속한 발전을 이루었다.

1960년경부터 평프레스기에 의해 종이와 염화비닐을 접착체로 첩합시킨 고급 필름첩합 가공방식이 나왔다. 이어 가공의 코스트저감을 목적으로 도막을 알루미늄판으로 열압착해 고광택을 부여하는 프레스가공이 보급되기 시작했다.

1963~1965년경에 松本기계가 일손부족대책으로 남녀를 불문하고 누구라도 가공할 수 있는 기계로서, 종래의 프레스가공에는 엔드리스 프레스기를, 첩합가공용에는 프린트라미네이트기를 시장에 선보여 가공의 다각화와 놀라운 스피드 향상을 가능하게 했다.

표면가공도료의 수지는 천연수지의 사용에서 시작돼 질소화綿, 스티롤, 염화비닐, 폴리아미드, 알키드, 우레탄, 아크릴수지 등, 다종다양한 수지가 이용되고 있으며 또 다양한 첨가제의 출현으로 도막성능도 크게 향상됐다.

건조방법은 가스의 직화나 적외선히터에 의한 증발건조에서 열풍건조, 열경화, 상온경화, 자외선경화 등으로까지 발전해 강인한 도막을 스피디하게 가공할 수 있도록 되었다. 표면가공도료는 용제형, 수성형, 에멀전형, 무용제형 등이 있으며, 첩합가공에서는 접착시에 접착제를 도포해 첩합하는 이외에 미리 필름에 접착제를 도포한 프리코트필름이 많이 사용되기 시작했다. 현재는 지기관계가 80% 이상의 인쇄물에 대해, 얼마간의 표면가공을 하고 있다. 그런 가운데 표면가공도료에서는 환경문제 등에 의해 용제도료에서 수성형도료로 이행돼 가고 있지만 작업성, 배수처리, 도막물성 등의 문제로 자외선(이하 UV) 경화형도료가 주목되고 있다.

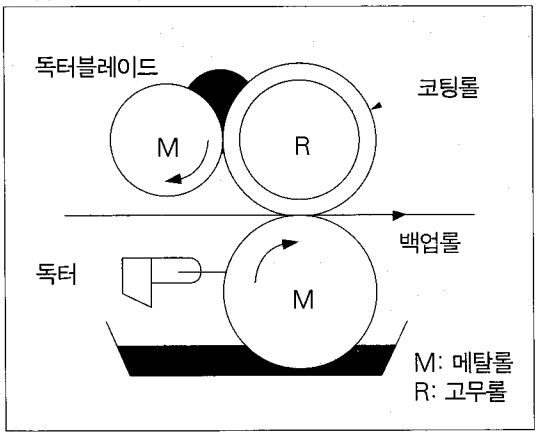
2. UV도료의 용도와 사용례

UV도료의 용도와 시장규모를 〔표 1〕에 나타냈다.

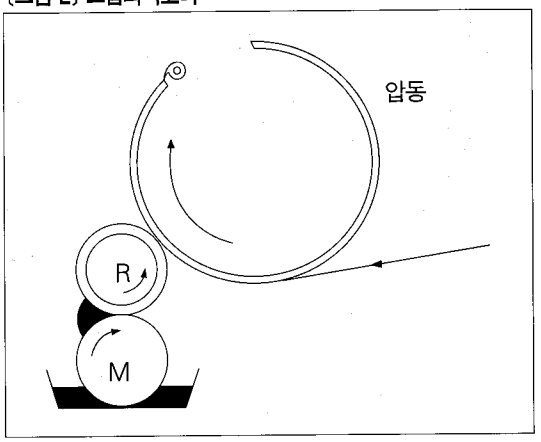
〔표 1〕 UV 도료의 용도와 시장규모

분 류	목공관계	금속관계	평판잉크	그라비어잉크	스크린잉크
시장규모	7,500/년 60억엔/년	800t/년 24억엔/년	5,500t/년 120억엔/년	1,200t/년 12억엔/년	400t/년 40억엔/년

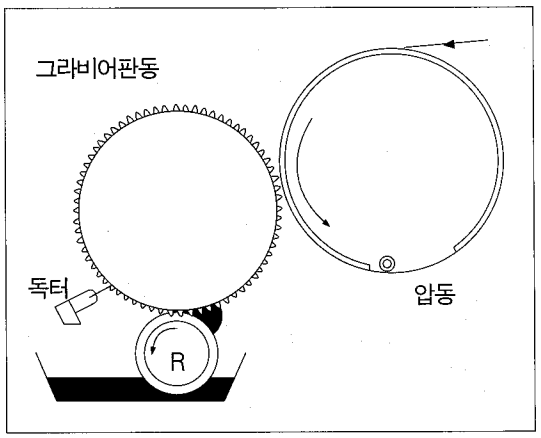
〔그림 1〕 롤코터



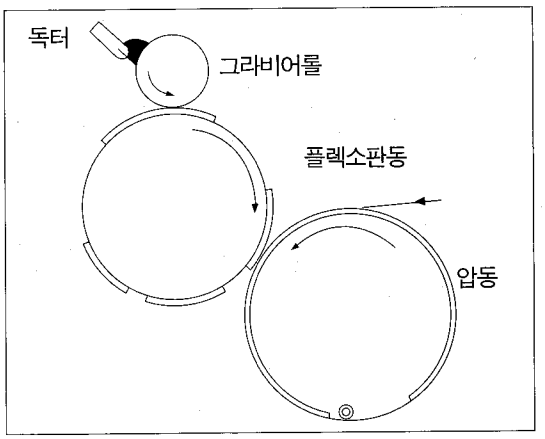
〔그림 2〕 그립피식코터



〔그림 3〕 그라비어코터



〔그림 4〕 플렉소코터



3. 가공기의 종류

광택가공업계는 주로 목엽지를 이용하기 때문에 UV도료의 도장기계는 하기의 4종류가 있다.

厚紙전용으로 작업효율이 좋은 롤코터(〔그림 1〕)는 같은 방향으로 회전하는 롤로 롤의 조합이나 롤간 중심선의 각도에 의해 많은 타입이 있다.

또 80~200g/m² 정도의 종이에 적합한 그립식 코터 〔그림 2〕는 용지를 반송하기 위해서 압동, 중간동, 배지부에 있는 종이를 넣는 톱니가 붙어 있다.

패턴코트를 주체로 요판방식의 그라비어코터

〔그림 3〕 및 철판방식의 플렉소코터 〔그림 4〕가 지류이다.

그라비어코터는 패턴의 엣지가 선명하고 도포량의 균일화를 도모할 수 있지만 도포량은 희석량만으로 의존해 요판의 선수, 심도 및 형상을 바꾸지 않으면 희석량의 증감은 불가능하다.

또 플렉소코터의 경우, 패턴의 엣지는 한계를 발생하고, 선명성이 떨어지지만 도포량 조정 및 판의 수정은 어느 정도 용이하다.

전술한 몇 개의 도장기를 이용해 도포한 후, 일반적으로는 열풍건조기와 적외선건조기로 용제를 휘발시키고, 자외선으로 경화시키는 방식과 건조하지 않고 그대로 자외선으로 경화하는 것이 있다.

일반적으로 지가공용 도장기는 인쇄한 것에 후가공으로 UV도료를 도장하는 것으로 가공스피드가 30-60m/분이다. 그러나 현재는 가공스피드를 올리기 위해 인쇄와 표면가공을 동시에 행하는 방식이 늘고 있으며, 다음과 같은 3가지가 있다.

① 옵셋인쇄기의 블랭킷코터(〔그림 5〕) : 가공스피드 7,000-9,000매/시

② 그라비어 윤전인쇄기의 최종 유니트(〔그림 6〕) : 가공스피드 100-200m/분

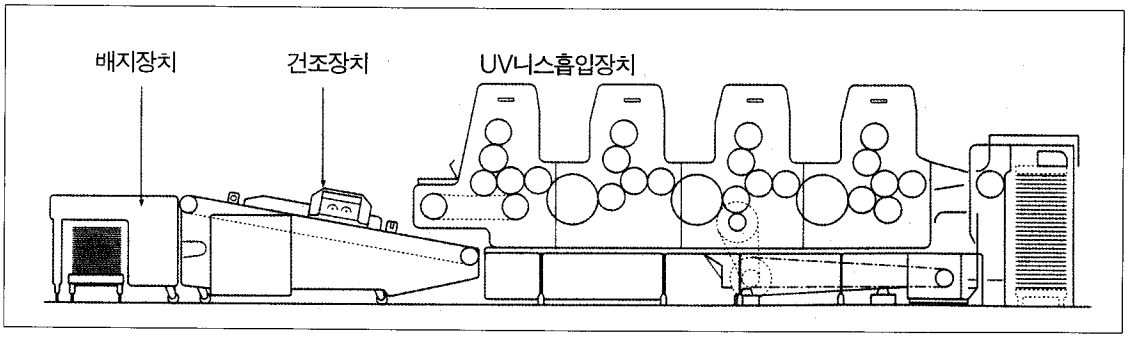
③ 플렉소인쇄기의 최종 유니트 및 전용 코터 : 가공스피드 100-200m/분

4. 가공방법에 의한 도막의 비교

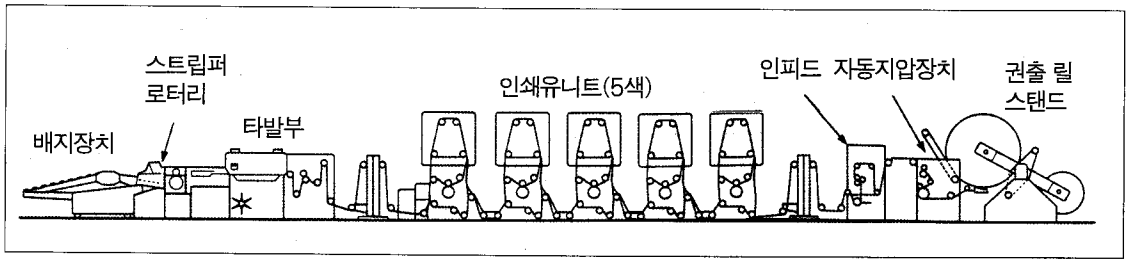
〔표 2〕에 가공방법에 의한 도막 일반성능의 비교를 나타냈다.

이 표에서도 알 수 있듯이 UV표면가공막은 비닐 넣기, 엔드리스프레스가공막에 비해 뛰어난 표면물성을 가지며, 고급인쇄지에 사용하는

〔그림 5〕 옵셋인쇄 · 인라인 니스 흡입장치



〔그림 6〕 권취식 그라비어 · 타발인라인기



〔표 2〕 가공방법에 의한 도막 일반 성능의 비교

시험항목	UV코드	비닐코드	프레스코드	필름첩합	비 고
평활성	○	○	◎	○	육안
광택	◎	△	○	○	육안
셀로판테이프밀착	○	◎	◎	-	-
내스크레치	◎	○	△	○	-
내블로킹	◎	△	△	◎	60℃, 80%, 300g/㎠, 24H
도막의 굴곡성	○	○	△	◎	
백지의 백색도	○	◎	◎	◎	-
내열성	◎	△	○	◎	-
내한성	○	△	△	◎	-
내마모성	◎	△	△	○	학진형300회
내광성	○	○	○	○	페이드미터
치수안정성	◎	◎	△	◎	시험72시간

〔내약품성(스포트시험 30분)〕

시험항목	UV코드	비닐코드	프레스코드	필름첩합	비 고
물	◎	×	×	◎	-
1%NaOH	○	×	×	△	-
2%HCl	△	×	×	○	-
톨루올	◎	×	×	△	-
초산에틸	○	×	×	◎	-
내오염성	◎	×	×	△	크레용,매직 등
컬발생도	◎	◎	○	○	-

〔후가공성〕

시험항목	UV코드	비닐코드	프레스코드	필름첩합	비 고
색첩합	○	○	○	×	에멀전계
핫멜트	○	◎	◎	×	-
핫스템프	○	◎	◎	△	-
악취남음	○	◎	◎	○	-

평가 : ◎ =양호 ○ = 보통 △ = 약간불량 × : 불량

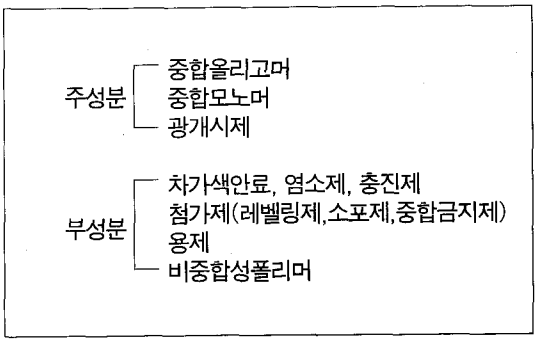
OPP필름첩합과 거의 동등한 성능을 가지고 있다.

5. UV도료의 종류

UV도료는 반응메카니즘에 의해 라디칼중합타입, 카티온중합타입으로 대별할 수가 있다.

일반적으로 라디칼중합타입이 도료재료의 풍부함, 도막물성의 조정 용이함, 비교적 경화가 빠른 것으로 사용되고 있다.

〔그림 7〕 일반적인 UV경화도료의 구성



지가공으로 사용되고 있는 것은 대부분이 라디칼중합타입이다.

카티온중합타입은 사용재료의 범위가 좁지만 금후 유망하기 때문에 다방면으로 검토가 행해지고 있다.

6. UV경화도료의 조성

일반적인 UV경화도료의 구성은 〔그림 7〕과 같다.

6-1. 중합성올리고머

중합성올리고머는 UV도료의 도막성능을 결정하는 중요한 성분이며, 일반적으로 골격의 구조로 분류된다.

골격의 구조가 경도, 내마모성, 부착성, 광택성, 내약품성, 내수성 등에 영향을 미치기 때문이다. 올리고머에는 아래와 같은 수지계가 있다.

① 에폭시아크릴레이트
② 우레탄아크릴레이트
③ 폴리에스테르아크릴레이트
④ 폴리에테르아크릴레이트
⑤ 폴리아크릴아크릴레이트
⑥ 불포화폴리에스테르

〔표 3〕 표면가공지의 용도

종이의 종류	용 도	구 체 예
원지(코트볼지)	팩키지류(지기관계)	화장품, 의약품, 세제, 양주,과자, 인스턴트식품
	잡화	트럼프, 카드류
박지(아트포스트지)	출판관계 카탈로그 류	잡지, 단행본 등의 표지 등

6-2. 중합성모노머(반응성희석제)

도료는 도장될 때에 도장기에 맞춘 적정한 점도에 할 필요가 있기 때문에 일반적으로 중합성 모노머를 20~80% 첨가해, 비교적 고점도의 중합성올리고머의 점도를 저하시킨다.

또 모노머는 그 자체가 중합돼 도막의 1성분이 된다.

중합성모노머를 선택하기에 따라서는 아래와 같은 것이 중요하다.

① 저점도로 올리고머의 희석효과가 크다
② 경화성이 빠르다
③ 소재로의 부착성이 좋다
④ 피부자극성, 독성이 낮다
⑤ 악취가 적고, 도막중에 냄새가 남지 않는다
⑥ 저코스트

6-3. 광개시제

광개시제는 UV를 흡수해 라디칼을 생성해 중합반응을 개시시키는 것으로, 수많이 상시되고 있다. 그것들은 開裂型과 수소제거형의 2종류로 대별된다.

지가공에서는 대부분이 개열형을 사용하고 있지만, 일부에서 수소제거형과 병용하고 있는 경우도 있다.

광개시제를 선택함에 따라 아래와 같은 것이 중요해지고 있다.

① 사용파장에서의 UV흡수효율이 높다
② 暗반응을 일으키지 않는다
③ 도막의 황변성이 적다
④ 올리고머, 모노머와의 상용성이 좋다
⑤ 도막중에 악취를 남기지 않는다
⑥ 저코스트

7. 표면가공의 목적 및 용도

여기에서 한가지 더, 인쇄물의 표면광택가공의 목적을 정리해 두겠다.

(1) 인쇄나 종이의 보호

마찰 등에 의한 인쇄의 오염이나 잉크빠짐의 방지. 운반시의 상처 방지. 인쇄면의 내수성.

(2) 고급감의 부여

인쇄물에 고광택이나 艶消가공을 하는 것으로 고급감을 부여한다.

(3) 인쇄의 강조

패턴코트(전면은 아니고, 도공하고 싶은 부분에만 광택가공을 하는 수법)에 의해, 강조하고 싶은 부분을 두드러지게 한다.

(4) 종이의 강도 향상

필름라미네이트의 경우만이라 할 수 있는 특성. 플라스틱필름을 라미네이트하는 것으로 종이의 강도에 대한 약함이나 절곡에 의한 찢어짐을 개선한다.

표면가공지의 용도를 〔표 3〕에 나타냈다.

8. 지가공용의 UV도료

여기에서는 지기분야에서의 UV도료원료에 관해 설명하겠다.

수지조성으로서는 무용제형은 경화성, 냄새

〔표 4〕 UV도료 라인 업

상 품 명		UV-10	UV-20	UV-30	UV-40	UV-50
용 도		일반지기용	일반지기용	일반지기용	세제상자용	일반지기용
특 징		고속기대응	알콜가용형	고속기대응	내내용물성	수하용형
도장기		옵셋인쇄기 인라인코터용	플렉소코터용 롤코터용	그라비아코터용	그라비아코터용	플렉소코터용 롤코터용
원료조성		에폭시아크릴레이트 우레탄아크릴레이트 폴리에스테르아크릴레이트 다관능아크릴모노머	에폭시아크릴폴리머 폴리에스테르아크릴레이트 다관능아크릴모노머	아크릴폴리머 에폭시아크릴폴리머 다관능아크릴모노머	아크릴폴리머 에폭시아크릴폴리머 다관능아크릴모노머	에폭시아크릴폴리머 폴리에스테르아크릴 다관능아크릴모노머
용제조성		중합성모노머	IPA	초산에틸	초산에틸	초산에틸
도료성상	점 도	BM형/20℃ 800CPS	BM형/20℃ 400CPS	RGS #3/20℃ 25초	RGS #3/20℃ 30초	BM형/20℃ 1,0000CPS
	가열잔분	100%	90%	70%	70%	100%
	희석제	없음	IPA	초산에틸	초산에틸	상수
비고		고광택, 저악취 내마모성양호 경화성양호 인쇄기에서 1 만매/시MAX	저악취기로 핫스탬프 등의 후가공성 양호 경화성양호 롤코터에서 60m/분MAX	고광택, 보저취기식품 팩키지에 최적 경화성양호 그라비어윤전기에서 100~200m/분MAX	내알칼리성, 내마모성양호 세제상자에 최적 경화성양호 그라비어윤전기에서 100~200m/분MAX	상수도로 자유롭게 희석가능, 경화성양호 플렉소인쇄기에서 100~200m/분MAX

등을 고려해 비스페놀A 디아크릴레이트를 중심으로 다관능 아크릴레이트모노머나 폴리에스테르 아크릴레이트, 에폭시 아크릴레이트를 블렌드하는 것이 일반적이다.

우레탄아크릴레이트는 코스트가 높기 때문에 통상은 사용하지 않는다.

개시제는 벤조페논계와 3급 아민을 사용하고 있었지만, 황변성, 경화성, 악취의 점에서 1-히드록시 시크로헥실 페닐케톤(開裂型)을 사용하는 경우가 늘고 있다.

또 기본적으로 표면가공은 막두께가 얇기 때문에 라디칼중합반응에서는 공기중의 산소에 의한 반응 저해효과는 피할 수 없다. 그 때문에 표층부에는 극히 얇은 경화불량부분이 있는데 면과 면을 맞추면 키시미가 남는다.

지기의 경우는 쌕머신으로 고속처리되기도 하고 지기에 충전하는 라인상에서 지체되지 않고 활주하는 것이 필요하다. 그곳에서 종이의 표면가공으로 중요한 활성을 부여하기 때문에 폴리올레핀 등의 분산왁스, 석유계의 액상왁스나 실리콘계 첨가제를 사용해 표면의 활주성을 높이고 있다.

용제희석형은 경화성, 악취, 종이로의 흡입 등을 고려해 비중합성 폴리머, 다관능 아크릴레이트모노머, 에폭시아크릴레이트를 블렌드하는 것이 일반적이다.

개시제는 황변성, 경화성, 악취의 점에서 1-히드록시 시크로헥실 페닐케톤이나 2-히드록시-2-메틸-1-페닐프로판-1-온을 사용하고 있다.

첨가제는 소포제, 레벨링제, 폴리에틸렌이나 폴리프로필렌 등의 분산왁스, 석유계의 액상왁스를 사용하고 있다.

현재 주목을 받고 있는 것이 수용성타입으로 무용제형의 UV도료이다.

일반적으로는 에폭시 아크릴레이트나 폴리에

스테르 아크릴레이트, 다관능아크릴레이트의 말단에 카복실기나 코하크酸 등을 부가시켜 수가용성을 향상시키고 있다.

개시제는 2-히드록시-2-메틸-1-페닐프로판-1-온이나, 히드록시 에폭시基를 도입한 1-2히드록시-2-메틸-1-프로판-2온 등의 개시제를 이용한다.

9. 제품소개

UV도료는 가공속도가 빠르고 광택, 내마모성, 내블록킹성 등의 도막물성이 매우 좋으며, 제함공정이나 유통과정에서의 상처발생이 적고, 미장가치도 높기 때문에 최근 수년간 프레스가공에 대신해 사용량이 늘고 있다.

당초 가격면에 문제가 있었지만 사용량의 증가에 따라 가격도 낮아지고, 칠이나 프레스도료와 비교해 가공속도나 성능 등을 고려한 토탈코스트를 생각하더라도 충분히 사용할 수 있도록 되었다.

여기에서 〔표 4〕에 도장기, 용도도 포함해 당사의 UV도료를 소개하겠다.

10. 현상의 문제점 및 향후전망

현재 UV도료는 지가공업계 가운데에서 차지하는 비율이 서서히 증가하고 있다. 현상의 문제점으로서 이하와 같은 항목이 있으며, 이들 해결이 금후의 방향성을 크게 좌우한다.

(1) 악취

현재는 저악취도료로 이행되고 있지만 아직 악취에 문제가 있으며, 올리고머나 모노머 등의 분자량이나 반응성을 높히고, 광개시제의 종류를 포함한 무취화의 검토화가 필요하다.

(2) 안전성

무용제형의 반응성 희석제는 피부자극성(PⅡ치)이 3 이하의 것을 사용하고 있지만 이것들은 1 이하의 것을 사용해 더욱 더 안전성을 확보한다.

다이옥신의 발생이나 환경호르몬, VOC대책 등을 고려한 안전성이 높은 도료가 가능하면 수요도 앞으로 점점 늘 것이다.

또 UV도료는 수성도료와 비교하면 악취나 식품위생의 점에서 아직 좋지 않으며 UV도막은 FDA에 인가돼 있지 않고, 식품이 직접 닿는 용도에는 사용할 수 없다는 문제가 있다.

(3) 산화중합형 잉크로의 밀착

일반적으로 지기, 출판업계도 산화중합형의 옵셋잉크를 사용하고 있지만 뒷면 비침 방지 파우더, 밀착 문제에서 고가인 UV잉크를 사용하고 있는 경우가 있다.

현재는 악취, 경화성, 광택저하 등의 문제가 있으며, 산화중합형잉크밀착의 점에서 좋은 것이 없다. 다만 오프가공으로서 인쇄물에 앙카코트를 도장해 그 위에 UV도료를 도장해 가공할 경우도 있지만, 2코트하기 위해 코스트가 든다.

(4) 고지, 재생

UV가공지는 물성적으로는 뛰어난 표면특성을 가지고 있지만 고지의 재이용이라는 점에서는 라미네이트 가공만큼은 아니지만 어려운 현상이다. 그라비어 도장한 것은 비교적 고지재생이 쉽지만 무용제형은 가교밀도가 높아 고지재생이 어렵다고 한다.

(5) 코스트의 저감

최근 상당히 저가이지만 도료형태, 도장공정 및 램프의 런닝코스트 등을 포함, 더욱 더 저감이 필요하다. ko