

Screen 인쇄기법을 이용한 Polycarbonate의 Ink 전이성에 관한 연구

신종순, 강영립, 최명철*

중부대학교 기술공학부, *중부대학교 산업대학원

(2001년 1월 20일 접수, 2001년 2월 27일 최종 수정본 접수)

A study the ink transition of polycarbonate by using of screen printing technique

*Jong-Soon Sin, Young-Reep Kang, Myung-Chol Choi**

Division of Technological Engineering, Joongbu University.

*Graduate School of Industry, Joongbu University.

(Received 20 January 2001, in final form 27 February 2001)

Abstract

This thesis attempts to study ink transition for on the polycarbonate multicalculator plate for automobile. For this study, the change of weight by screen printed ink transition on polycarbonate material by ink viscosity (be diluted ; 0%, 5%, 10%, 20%) was observed. The weight by screen printed ink is depended on amount of added solvent. We have studied change of the weight by the transition of the ink that was screen-printed on polycarbonate which is to be printed according to the viscosity of the ink (diluent: undiluted solution 5%, 10% 15%, 20%). This shows that ink transition become activated since the amount of ink (or/and the viscosity of ink) is increased.

I. 서 론

스크린인쇄는 스크린 틀(목재, 알루미늄)에 실크, 나일론, 폴리에스테르 섬유질의 스크린

망사나 스테인레스(stainless) 금속 망을 사용하여 견장기에 의한 스크린망사 매기를 한 다음 수공적 방법과 광화학적 사진 방법을 이용하여 필요한 부분, 즉 화선부와 비화선부로 구분되며, 인쇄시 잉크를 분고 스퀴지로 가압하면 잉크는 화선부로 통과하여 밀려나 오게 됨으로서 피인쇄체에 인쇄되는 것을 말한다.¹⁾

스크린인쇄는 인쇄판, 스퀴지, 잉크의 세 가지가 기본 요소이며, 이와 같은 요소와 피인쇄체의 재질 및 형태에 따라 인쇄방법에서 다소 차이가 있을 수 있으나, 피인쇄체의 형태에 크게 의존하지 않고, 평면, 곡면 등에 쉽게 인쇄할 수 있는 특징을 갖고 있다²⁾. 아울러 지류, 합성수지, 요업, 의류, PCB(인쇄회로기판) 등과, 초정밀 제품인 IC, LSI, FPC, LCD등 전기 및 전자분야 등에 다양하게 이용되고 있으며, 산업이 발전함에 따라 그 적용 범위와 수요는 더욱 확대 있다^{3,4)}.

본 연구는 차량용 복합 계기판으로 제작되어 사용되고 있는 폴리카보네이트(polycarbonate)^{5,6,7)}의 소재에 대한 인쇄를 스크린 인쇄방법에 의해 인쇄를 할 경우 잉크 전이성에 관하여 고찰하고자 한다.

II. 실험방법 및 기기

2-1. 스크린 제판

감광 제판의 방법은 직접법으로 스크린 틀을 70~80° 각도로 세우고 여기에 감광액을 직접 스크린 판에 도포를 하였다. 감광유제의 도포는 바켓트를 이용하였으며, 요구되는 스크린 판의 감광막 층의 두께를 단계별로 조절하기 위해 바켓트의 압력을 일정하고 균일하게 유지하면서, 감광유제 1회 도포에 스크린 판의 앞·뒷면에 각각 2번씩 도포(2x2), 2회 도포에 앞, 뒷면 각각 4번씩(4x4), 3회 도포에 앞면 4번 뒷면 6번(4x6), 4회에 앞면 4번 뒷면 8번(4x8)을 도포 하여 두께를 결정하였다. 직접 감광 제판을 한 스크린 판은 도포한 감광액을 건조시키기 위해 수직형 열풍 건조기(IR, SAM SUNG PANKUM)를 사용하였으며, 건조온도는 40℃에서 완전히 건조시키고 빛썰(exposure)을 하였다.

빛썰기는 YOUMGHWA CAMERA로서 램프 3kw을 사용하였으며, 빛썰 시간에 대하여서는 빛썰 시간 측정필름(exposure calculate film)을 사용하여 적정 빛썰 시간을 구할 수 있었다. 빛썰이 끝난 스크린 판을 25~30℃ 정도의 온수에서 전면을 충분히 2~3분간 침전시킨 다음 스프레이를 사용하여 스크린 판의 화선부를 현상하였다. 현상이 끝난 스크린 판은 1차적으로 물기를 제거하고 열풍 건조기를 이용하여 건조시켰으며, 건조가 끝난 스크린 판은 비화선부를 검사하여 수정액으로 수정한 다음 건조 시켰다. 건조된 스크린 판은 마지막 단계인 OPP 테이프로 보강을 하였다.

2-2. 스크린망사

스크린 망사는 NBC社에서 직조한 305T type의 폴리에스터(polyester)사로서 모노필라멘트(T-NO, 1:1)를 사용한 평직으로서 망사의 오픈닝(opening)은 48 μ m이며, 인장장치를 감안한 망사의 두께는 42 \pm 1 μ m으로 측정되었다. 견장은 기계식 견장기에 의해 1.15kg/ α 로 하였다. 그리고 견장 측정은 장력계(tension gauge; JAPAN. TOPRO, STG-75B)로 측정하였으며, 견장은 1차적으로 10분간에 걸쳐 점진적으로 텐션(tension)을 0.95kg/ α 로 높여 주고 접착제를 바른 다음, 재차 반복하여 스크린 망사의 장력을 안정시키면서 텐션을 고 정상상태로 유지하여 최종 25분간 스크린 망사를 부착하였다. 스크린 틀의 소재는 알루미늄 틀로 크기는 770 \times 770 μ m를 본 실험에서 규격으로 사용하였다.

2-3. 스크린잉크

폴리카보네이트에 잉크를 적용하기 위하여 동영화성(한국)에서 제조한 800 series pas ink로서 폴리카보네이트 및 스티롤계 재질에서 적용되는 잉크이다. 증발 건조형의 광택성 잉크이며, 참고적으로 일반적인 재질에 손상을 주지 않으며, 접착성, 내열성, 내한성, 내후성, 및 내구성이 좋은 것으로 선전되고 있다. 본 실험에서 사용된 잉크의 색상은 흰색(white), 적색(red) 및 흑색(black)이며, 적성을 위하여 잉크 50g에 희석제(butyl cellosolve)를 단계별(0%, 5%, 10%, 15%, 20%)로 희석하였다. 희석된 각각의 잉크는 평행판형 점도계(日本 平行板型 粘度計; TESTER SANGYO CO. LTD, MFG. NO.3395)를 사용하여 점도를 측정(1g/60sec)했다. 이때 잉크의 중량은 전자저울(ELECTRONIC. BALANCE. ER-180A. SER. NO.2910703)을 사용하여 결정하였다.

2-4. 폴리카보네이트

피인쇄체로 사용된 폴리카보네이트는 일본 MITSUBISHI GAS Chemical 社의 다이아라이도(dialight; タイヤライト)575J로 두께 0.5 μ m인 투명 판을 사용하였다.

2-5. 스크린인쇄

피인쇄체인 폴리카보네이트의 인쇄를 하기 위해 반자동 스크린 인쇄기(MINONG, MODEL: MSP NG SERIES)를 사용하였다. 이격 높이는 0.1mm로 설정하여 잉크에 함유된 희석제의 비율(원액, 5%, 10%, 15%, 20%)의 순서에 의해 단계별로 각각 실험 인쇄를 하였으며, 잉크의 전이성을 실험하기 위해 희석제 비율(원액, 5%, 10%, 15%, 20%)에 따라 단계별로 9지점을 선정하여 투과농도계(LTD, SCREEN. 500. NO.52947)로 3회 이상 측정하였다.

2-6. 감광유제 및 잉크피막의 두께측정

각각의 막 두께는 Coating Thickness Gauge Elcometer 300(MODEL; A300F. NS 23, 0~1250 μ m)으로 측정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

3-1. 스크린 판의 감광막 두께에 따른 잉크 전이성

스크린판 감광막을 형성시키기 위해 1회, 2회, 3회, 4회로 구분하여 감광액을 도포 하였으며, 1회 도포에서 감광막의 평균 두께는 44.03 μ m, 2회 47.70 μ m, 3회 49.75 μ m, 4회 52.08 μ m의 감광막 층을 형성할 수 있었으며, 그 결과는 Fig.1에서 보여주고 있다. 그런데 상기 기록된 감광막의 두께에 대한 수치는, 이 자료에서 나타난 바와 같이 감광막 두께가 44.03 μ m에서 스크린 망사 견장치 42 \pm 1 μ m를 고려하면, 실제 감광유제막 층의 두께는 약 2 μ m 정도로 측정되며, 이때 피인쇄체에 인쇄된 잉크 피막의 두께도 대략 2 μ m 정도로 나타났다. 그리고 같은 방법으로 2회 3회 및 4회 도포된 감광유제 막의 두께는 4, 6 및 9 μ m 정도로 형성되었음을 알 수 있다. 그리고 감광층의 두께에 따라 인쇄된 잉크의 피막도 대략적으로 각각 4, 6 및 9 μ m 정도로 형성되었다. 감광막이 두꺼울수록 잉크막의 두께에서 조금의 편차는 있으나 거의 유사하였으며, 이 현상은 스크린 판면에 형성된 감광유제층의 두께가

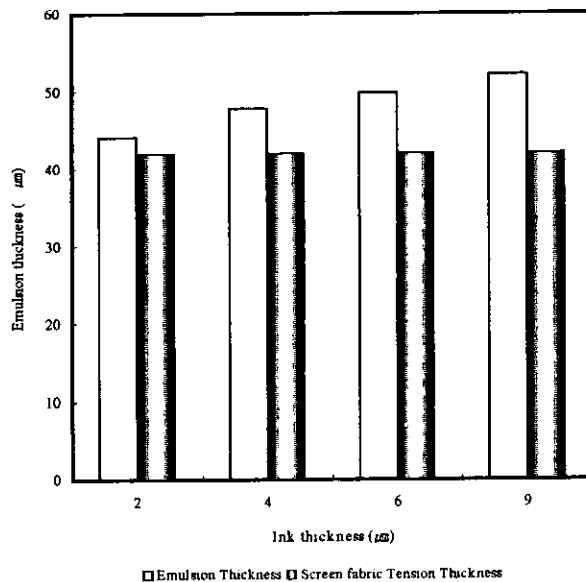


Fig. 1. Thickness of transited ink according to applied sensitive emulsion thickness and screen stencil thickness.

피인쇄체에 전이되는 잉크피막의 두께에 영향을 미친다는 것과, 감광유제층의 두께와 인쇄된 잉크피막의 두께가 유사하게 형성됨을 나타내는 것으로 판단된다. 여기서 이들 두께의 수치가 비록 정확한 값은 아닐지라도 상대적으로 대소의 차이를 비교하는데는 큰 오차가 없을 것으로 기대된다.

3-2. 스크린 인쇄된 폴리카보네이트의 잉크 점도별 잉크 전이성

폴리카보네이트에 대한 잉크 점도별 잉크 전이성을 실험하기 위해 먼저 색상별(흑색, 적색, 흰색)로 잉크에 희석제(원액, 5%, 10%, 15%, 20%)를 혼합하여 점도를 측정하였다. Fig. 2에서 보는 결과와 같이 희석제가 첨가되지 않은 원액 잉크의 경우 흑색과 흰색은 모두 2.7poise, 그리고 적색은 1.9poise로 나왔다.

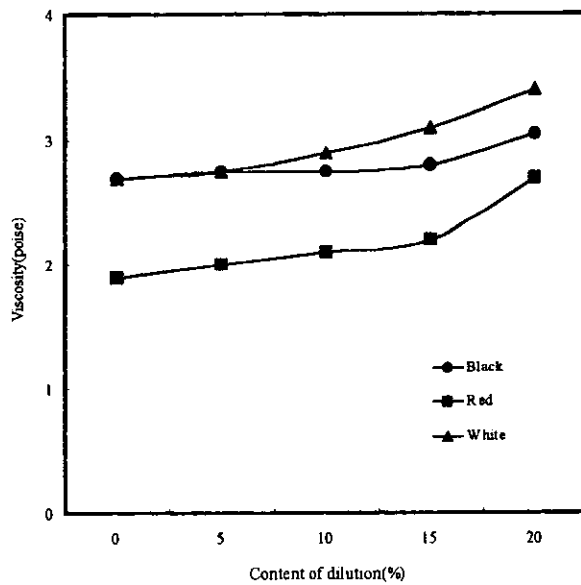


Fig. 2. Change of ink viscosity according to diluents.

Fig. 1에서 재고하여 비록 동일한 회사에서 제조되었으며, 사용 용도가 같은 잉크이지만 색소의 상이함에 따라 점도가 다소 다를 수 있다. 한편 희석제가 첨가된 양에 따라 잉크의 점도를 비교해 보면, 희석제 5% 첨가되었을 때 흑색이 2.75poise, 적색이 2.0poise 그리고 흰색은 2.75poise의 점도를 나타내며, 10% 첨가 시 흑색 2.75, 적색 2.1 그리고 흰색 2.9poise 이며, 15% 첨가 일 때 흑색, 적색, 흰색이 각각 2.8, 2.2 및 3.1poise 를 나타내었으며, 20%인 경우 흑색, 적색 및 흰색의 순서에서 잉크 점도는 각각 3.05,

2.4, 3.4poise로 나왔다. 이 실험의 자료에서 비록 적색은 흑색이나 흰색에 비하여 전반적으로 낮은 점도를 나타내고 있으나 색상에 따른 잉크의 구분에 관계없이 모두 희석제의 첨가량에 의존하여 점도가 상승하는 전반적인 경향은 상호 유사함을 볼 수 있으며, 본 실험에 사용된 잉크는 원액 잉크에 희석제가 첨가될 때 적어도 희석물 20%까지는 점도가 상승하는 것을 알 수 있다. 잉크의 점도에 따른 잉크전이의 정도를 알아보기 위한 일면의 방법으로 원액 잉크에 희석제를 첨가하여, 각기 다른 희석비율에 따라 각각으로 점도가 변화된 잉크로 폴리카보네이트판 상에 스크린 인쇄를 한 후, 5x7㎕의 일정한 규격으로 제작된 칼날을 사용하여 각각의 시료를 재단하여 그 시료의 중량을 측정하였으며, 그 결과를 Fig. 3-6에 수록하였다. Fig. 3은 인쇄된 잉크 피막의 두께가 2㎍인 경우이다. 이 자료에서 희석되지 않은 원액 잉크 피막의 무게를 기준으로 각각 증가된 희석물에서 인쇄된 잉크피막의 무게는 흑색이 평균 0.0014g/㎕, 적색은 평균 0.0013g/㎕, 흰색은 0.0014g/㎕ 증가하였으며, 이들의 무게 증가율은 대동소이함을 알 수 있다. 한편 희석물 5%(점도 2.75poise)인 흑색 잉크의 경우 잉크피막의 무게는 원액 잉크의 그것에 비하여 2% 증가하였으며, 희석물 10%(점도 2.75poise)는 7%의 무게 증가, 희석물 15%(2.8poise) 및 20%(3.05poise)는 각각 20% 및 28%의 중량이 증가했다. 그런데 여기서 희석물 5% 및 10%에서 점도는 동일하지만 무게가 다르게 산출된 것을 알 수 있는데, 이 현상은 원액 잉크에 희석제 첨가비율의 증가에 따라 점도가 점차 상승하는 전반적인 경향에 비추어 볼 때 점도측정에서 아주 미소한 변화 차이에 의하여 실험적 오차가 발생한 것으로 판단된다. 적색 잉크는 희석 비율에 따라 잉크 피막의 무게가 3%, 15%, 24%, 33%로 증가하고, 흰색은 1%, 16%, 26%, 29%로 증가하였다. 유사하게 Fig. 4에서 잉크 피막 두께가 4㎍인 경우 흑색인 경우 희석물의 순서에 따라 2%, 9%, 20%, 26%로, 적색은 0.5%, 13%, 22%, 30%로 그리고 희색은 1%, 16%, 24%, 26%로 잉크피막의 무게가 증가하였다. Fig. 5의 자료에서 잉크 피막 두께가 6㎍ 경우 흑색 잉크 4%, 9%, 21%, 24%로, 적색 2%, 16%, 23%, 32%로 그리고 흰색은 7%, 14%, 22%, 25%로 중량이 증가하였다. 그리고 Fig. 6에 수록된 잉크 피막 두께가 9㎍ 경우 흑색 3%, 10%, 19%, 24%, 적색 11%, 16%, 21%, 35% 그리고 흰색 잉크는 희석제의 희석비율 따라 4%, 15%, 19%, 24%로 잉크피막의 무게가 증가하였다.

이들 자료에서 희석물의 증가에 따른 점도의 증가에 기인하여 잉크피막 무게가 증가하고 있음을 알 수 있는데, 이는 점도의 증가에 따라 폴리카보네이드 표면에 대한 잉크의 전이성이 좋아지는 것으로 판단할 수 있다. 그러나 잉크에 대한 희석제의 비율이 많아지면 피인쇄체에서 잉크의 번짐이 일어날 수 있다는 일반적인 견해가 있으므로 폴리카보네이트에 적용하기 위한 잉크의 희석물과 잉크전이성에 관한 더 많은 연구가 있어야 할 것이 고려된다.

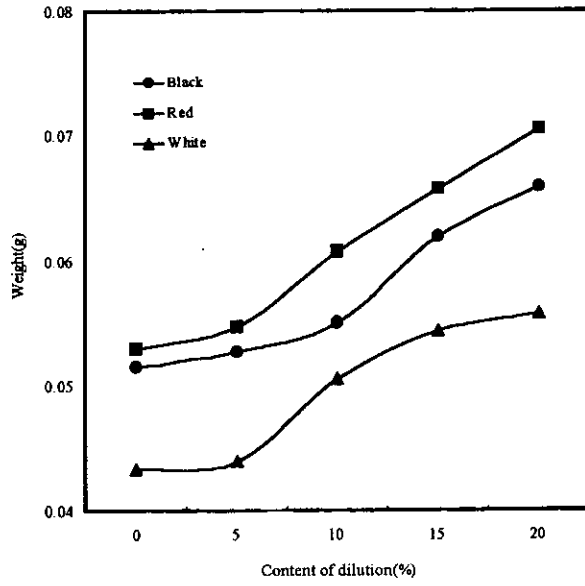


Fig. 3. Change of ink layer weight according to diluents. (2 μ in ink layer thickness).

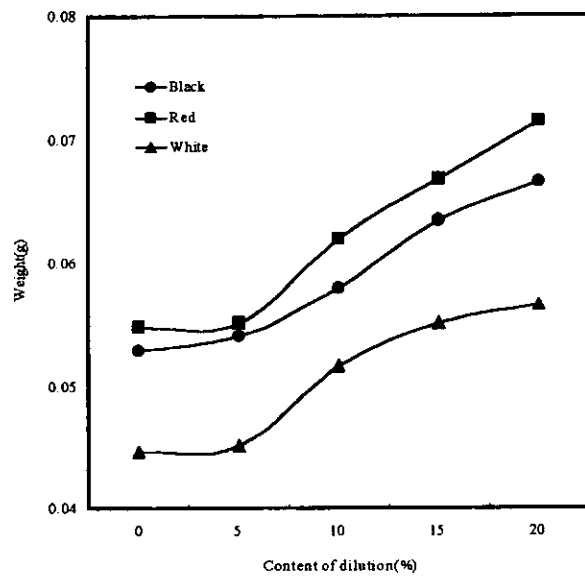


Fig. 4. Change of ink layer weight according to diluents. (4 μ in ink layer thickness).

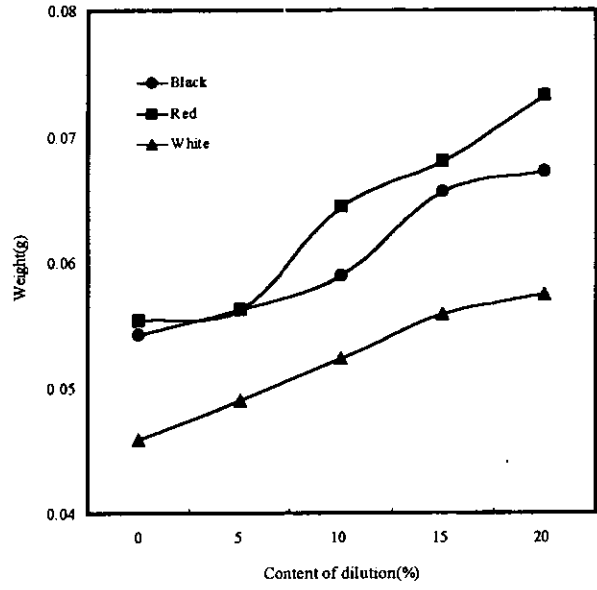


Fig. 5. Change of ink layer weight according to diluents (6µ in ink layer thickness).

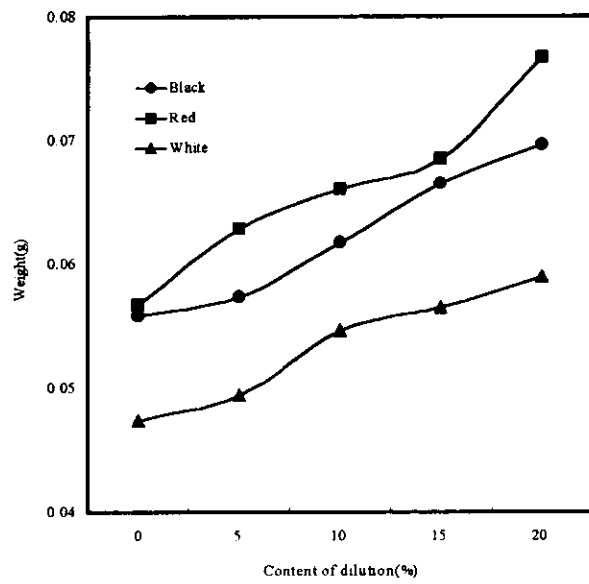


Fig. 6. Change of ink layer weight according to diluents (9µ in ink layer thickness).

V. 결 론

1. 스크린 판면에 형성된 감광유제층의 두께가 피인쇄체에 전이되는 잉크피막의 두께에 영향을 미치며, 감광유제층의 두께와 인쇄된 잉크피막의 두께가 유사하게 형성되는 것으로 나타났다.
2. 본 실험에 사용된 잉크는 회석률 20%까지의 회석 조건에서 회석률이 증가함에 따라 점도가 상승하였다.
3. 잉크 점도의 상승에 따라 폴리카보네이트에 대한 잉크의 전이성이 증가 하였다.

참고문헌

- (1) 최명철, 일반인쇄이론 p66~67, 85~88, 한국산업인력 관리공단, 서울, 1997.
- (2) 양봉석, 다목적 신 스크린인쇄기술, p9, 67~71, 부림출판사, 서울, 1991.
- (3) 박정규외1명, 스크린 인쇄 p84~85, 한국산업인력 관리공단, 서울, 1995.
- (4) 정기영, 스크린 인쇄 이론, p33~36, 한국산업인력관리공단, 서울, 1997.
- (5) 김양수 외1인, 폴리카보네이트 중합 제조공정의 최근동향, p365~366, 고분자과학기술 4(5), 서울, 1993.
- (6) 岩切賞昭, ポリカ-ボネ-ト樹脂の技術動向, 特集 プラスチックの最新 技術動向, Vol. 46, No.8, 日本, 1998.
- (7) 井上雅勇, 機能性ポリカ-ボネ-ト樹脂板の特徴と用途, 特集 ポリカ-ボネ-ト樹脂の 技術動向 Vol. 46, No.11, 日本, 1998.