

유가증권 인쇄용 감광성 수지 볼록판의 내마모성 및 화선 재현에 관한 연구

김병현,[†] 강영립, 이혁원*

[†]중부대학교 인쇄미디어학과, *한국조폐공사

(2011년 10월 21일 접수, 2011년 11월 14일 최종 수정본 접수, 2011년 11월 18일 게재 확정)

The Study of Resistant Abrasion and Image Reproduction of the Photosensitive Plastic Convex Printing Plate for Securities Printing

*Byong-Hyun Kim,[†] Young-Reep Kang, Hyok-Won Lee**

[†]Dept. of Printing Media, Joongbu University, *Korea Minting & Security Printing Corp.

(Accepted on October 21, 2011, Requisitioned last revision on November 14, 2011,

Publication decision on November 18, 2011)

Abstract

The convex printing plate in particular securities is classified three physical properties. The main ingredient(component)of photosensitive plastic is composed of thermosetting polyamide. After being hardened specimen at 80°C is shown to resist highly, the Glass Transition Temperatures of photosensitive plastic are 85°C. When hardened plate has reached at 80°C, abrasion loss is minimized. the cause is considered it is more effective in hardening when the temperature of photosensitive plastic is 80°C—the vitrification temperature of those.

The hardness and the durability of the convex printing plate in particular securities are affected to the hardening treatment temperature. And the resolution of original drawing has being better when the durability is superior.

Key-word: securities printing, convex printing plate, resistant abrasion, hardening.

1. 서 론

최근 은행권 및 상품권, 증·채권 등 유가증권의 인쇄에 있어 위조방지 요소로서의 기능을 갖는 미세선(superfine line)의 재현이 가능한 인쇄의 요구가 증대되고 있으며 실제 유로화 등 세계 선진국의 은행권 등에 적용되고 있다.^{1~4)} 미세선 재현성이 우수한 습식(PS) 인쇄판은 내구성이 좋지 못하며 상대적으로 고내구성을 보이는 건식 평판은 미세선 재현성이 좋지 않다^{5, 6)}. 따라서 내구성과 미세선 재현이라는 두 가지 요구를 충족할 수 있는 하기 위한 인쇄판 제조 방법으로 금속 블록 인쇄판 제조에 따른 최적의 표면 처리 방법에 대한 고찰이 필요하다.

금속 블록 인쇄판은 과거 감광성 폴리머 판의 등장 이전에 아연판, 동판, 황동판 등을 이용하여 블록 인쇄^{7, 8)}를 하였으나 이는 부식법(etching)에 의한 제판법으로 공정의 복잡성, 환경 문제, 제판시간의 과다, 화선 재현의 한계 등의 문제가 있었다. 이에 이를 극복하기 위한 대안인 폴리머 판의 등장은 인쇄판 제판 판재 및 방법에 있어 일대 혁신적 제판법이었으며 오늘날 보안인쇄의 블록 인쇄에 적용되고 있는 판재이다.

본 연구에서는 일반적으로 널리 사용되고 있는 보안 인쇄용 감광성 블록 인쇄판의 물성 분석, 유리 전이 온도 측정, 자체 경화, 마모성 평가 등을 통한 물성 향상 및 이를 이용한 인쇄판의 내구성 향상의 관점에서 고찰하였다.

2. 실 험

2-1. 감광성 수지 블록 인쇄판

유가증권 인쇄용 블록 인쇄 판재는 독일 Flintgroup사로 부터 수입한 제품으로서 감광 수지의 주성분은 폴리아미드계로서 열경화성이다. Table 1은 판재 제조회사에서 제공하는 자료로서 판재의 물성에 따라 S73E, S73G, S73W로 구분되어 있는데, 이 자료에서 볼 수 있는 바는 판재 및 감광층의 두께는 블록 인쇄판이 가져야 하는 정상적인 두께로서 3종 모두 동일하며 단지 표면조도 정도에 그 차이가 있다.

2-2. 원도 필름

화선의 재현성 및 판재의 경화 조건에 따른 내마모성을 판단하기 위하여 사용된 시험용 원도는 Figure 1과 같이 판재 제조사인 Flintgroup사에서 제공되는 네거티브 필름을 사용하였다.

Table 1. Property of Test Relief Polymer Plate.

Factor Plate	Thickness of Plate Material(mm)	Thickness of Photosensitive Plastic Layer(mm)	Degree of Plate Surface Rough(μ m)
S73E	0.75	0.15	2 ~ 3
S73G	0.75	0.15	1 ~ 2
S73W	0.75	0.15	1 ~ 2

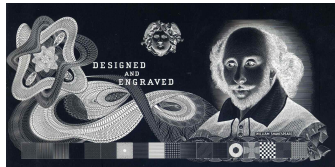


Figure 1. Original film for image reproduction.

2-3. 현상액

감광 수지의 반응은 UV 경화성이며 노광되지 않는 부분은 알코올에 용해하여 금속 지지판만이 남게 되므로 현상액은 알코올 : 물 = 80 : 20으로 조성하여 사용하였다.

2-4. 성분 분석

사용된 시료 3종의 판재를 대상으로 FT-IR 분광기를 사용하여 적외선 분광에 의한 정성분석을 하였다.

2-5. 제판

시험용 판재 3종에 대해 시험용 원도를 이용하여 각각 노광 시간 200~500초 사이에서 50초 간격으로 총 7단계로 UV-Tube 노광기(Flintgroup사)에서 노광 시험을 실시하였으며 현상 조건 설정을 위해 현상 이송 속도 250~150mm/min.에서 50mm/min. 간격씩 총 3단계로 Continuous-flow washer(Flintgroup사)를 사용하여 현상하였다.

2-6. 경화

현상 완료 후 판재의 경도 향상을 위한 광경화 조건으로는 UV-Tube 노광기로 일정 시간 10분 동안 광을 조사하여 경화하였으며 본 실험에서는 광경화 실시 이전의 열경화 조건으로써 유리 전이 온도 전, 후의 온도대역에서 판재의 경화정도를 판단(마모 시험)하여 경화 적정 온도를 80, 90, 100℃로 설정하여 경화하였다.

2-7. 유리 전이 온도 측정

유리 전이 온도(T_g ; Glass Transition Temperature)를 측정하기 위하여 열분석법에 의해 분석기기 DSC (Differential Scanning Calorimeter)를 이용하여 판재의 경화 온도를 예측하고 그 이상 온도에서의 경화 거동을 분석하였다.

2-8. 마모성 측정

시료 3종의 각각에 대한 내마모성을 정량적으로 평가하기 위하여 KS M ISO 9352에 의해 마모료 CS 17, 시험하중 500g, 시험 회전수 500회로 평가하였으며 시험에 사용된 시험편은 판재 3종에 대해 경화 온도별 3개씩 총 9개를 시험 크기 100×100mm로 제작하여 시험하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 판재의 내마모성

사용된 3종 시료 S73E, S73W 및 S73G의 적외선 분광에 의한 분석 결과^{9, 10)}를 Figure 2에 나타내었다. 이 자료에 의하면 3종 시료 각각 흡광도는 미세한 차이를 보이고 있다 할 지라도 흡광 파장은 거의 동일하게 보이고 있다. 이를 근거로 3종 시료 모두 Polyamide가 주성분이며 유사한 성분으로 구성되어 있음을 확인할 수 있다.

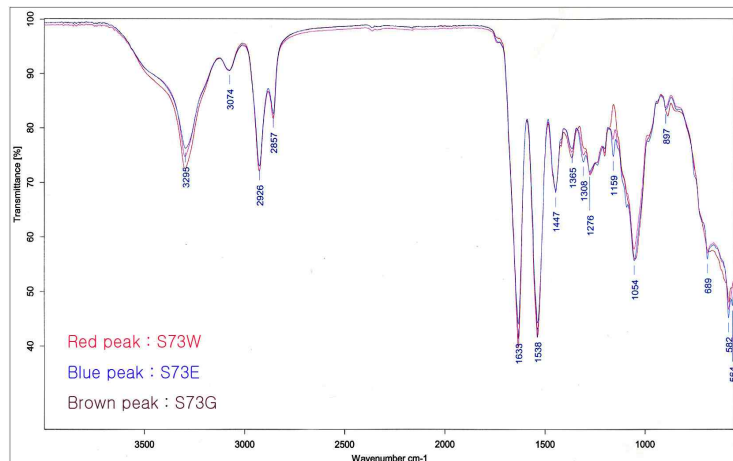


Figure 2. IR Spectroscopy analyze for photosensitive plastic on test plate.

Figure 2의 결과는 이들 3종 시료가 화학적 성분에 의존하여 인쇄 판재로서의 물리적

특성이 상호 크게 다르지는 않을 것을 의미하고 있으므로, 인쇄 판재로서의 물리적 특성은 경화처리 온도, 시간 등의 제판 조건이 많은 영향을 미칠 것이 고려된다.

시험용 인쇄 판재의 마모성에 관한 자료를 얻기 위하여 내마모성 테스트에 앞서 노광에서 현상까지 완료한 다음 판재의 경도 향상을 위한 표면 경화 공정을 실행하였다. 이때 경화 온도를 80, 90 및 100℃로 설정하였다. Table 2에는 3종 시료 S73E, S73W 및 S73G의 내마모성 시험에 관한 자료가 수록되어 있다. TABER 마모 시험기에서 마모시험을 실시하여 삭마되어 나온 분진량으로 상대적인 내마모성의 정도를 가늠하였는데 분진량이 적을수록 내마모성이 크다는 의미이겠다.

Table 2. The Result of TABER Abrasion Test to each Plate.

Sample	Hardening Temperature(°C)		
	80	90	100
1. Plate	Abrasion dust Amount(mg)		
S73E	6.0	6.3	6.5
S73G	5.1	7.7	17.3
S73W	7.3	7.7	10.9

Table 2와 같이 3종 시료 모두 경화 처리 온도 80℃, 90℃ 및 100℃의 순서로 삭마되어 나온 분진의 양이 증가함으로써 내마모성이 낮아지는 것으로 나타나고 있다. 이렇게 낮은 온도에서 경화 처리된 시료의 내마모성이 더 큰 이유는 단순하게 경화 처리 온도가 낮을수록 시료의 내마모성이 증가한다는 의미가 아닌 듯하다.

Figure 3은 사용된 3종 시료 S73E, S73W 및 S73G 각각의 감광 수지에 대하여 유리전이온도¹¹⁾를 측정된 결과이다. 일반적으로 수지는 유리 전이 온도가 높을수록 자체 경도가 우수할 것이고, 열경화성 물질(thermoset)인 감광성 수지 블록 인쇄판도 이에 관계지어, 유리화되기 직전의 온도에서 경화 처리를 하면 최적의 내구성을 부여할 수 있겠다. Figure 3의 자료에 의하면 사용된 3종 시료의 감광 수지에 대한 유리 전이 온도는 모두 약 85℃로서 상호 유사한 측정값을 나타내고 있는데, 이 자료를 Figure 2의 결과와 연계하여 볼 때, 3종 시료 모두가 거의 동일한 화학 성분으로 구성되어 있기 때문으로 판단된다. 이렇게 Figure 3의 자료에서 3종 시료 모두의 유리 전이 온도가 85℃임을 감안하여 볼 때 Table 2의 자료에서 유리 전이 온도에 도달하기 직전인 80℃에서 경화 처리한 판재의 마모량이 가장 적게 나타나며, 아울러 유리 전이 온도를 근접하게 넘어선 90℃에서 경화 처리한 판재의 마모량이 80℃에서 경화 처리된 판재의 마모량 보다 그 수치는 많을 지라도 그 차이는 근소하게 나타나고 있는 원인이며, 더불어 90℃에서 경화 처리한 경우 보다 80℃에서 경화 처리된 경우의 내마모성이 큰 원인은 감광 수지의 유

리화 직전 온도인 80°C에서 더 큰 경화의 효과가 있기 때문으로 판단된다.

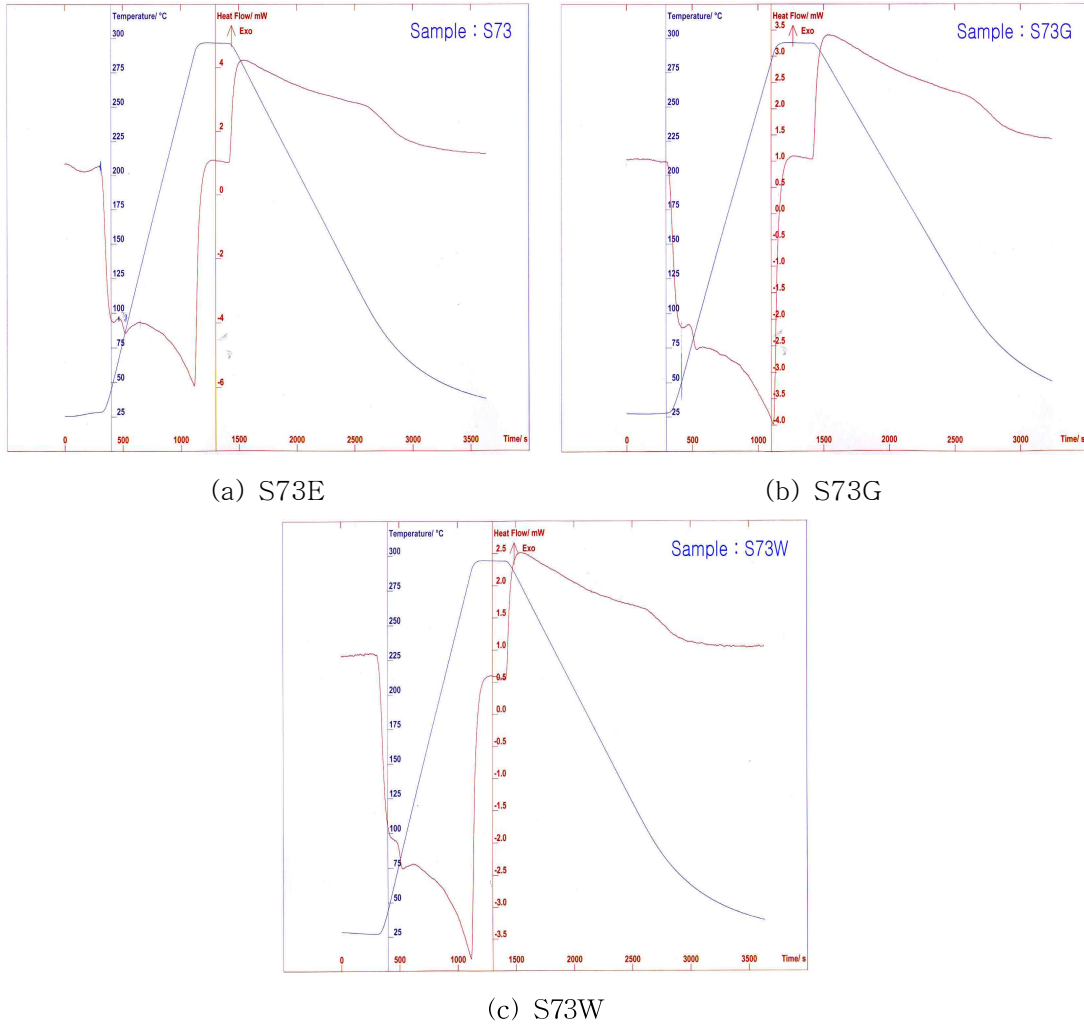


Figure 3. Glass Transition Temperature of polymer plate.

한편 Table 2의 자료에서 시료 S73W와 S73G는 각각 80°C 및 90°C에서 경화 처리된 경우의 마모량에 비하여 100°C에서 경화 처리된 경우의 마모량이 훨씬 많음으로, 시료 S73W와 S73G의 감광 수지는 경화 처리 온도 90°C 넘어서 100°C에 도달하면 경화의 효과가 상당히 저하됨을 알 수 있다. 그런데 시료 S73E의 마모량은 각각의 경화 온도 구간에서 대동소이하게 불과 0.2~0.3mg 정도의 차이를 보이고 있으므로, 시료 S73W와 S73G의 감광 수지의 경우와는 달리 경화 처리 온도 90°C 넘어서 100°C에 도달하여도

경화의 효과가 크게 변하지 않음을 알 수 있다.

3-2 화선의 재현성

인쇄판을 제판한 후 인쇄된 화상의 화선 재현성¹²⁾ 정도를 시각적으로 평가하기 위한 자료를 Figure 4에 표현하였다. 이 자료는 원도의 구성 요소에 의해 screen field 48/60 lines/cm(120/150lpi) 5% tone과 90% tone, positive lines 100microns, Positive dots 400microns dia., 및 Line grid 50microns로 구분하여 선택한 부분을 광학 배율 200배로 확대 촬영한 영상 이미지이다. 원도의 구성 요소에 근거하는 이유는 인쇄에 있어 화선 재현성은 원도에서 작성된 선의 폭과 동일하게 재현이 되는 것을 원칙으로 하고 있으며 이는 인쇄물에서 원하는 선의 폭을 재현함에 있어 가장 근접한 선을 얻을 수 있기 때문이다. 그런데, 정량화된 표현 방법이 아닌 주관적인 개념이 개입될 수 있는 시각에 의존하여 이러한 평가를 실시한다는 것은 논란의 여지가 있을 수도 있겠으나, 상호 상대적인 비교를 육안으로 구분하기에 크게 부족하지 않겠다.

Figure 4에서 3종의 판재에 대한 화선 재현성 정도를 육안에 의존하여 비교한 결과, S73E 및 S73W의 경우 선택된 부분에 따라서 그리고 보는 사람의 주간에 따라서 어느 정도 다르게 평가되기도 하였으나, 원도에 가장 충실한 화선 재현성은 S73G로 일관된다.

	A	B	C	D	E
S73E					
S73G					
S73 W					

Figure 4. Optical microscope image representation of test plate($\times 200$). (A: screen field 48/60lines/cm(120/150lpi) 5% tone, B: screen field 48/60lines/cm(120/150 lpi) 90% tone, C: 2 positive lines 100microns, D: Positive dots 400microns dia., E : Line grid 50microns).

이러한 결과를 Table 2에 수록된 자료와 연계하여 보면 그 원인을 알 수 있겠다. Table 2의 자료를 재고하여 보면, 3종 시료 모두 온도 80℃로 경화 처리되었을 때의 판

제가 마모 시험에서 마모량에 적었는데, 그 중에서 S73G 시료의 마모량이 가장 적음을 알 수 있다. 물론 화선 재현성에 작용하는 인자는 여러 가지 존재하고 있지만, Figure 2의 자료에서 나타난 바와 같이 사용된 3종 시료 모두 동일한 판재라는 점을 감안하여 볼 때, 주어진 조건에서 화선 재현성에 작용한 주요 인자는 판재의 경도라 판단된다. 그러므로 본 연구에 사용된 열경화성 폴리아미드계 유가증권 인쇄용 볼록 인쇄판의 감광 수지는 경화 처리 온도에 의존하여 경도 및 내마모성이 영향을 받으며, 내마모성이 큰 경우 원도에 대한 화선의 재현성이 우수한 것을 알 수 있다.

4. 결 론

유가증권 인쇄용 감광성 수지 볼록판의 내마모성 및 화선 재현에 관한 연구를 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 본 연구에 사용된 유가증권 인쇄용 볼록 인쇄판의 감광 수지 3종 시료 S73E, S73W 및 S73G의 화학적 성분은 적외선 분광에 의한 분석 결과 모두 폴리아미드계로 확인 되었다. 그러므로 인쇄 판재로서의 물리적 특성은 제판 조건에 영향을 받을 것이 고려된다.
2. 내마모성은 감광 수지의 유리 전이 온도에 관계하여 유리 전이 온도 직전의 온도에서 경화 처리된 경우가 가장 우수하였다.
3. 원도에 대한 화선 재현성의 정도는 감광 수지의 내마모성에 관계되어 내마모성이 가장 큰 판재의 화선 재현성이 가장 우수하였다.

참고 문헌

- (1) Insatsu; Kyokuchō, Combination printing method(1990).
- (2) Australia Reserve Bank“Embossing of banknotes or the like with security devices(1994).
- (3) Jackson; Wayne Kevin, Embossing of banknotes or the like with security devices(1995).
- (4) Banknote Conference Report(2003).
- (5) Rudolf M., Method and apparatus for examining intaglio printing(1972).
- (6) Printing Technology, DELMAR(1996).
- (7) 안병렬, 인쇄공학, 세진사(1993).

- (8) 정진성, 제판공학, 세진사(1997).
- (9) D. L. Pavia, Introduction to spectroscopy, Saunders Company.
- (10) James M. Julian, An Infrared Specyroscopy Atlas for the Coatings Industry, Federation of Societies for Coatings Tech.
- (11) Polymer Science and Technology 2/E, Fried, Prentice Hall(2003).
- (12) 강영립 정기영, "이중층 스크린 인쇄판을 사용한 스크린인쇄", *한국인쇄학회*, Vol. **28**, No. 2(2010).