

# 기록물 보존상자 기술개발을 위한 열화 특성 분석

이지연, 김형진, 박지현  
국민대학교 임산공학과

## 1. 서론

기록물의 대부분을 차지하고 있는 종이는 시간의 경과에 따라 여러 원인에 의해 열화가 이루어진다. 물리적인 파손, 열과 빛에 의한 열화, 산소나 유해가스에 의한 열화 혹은 미생물과 곤충에 의한 열화 등이 종이기록물 손상의 주원인이 되고 있다. 이러한 열화인자로부터 기록물을 장기간 보존하기 위해서는 외부 열화인자들을 차단하여 기록물이 훼손되는 정도를 최소화할 수 있도록 기록물을 보존상자에 넣어 보존해야 한다.

기술적으로 기록물 보존상자용 골판지는 골판지 자체의 보존성이 우수해야 하며 충분한 물성을 보유해야만 한다. 또한 주 내용물인 종이 제품이 장기간 보관되므로 종이 제품의 열화를 최소화해야 한다. 기록관리 선진국에서는 이러한 요구에 따라 중성 골판지 보존상자를 만들어 기록물을 보존하고 있으나, 국내에는 중성 골판지 제조기술을 가지고 있지 못하여 기록물 보존용 소재의 전량을 수입에 의존하고 있다.

따라서 본 논문에서는 국외에서 생산한 기록물 보존상자와 국내에서 시제작한 기록물 보존상자를 수집하여 인공촉진열화시험 후 물리·화학적 및 광학적 열화 특성을 평가하였으며, 이를 통해 기록물 보존상자의 열화차단능력을 평가하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

기록물 보존상자의 열화차단능력을 평가하기 위하여 사용한 기록물 보존상자 제조용 골판지는 총 4종으로서 미국산 및 일본산 골판지와 국내에서 1차 및 2차로 시제작한 보존용 골판지를 분양받아 사용하였다. 보존상자 제조용 골판지의 물리적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Physical properties of archival container

Type	Thickness( $\mu\text{m}$ )	Basis weight( $\text{g}/\text{m}^2$ )	Remark
E-flute board (imported from U.S.A)	1721.30	598.82	Commercial
E-flute board (imported from Japan)	1566.75	504.96	Commercial
E-flute board (produced in Korea)	1766.13	530.14	1st Trial Production
E-flute board (produced in Korea)	2250.00	526.31	2nd Trial Production

## 2.2 실험방법

### 2.2.1 인공촉진열화 실험

국외의 보존상자용 골판지와 국내에서 시제작한 보존상자용 골판지의 가열노화 후의 노화특성을 비교 평가하기 위해 ISO 5630-1 Paper and board - Accelerated ageing part 1 : Dry heat treatment at 105 degree C에 의거하여 oven에서 288 hr 동안 가열 가속노화를 실시하였다. 골판지 시편은 0, 24, 48, 72, 288 hr에 dry oven에서 채취하였으며 온도  $23 \pm 1$  °C, 상대습도  $50 \pm 2$  %의 항온항습 조건에서 24시간 동안 조습 처리하였다.

또한 광노화에 따른 보존상자용 골판지의 광노화특성을 비교 평가하기 위해 Fig. 1 과 같이 UV lamp를 밀폐된 chamber에 설치하여 288 hr 동안 광노화 시켰다. 광노화 반응을 시킨 시료는 각각 0, 96, 192, 288 hr에 채취하여 온도  $23 \pm 1$  °C, 상대습도  $50 \pm 2$  %의 항온항습 조건에서 24시간 동안 조습 처리하였다.

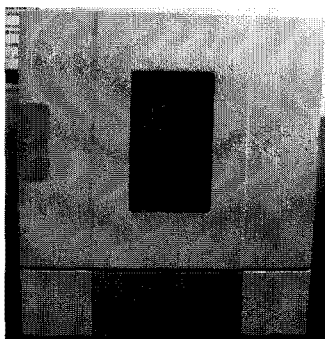


Fig. 1. The image of heating ageing machine.

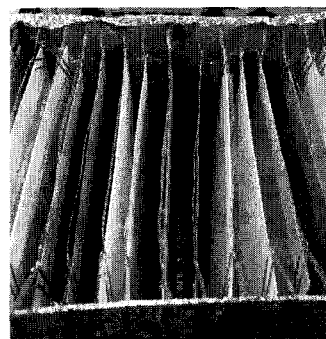


Fig. 2. The image of reaction vessel using UV irradiation.

### 2.2.2 보존상자 제조용 골판지의 접착력 평가

보존상자 제조용 골판지의 접착력 평가를 위해 일본산 골판지 및 국내에서 시제작한 골판지를 50 mm X 100 mm로 재단하여 골판지의 한쪽 면을 Fig. 3와 같이 벗겨내었다. 완성된 시편은 Fig. 4의 인장강도 시험기를 이용하여 균일한 힘을 가해 접착면이 뜰어질 때의 힘을 측정하여 접착제의 접착력을 평가하였으며 표면지와 골심지의 접착력 및 이면지와 골심지를 각각 시험하였다.

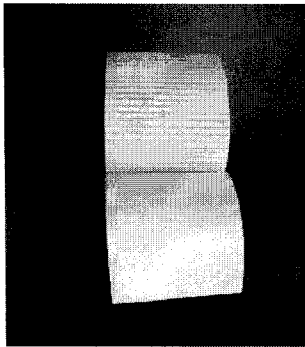


Fig. 3. Sample preparation for adhesive force test of corrugated board.

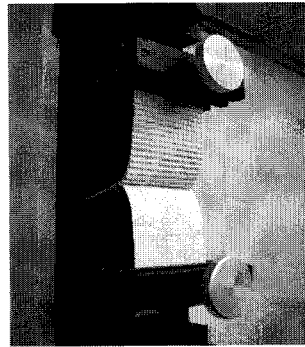


Fig. 4. Adhesive force test of corrugated board.

### 2.2.3 보존상자 제조용 골판지의 물리·화학적 및 광학적 특성 평가

가열노화 및 광노화가 완료된 시료는 조습처리 후 ISO 규격에 의거하여 수직 및 평면압축강도, pH, 백색도를 측정하여 보존상자 제조용 골판지의 물리·화학적 및 광학적 특성을 평가하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 보존상자 제조용 골판지의 접착력 평가

Fig. 5는 가열노화에 따른 보존상자용 골판지의 표면지와 골심지의 접착력의 변화를 나타냈으며, Fig. 6은 가열노화에 따른 보존상자용 골판지의 이면지와 골심지의 접착력 변화를 나타냈다. 그 결과 국내에서 1차 및 2차에 걸쳐 시제작한 골판지보다 일본산 골판지의 접착력이 더 우수함을 나타냈다. 특히 가열노화 시 열에 의하여 골판지의

접착제가 경화되는 현상을 볼 수 있었으며 이에 따라 골판지용 접착제의 접착력이 감소된 것으로 사료된다.

또한 Fig. 7은 광노화에 따른 보존상자용 골판지의 표면지와 골심지의 접착력 변화를 나타냈으며, Fig. 8은 광노화에 따른 보존상자용 골판지의 이면지와 골심지의 접착력 변화를 나타냈다. 그 결과 앞의 가열노화와 유사한 노화특성 결과를 얻을 수 있었으며 국내에서 시제작한 보존상자용 골판지의 접착력이 외산 골판지에 비해서 미약함을 나타냈다. 따라서 추후 연구에서 국내산 보존상자용 골판지의 박리 특성을 향상시킬 수 있는 접착제의 특성 개선 및 원지의 치료조성 조건을 개선해야 할 것으로 판단되었다.

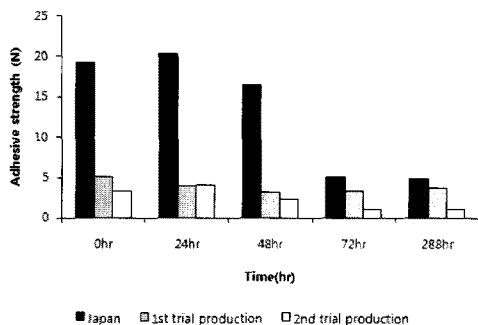


Fig. 5. Adhesive strength between top liner and corrugated medium ply of corrugated board produced by accelerated ageing time at 105 °C.

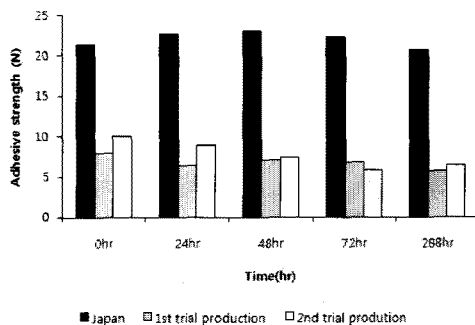


Fig. 6. Adhesive strength between bottom liner and corrugated medium ply of corrugated board produced by accelerated ageing time at 105 °C.

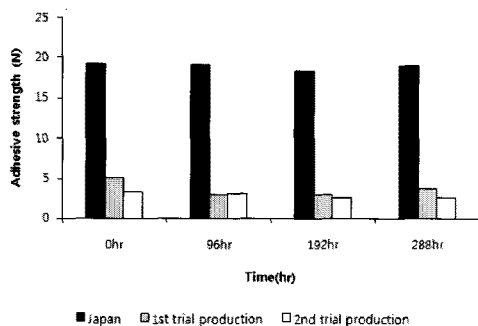


Fig. 7. Adhesive strength between top liner and corrugated medium ply of corrugated board produced by UV irradiation.

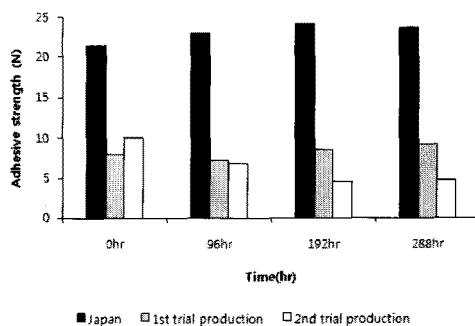


Fig. 8. Adhesive strength between bottom liner and corrugated medium ply of corrugated board produced by UV irradiation.

### 3.2 보존상자 제조용 골판지의 압축강도 특성 평가

Fig. 9와 10은 가열노화 및 광노화에 따른 보존상자용 골판지 4종의 평면압축강도를 측정된 결과이다. 평면압축강도는 일본산 골판지가 가장 높았으며 국내에서 시제작한 1차 및 2차의 골판지는 유사한 강도 결과를 보였다. 또한 미국산 골판지가 가장 낮은 평면압축강도 결과를 나타냈다. 또한 가열노화와 광노화에 따른 평면압축강도의 강도 감소율은 미비했다.

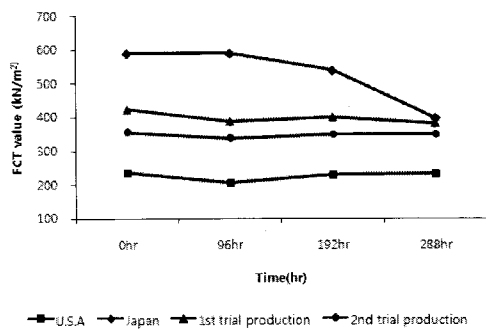
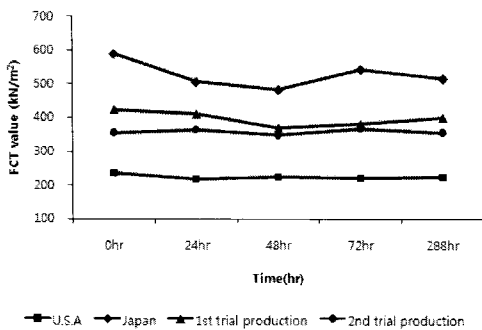


Fig. 9. Flat crush resistance variation by accelerated ageing time at 105 °C.

Fig. 10. Flat crush resistance variation by UV irradiation.

Fig. 11과 12는 가열노화 및 광노화에 따른 보존상자용 골판지 4종의 수직압축강도를 측정된 결과이다. 수직압축강도는 국내에서 시제작한 1차 및 2차의 보존상자용 골판지가 가장 높았으며 일본산, 미국산 순으로 강도 값이 낮게 측정되었다. 이는 국내에서 시제작한 골판지의 두께가 외산 골판지보다 더 두꺼우며 높은 골조율을 갖기 때문에 나타난 결과로 사료된다. 또한 가열노화 및 광노화에 따른 수직압축강도의 강도 감소율을 앞의 평면압축강도와 마찬가지로 강도 감소는 미비하였다. 이는 보존상자가 노화에 대한 안정성을 갖는 특성 때문에 짧은 노화기간으로는 노화에 따른 강도 감소 특성을 볼 수 없었다.

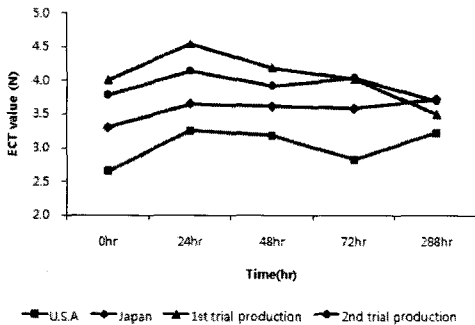


Fig. 11. Edge crush resistance variation by accelerated ageing time at 105 °C.

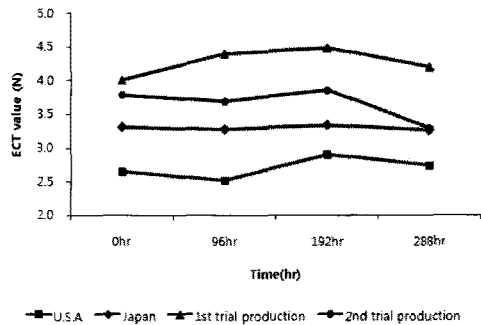


Fig. 12. Edge crush resistance variation by UV irradiation.

### 3.3 보존상자 제조용 골판지의 pH

Fig. 13과 14는 가열노화에 따른 골판지의 표면지, 이면지 및 골심지의 pH의 변화를 나타낸 결과이며 Fig. 15와 16은 광노화에 따른 골판지의 표면지, 이면지 및 골심지의 pH의 변화를 나타낸 결과이다. 노화가 진행됨에 따라 모든 실험의 pH 결과는 감소하는 경향을 나타냈으나 노화에 따른 pH 최저값이 8 이상으로 노화 후에도 보존상자의 요구조건인 중성을 만족시켰다. 특히 가열노화의 경우 국내에서 시제작한 골판지가 외산 골판지보다 산성화 속도가 더 빠르게 진행되는 것을 확인할 수 있었으며 이것은 국내 골판지의 제조 시 다량의 재생펄프를 사용함에 따른 결과로 사료된다. 또한 라이너지와 골심지의 pH 결과에서 골심지가 라이너지 보다 더 높은 pH를 나타냈으나 산성화 속도가 더 크게 나타났다. 이는 골심지에 접착제가 다량 잔류하여 산성화 속도가 더 크게 나타난 것으로 사료된다.

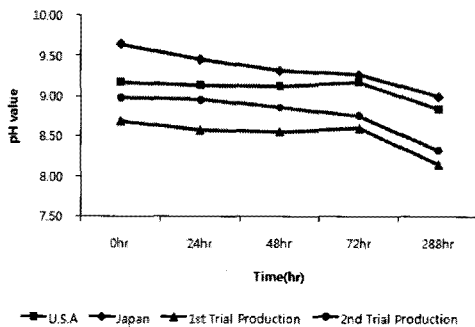


Fig. 13. pH variation of linerboard by accelerated ageing time at 105 °C.

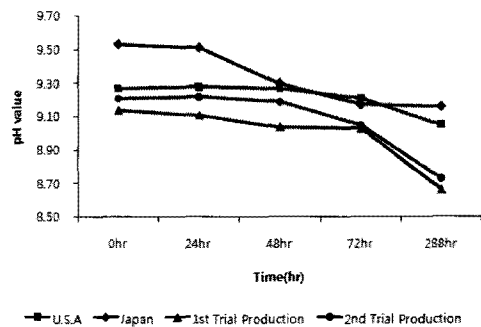


Fig. 14. pH variation of corrugated medium by accelerated ageing time at 105 °C.

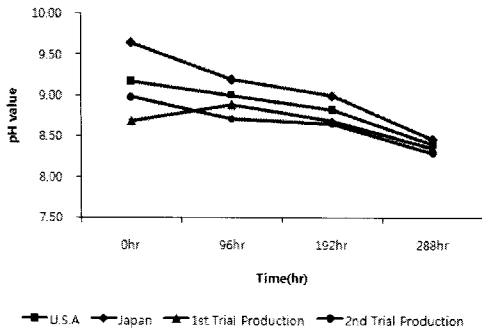


Fig. 15. pH variation of linerboard by UV irradiation.

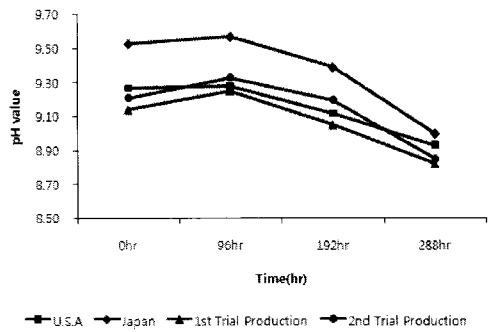


Fig. 16. pH variation of corrugated medium by UV irradiation.

### 3.4 보존상자 제조용 골판지의 광학적 특성 평가

Fig. 17은 가열노화에 따른 보존상자용 골판지 4종의 백색도 변화 값을 나타냈으며 Fig. 18은 광노화에 따른 보존상자용 골판지 4종의 백색도 변화 값을 나타냈다. 가열노화와 광노화 모두 노화가 진행됨에 따라 백색도가 서서히 감소하는 것을 확인할 수 있었으며 국내에서 시제작한 골판지의 백색도가 외산 골판지에 비하여 높았지만 이는 색상차에 의한 결과로 사료되며 백색도의 감소율은 국내에서 시제작한 골판지가 외산 골판지에 비하여 백색도의 감소가 더 높았다. 이는 국내에서 시제작한 골판지의 색상이 백색을 띄고 있어서 파란색을 띄는 외산 골판지에 비하여 백색도 감소율이 더 높게 측정된 것으로 사료되며 추후 국내산 보존상자용 골판지 제조 시 색상 개발을 통해 백색도의 감소저하 효과를 부여해야 될 것으로 판단된다.

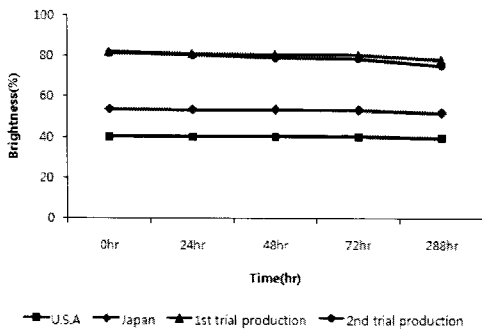


Fig. 17. Brightness variation of corrugated board by accelerated ageing time at 105 °C.

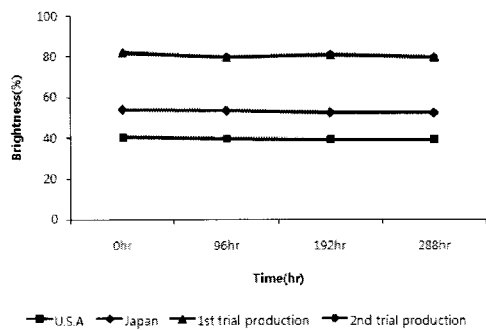


Fig. 18. Brightness variation of corrugated board by UV irradiation.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 인공 촉진 열화실험을 통해 기록물 보존상자의 열화 차단능력을 평가하였다. 그 결과 접착력은 일본산 골판지 원단이 가장 우수한 접착력을 나타냈으나 노화기간이 증가할수록 접착제가 바스라지면서 접착력 저하가 진행되었다. 평면압축강도는 일본산, 수직압축강도는 국내에서 시제작한 골판지의 강도가 가장 높았으며 열화기간에 따른 강도변화는 미비하였다. 노화에 따른 pH변화는 국내외 골판지 모두 알칼리에서 중성으로 변화하는 노화특성을 나타냈으며 백색도의 변화는 국내외 골판지 원단 모두 색상이 달라 비교가 어려웠으나 백색도가 서서히 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

#### 사 사

본 논문은 국가기록원 2008 기록관리 분야 연구개발사업(기록물 보존상자용 최적 접착제 탐색 및 보존상자 제조)의 지원에 의하여 수행되었습니다.

#### 인용문헌

1. 최길영, "Environmental Degradation and Failure Analysis of Adhesives"
2. 신종순, 윤대현, 이귀복, 지찬호, "기록보존의 실제", 2005
3. 서영범, 신종순, 김형진, "기록물 보존상자용 원지 제조기술 및 재료의 연구 개발", 국가기록원 연구보고서, 2008
4. 김순철, "골판지 기술", 1997
5. 윤병호, 이명구, 최경화, "종이 첨가제가 종이의 노화에 미치는 영향", 2002
6. 김봉용, "고해처리가 종이의 광노화에 미치는 영향", 1993