

# 기록물 보존상자용 골판지 개발 및 접착제 탐색에 관한 연구 (제1보)

박지현 · 김형진<sup>†</sup> · 이태주 · 서영범<sup>\*1</sup>  
(2009년 10월 16일 접수: 2009년 12월 15일 채택)

## Studies on the Development of Corrugated Board and Investigation of Optimum Corrugating Adhesive for Archival Quality Container (Part 1)

Ji Hyun Park, Hyoung Jin Kim<sup>†</sup>, Tai Ju Lee, and Young Bum Seo<sup>\*1</sup>  
(Received October. 16, 2009: Accepted December. 15, 2009)

### ABSTRACT

The document archives like official documents, books, maps and historic paper artifacts are primarily based on the organic cellulosic materials. As the passage of time, these organic cellulosic materials are slowly deteriorated by various aging factors, like light, polluted air and biological fungi. Many researchers have been carried out the examination method of deteriorating origins, the mechanism of aging hysteresis, and the preserving method of archival materials. One of the most simple and easiest ways for conservation of organic archival documents is the proper storage under environmental control. Corrugated board for archival quality container has been developed and already used in advanced country, like Japan, USA, German, UK and Europe. In case of Korea, corrugated board for archival quality container has been used a decade ago, but totally imported.

This study was tried to develop the corrugated board for archival quality container. Liner and corrugated medium were specially produced and finally manufactured to E flute corrugated board. The

---

• 국민대학교 임산공학과 (Dept. of Forest Products, Kookmin University, Seoul, 136-702, Korea)

\*1 충남대학교 임산공학과 (Dept. of Forest Products, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea)

† 교신저자 (Corresponding author) : hyjikim@kookmin.ac.kr

physical and strength properties of permanent base paper and corrugated board were evaluated, and compared with imported corrugated board. 4 kinds of corrugating adhesives were considered various in order to investigate optimum adhesive for flute development between liner and corrugating medium, and evaluate adhesion strength under conditions of storage and curing temperatures.

**Keywords :** Paper conservation, corrugated container, document archive, adhesive

## 1. 서론

2005년 『직지』를 비롯하여 『훈민정음 해례본』, 『조선왕조실록』, 『승정원일기』, 등 4종이 유네스코 세계기록유산으로 등재되었으며 최근에는 『동의보감』이 등재되어 총 7종의 기록물이 세계 기록유산으로 자리매김하게 되었다. 이렇듯 기록물을 보존하여 후세에 전한다는 의미는 기록물 속에 내재된 정보적 가치뿐만 아니라 문화적, 역사적, 정신적 가치도 함께 이어져 민족문화의 계승을 전 세계에 널리 알리는 데에도 일조한다.

종이 기록물은 기록물이 지니는 진본성, 신뢰성, 무결성, 가용성에 가장 적합한 기록 매체이며 전자매체와 비교해 볼 때 전자매체가 요구하는 매개체가 요구되지 않아 이용하기에도 편리하다. 뿐만 아니라 매개체의 활용수명에 따라 형태의 전환이 필요 없어 보존매체로서 활용 가능성이 매우 높다.<sup>1)</sup>

그러나 종이를 기반으로 한 기록물들은 시간의 경과에 따라 여러 원인에 의해 열화가 발생한다. 종이의 열화 요인으로는 종이의 찢겨짐이나 바스러짐과 같은 물리적 요인, 열과 빛, 산과 알칼리에 의한 화학적 요인, 미생물과 해충에 의한 생물학적 요인이 있다. 이러한 열화요인으로부터 종이 기록물을 보호하고 보존성을 향상시키기 위한 여러 가지 시도들이 있어 왔다.<sup>2)</sup> Schoettle<sup>3)</sup>는 카드보드 내층에 산을 코팅하여 카드보드 컨테이너에 사용되었던 접착제나 실링물질에서부터 나오는 알칼리 유해가스를 중화시켜 내용물을 보존하고자 하였으며, Palmer와 Flynn<sup>4)</sup>는 사진 필름을 보호하기 위해 컨테이너 내부에 황, 암모니아가 없는 wrapping layer를 덮은 후 컨테이너 외부에 검고 투명한 wrapping layer를 둘러 씌워서 빛을 차단하고자 하는 시도를 하였다. Hutter<sup>5)</sup>는 금속부식을 방

지하는 organic amide와 inorganic metal nitrate를 함유한 내부층을 가진 보존용 종이상자를 개발하였다.

선진국의 경우, 기록물의 보존 및 이용을 용이하게 할 수 있도록 독자적인 시스템을 구축하고 있다. 미국의 경우 기록물을 안전하게 보존하기 위한 계획을 수립하고 보존정책 및 규정을 작성하여 체계적인 프로그램을 통해 관리하고 있다. 또한 캐나다의 경우 기록물을 정리하기 위한 바코드 시스템 및 보존 상자를 출처별로 관리하고 있으며, 영국의 경우 기록물의 정리·이용 및 보안점검을 용이하게 하기 위하여 보존상자를 활용하고 있다.<sup>6)</sup> 현재 국내에서도 2007년 대통령 기록물의 중요성에 대한 인식 고양과 국정운영의 투명성 및 책임성을 부여하기 위한 대통령 기록물 관리에 관한 법률을 제정하였고<sup>7)</sup> 2008년 공공기록물의 안전한 보존 및 효율적 활용을 위하여 공공기록물 관리의 필요성을 인지하는 공공기록물 관리에 관한 법률<sup>8)</sup>을 제정하여 기록물 보존에 대한 관심 및 중요성을 강조하고 있다. 이로 미루어 보아 종이 기록물에 대한 보관 및 관리의 중요성이 증대되고 있으며, 이에 따른 기록물 보존용 상자의 개발에 대한 연구가 절실하다. 그러나 국내에서는 현재까지 기록물 보존용 상자의 수요가 많지 않았을 뿐만 아니라 기록물 보존용 상자의 개발에 대한 연구가 미비하여 외국으로부터 전량 구매해 사용하여 왔다.

따라서 우리나라에서도 특수한 용도의 골판지 산업기술의 개발을 통한 신수요 창출뿐 아니라 종이 기록물의 열화 요인으로부터 오는 손상을 최소화하기 위한 기록물 보존용 상자의 국산화 개발에 대한 연구 및 투자가 절실히 요구되고 있다.

이에 본 연구에서는 기록물 보존용 골판지 원단을 개발하기 위하여 보존용도의 라이너 및 골심지 원지를 개발하고, 이를 이용하여 보존용 골판지 원단

및 상자 가공을 시도하였다.<sup>12,13)</sup> 골판지 원지 및 원단의 열화에 따른 특성 변화 및 골판지 제조를 위한 골 접착용 특수 접착제를 탐색하고 각각의 종류에 따른 물리, 화학적 성질을 평가하였다. 또한 수입 보존용 골판지 상자와 시생산한 보존용 골판지 상자의 특성을 비교 평가함으로써 기록물 보존상자 국산화 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

#### 2.1.1 보존상자 제조용 골판지 원지 및 원단

기록물 보존상자를 제조하기 위한 목적으로 S사에서 라이너지 및 골심지를 시생산하였으며, 이를 이용하여 골판지 원단 제조업체인 K사에서 보존용 골판지 원단을 제조하였다. 또한 현재 시판중인 A사 및 B사의 수입 보존상자 제조용 골판지 원단을 구매하여 대조군으로 비교하였다. Table 1에 시생산한 라이너지 및 골심지의 물리적 특성을 나타냈으며, Table 2에 시생산한 골판지 원단과 수입한 보존용 골판지 원단의 특성을 나타냈다.

#### 2.1.2 접착제

국내에서 유통되고 있는 전분계 접착제 3종과

**Table 3. pH and main component of various adhesives**

Adhesives	pH	Main component
A	6~7	Starch base
B	11.75	Starch base
C	11.51	Starch base
D	6.80	EVA base

EVA(Ethyl Vinyl Acetate)계 중성폴 1종을 접착제 전문제조 기업인 C사로부터 분양받아 사용하였으며, 접착제의 pH 및 주요성상을 Table 3에 나타냈다.

### 2.2 실험 방법

#### 2.2.1 보존용 골판지 원단의 물리적 특성

보존용 골판지 원단의 물리적 특성을 평가하기 위하여 표준시험법에 의거하여 pH (KS M ISO 6588), 사이즈도 (KS M ISO 535), 회분함량 (KS M ISO 1762), 수직압축강도 (KS M ISO 7063-1), 평면압축강도 (KS M ISO 7063)를 측정하였다.

또한 보존용 골판지 원단의 접착력 평가를 위해 골판지 원단을 50 × 100 mm로 재단하여 시편을 제작하고 UTM (Hounsfield, England)을 이용하여 20 mm/min 조건으로 인장하중을 가하면서 접착면이 파

**Table 1. Basic physical properties of liner and corrugated medium**

Type	Raw material	Thickness (μm)	Basis weight (g/m <sup>2</sup> )	Ash (%)	pH
Liner board	SW: HW = 60:40	205.1	163.0	4.86	8.76
Corrugated medium	SW: HW = 60:40	196.6	151.5	4.86	8.72

**Table 2. Basic physical properties of corrugated boards for archival grade container**

Type	Composition	Thickness (μm)	Basis weight g/m <sup>2</sup>	Remarks
E-flute board	-	1721.3	598.8	Imported product A
E-flute board	-	1566.8	505.0	Imported product B
E-flute board	Raw material + Adhesive (B)	1766.1	530.1	1st trial product
E-flute board	Raw material + Adhesive (C)	1787.2	526.3	2nd trial product

**Table 4. Storage and curing conditions for adhesion test**

	Temperature (°C)	Curing time (min)	Storage time (hr)
Storage condition	10, 25, 100	0	72
Curing condition	60, 100, 140, 180	3	0

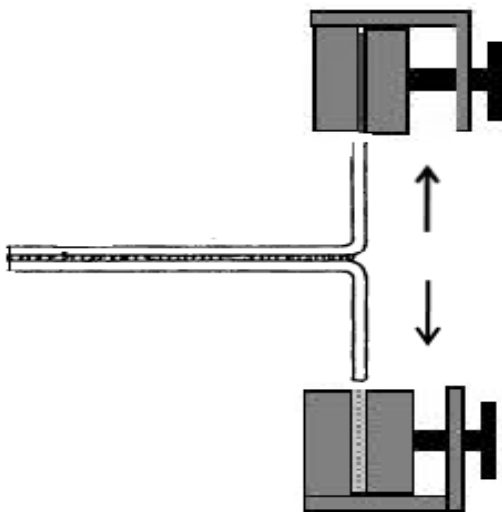
피될 때의 접착강도를 측정하였다.

**2.2.2 가속노화**

보존용 골판지 원단의 열화 특성을 평가하기 위하여 KS M ISO 5630-1에 의거하여 24, 48, 72, 288 시간 동안 가속노화를 실시하였다.

**2.2.3 저장 온도 및 경화 온도에 따른 접착제의 접착력 평가**

보존상자 제조용 라이너지를 특수 생산하여 15 mm × 240 mm로 재단 후 피착면 50 mm에 접착제를 균일하게 도포 후 3 kgf의 압력을 가하여 접착하였다. 제조한 시편을 Table 4의 조건에 따라 저장온도 및 경화온도를 달리하여 접착한 후 Fig. 1과 같은 방법으로 UTM (Hounsfield, England)을 이용하여 5분간 매 15 초마다 피착면이 뜰 때의 힘을 측정하여 접착력을 평가 하였다.



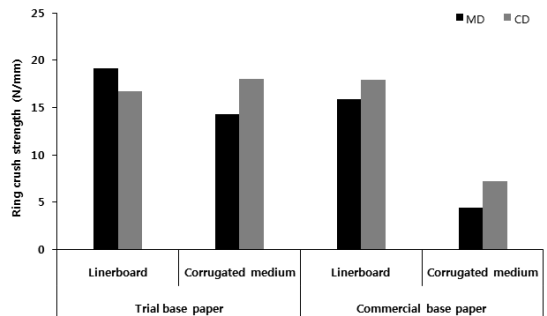
**Fig. 1. Evaluation of adhesion force by feeling method.**

**3. 결과 및 고찰**

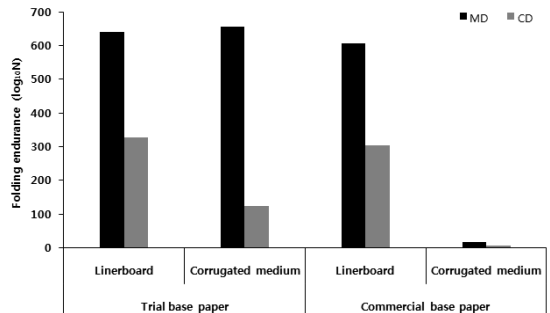
**3.1 골판지 원지의 특성**

**3.1.1 골판지 원지의 강도 특성**

Fig. 2~4는 보존상자 제조용 원지와 일반 E골 골판지 제조용 원지의 압축강도, 내절도 및 인장강도 결과이다. 각각의 강도특성에서 골심지 보다 라이너지의 강도가 높은 특성을 나타냈으며 이는 라이너지의 평량이 골심지 보다 높기 때문으로 사료 된다. 또한 링



**Fig. 2. RCT properties of liner and corrugated medium paper.**



**Fig. 3. Folding endurance properties of liner and corrugated medium paper**

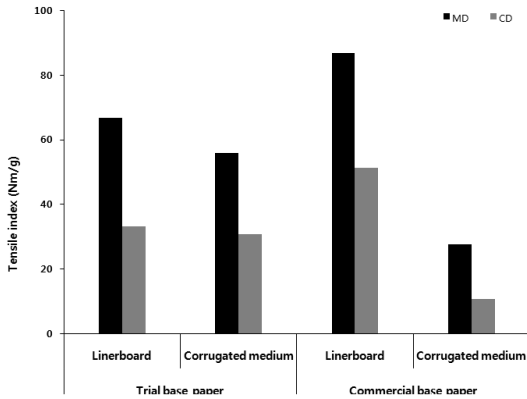


Fig. 4. Tensile index properties of liner and corrugated medium paper.

크러시 강도는 MD 방향 보다 CD 방향에서 높은 특성을 보였으며 골심지의 경우 시생산한 원지가 일반용 원지보다 약 10 N 정도 높게 나타났다. 일반 골판지 제조용 원지는 시생산한 원지 보다 인장강도의 MD 방향 및 내절도의 CD 방향에서 각각 약 20 Nm/g, 180 N 정도 우수한 강도 특성을 보였지만, 이외의 강도 특성은 시생산한 원지가 대체로 우수한 물리적 특성을 나타냈다. 이는 보존용지 조건에 부합하는 원지를 생산하기 위하여 천연펄프를 사용했기 때문으로 사료된다.

### 3.1.2 골판지 원지의 사이즈도 평가

Fig. 5는 보존상자 제조용 원지 및 일반용 E골 골판지 제조용 원지의 내수특성을 평가하기 위하여 Cobb

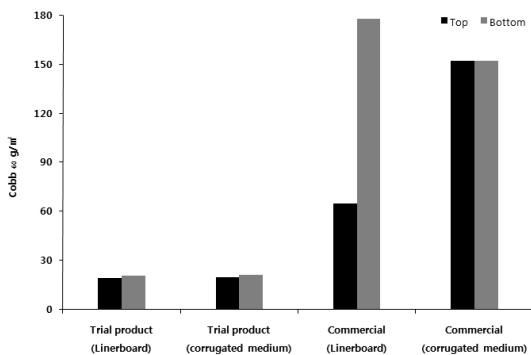


Fig. 5. Cobb size degree properties of liner and corrugated medium paper.

사이즈도를 측정된 결과로서 보존용 원지의 사이즈도가 일반용 원지의 사이즈도 보다 높았다. 보존용 원지의 경우 시생산 조건에 따라 라이너 및 골심지의 사이즈도는 각각 top 면에서 19.2 g/m<sup>2</sup> 및 19.8 g/m<sup>2</sup>였으며 bottom 면에서는 20.75 g/m<sup>2</sup> 및 21 g/m<sup>2</sup>로서 거의 차이가 없었으나 일반용 골판지 원지의 경우 라이너 및 골심지의 사이즈도는 각각 top 면에서 64.7 g/m<sup>2</sup> 및 152 g/m<sup>2</sup>였으며 bottom 면에서는 178g/m<sup>2</sup> 및 152 g/m<sup>2</sup>로서 차이가 높았다. 이러한 결과로 미루어 보아 보존용 원지 생산 시 라이너와 골심지의 골 접착에 요구되는 접착제의 원지 내 침투 특성을 고려해야 할 것으로 사료된다.

## 3.2 골판지 원단의 특성

### 3.2.1 골판지 원단의 강도 특성

수입 및 시생산 보존용 골판지 원단의 열화 특성을 평가하기 위하여 105 °C 조건에서 열화시간에 따라 가속 열화 후 강도 특성을 평가하였다.

Fig. 6은 수입 및 시생산 보존용 골판지 원단의 열화에 따른 pH 변화 결과로서 열화가 진행될수록 pH 특성은 감소하는 경향을 보였으나, 288 시간 동안 열화 후에도 pH 8.0 이상으로서 노화에 따른 pH 변화는 안정적이었으며 보존 상자용 골판지의 국내 pH 규격 (KS M ISO 6588)인 7.5 이상의 기준에 적합하였다.

Fig. 7은 수입 및 시생산 보존용 골판지 원단의 회분 함량 결과로서 A사 제품을 제외한 B사 제품과 국내 시생산 골판지 원단의 회분 함량은 보존용지 규격

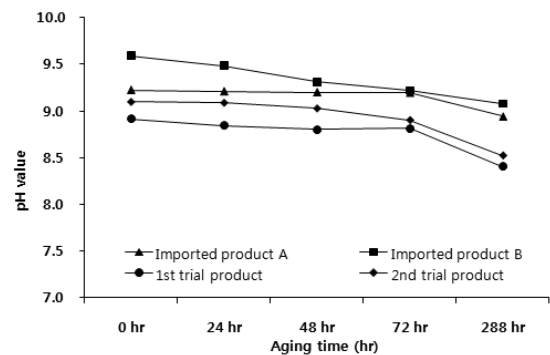


Fig. 6. Changes in pH value of corrugated board by aging treatment.

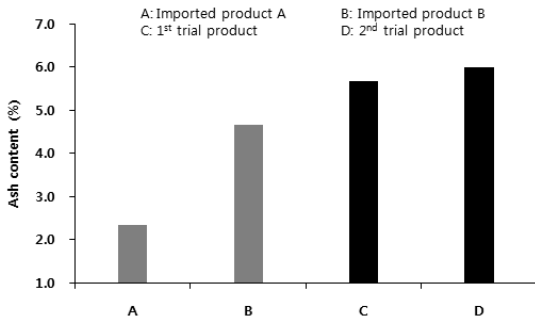


Fig. 7. Changes in Ash content of corrugated board by aging treatment.

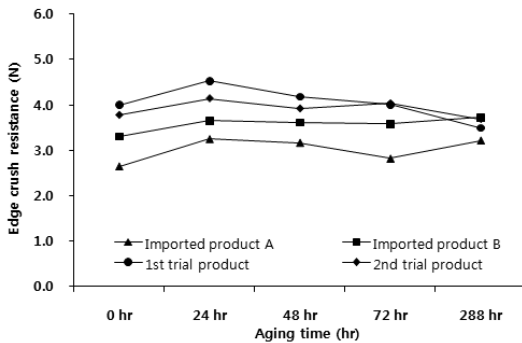


Fig. 8. Changes in ECT of corrugated board by aging treatment.

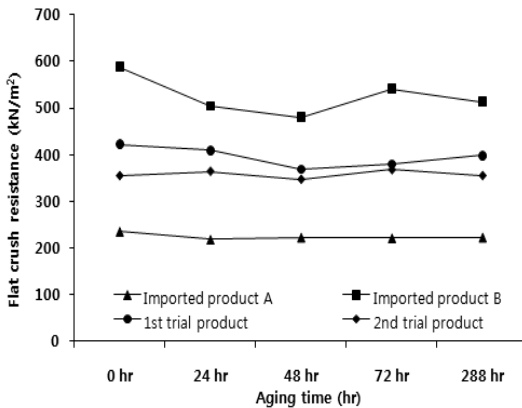


Fig. 9. Changes in FCT of corrugated board by aging treatment.

(KSM 7704)에 명시된 3% 이상의 기준에 적합하였다.

Fig 8 및 9는 열화에 따른 골판지 원단의 수직압축 강도(ECT)와 평면압축강도(FCT) 결과로서 모두 A

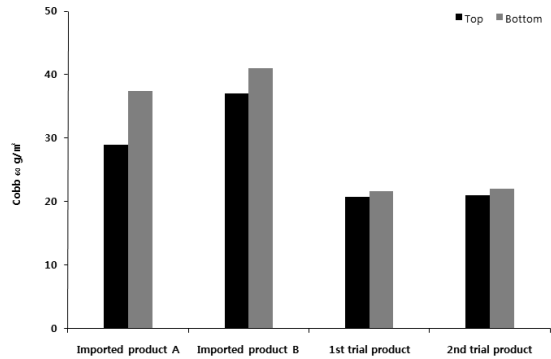


Fig. 10. Cobb size degree properties of corrugated board.

사 제품의 압축강도가 가장 낮았고, B사 제품의 압축 강도가 가장 높았다. ECT의 경우, 국내 시생산 골판지 원단의 강도와 비교 시 차이가 크지 않았다.<sup>14)</sup>

### 3.2.2 골판지 원단의 사이즈도 평가

Fig. 10은 수입 및 시생산 보존용 골판지 원단의 Cobb 사이즈도 결과이다. 골판지 원단의 Cobb 사이즈도는 top 면이 bottom 면 보다 높았다. 수입 제품을 비교했을 경우 A사 제품이 B사 제품 보다 top 면에서의 사이즈도 차이는 8 g/m<sup>2</sup>, bottom 면에서의 사이즈도 차이는 4 g/m<sup>2</sup> 정도 낮았다. 따라서 A사 제품이 B사 제품 보다 내수 특성이 우수함을 나타냈다. 또한 시생산한 골판지 원단의 사이즈도는 A사 제품 보다 top 면에서의 사이즈도가 8 g/m<sup>2</sup>, bottom 면에서의 사이즈도가 15 g/m<sup>2</sup> 정도 낮았다. 이로 미루어 보아 시생산 골판지 원단의 수분저항성은 수입 제품보다 뛰어나는 것으로 판단되나 이는 접착제의 침투불량으로 인한 라이너지와 골심지의 골 접착 특성의 문제점으로 나타날 수 있을 것으로 사료된다.

### 3.2.3 골판지 원단의 접착 특성

Fig. 11 및 12에 Fig. 3에 나타낸 바와 같이 시험을 실시하여 골판지의 골 접착력을 평가한 결과이다. 단, A사 제품의 경우 층간 분리가 어려워 시험에서 제외하였다. B사 제품의 골판지 원단의 표면과 이면의 접착 강도가 시생산 골판지 원단보다 높았으며, 1, 2차 시생산 골판지 원단 간 골 접착강도는 유사하였다. 이는 보존용 원지의 사이즈도가 높기 때문에 접착제의

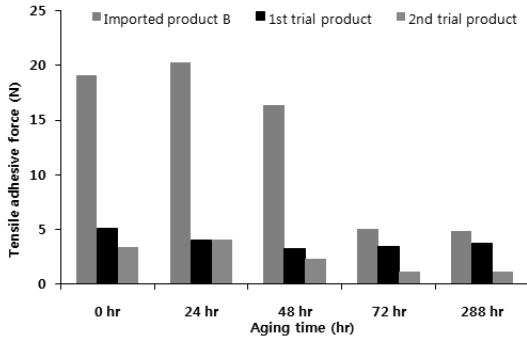


Fig. 11. Adhesion strength properties of top liner by aging treatment.

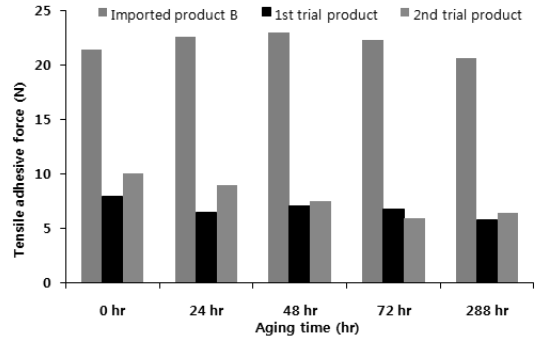


Fig. 12. Adhesion strength properties of bottom liner by aging treatment.

침투가 어려워 나타난 결과로 사료된다.<sup>9)</sup> 또한 노화에 따른 접착력 감소율을 측정한 결과 top 면과 bottom 면에서 B사 제품이 74.7%와 20.65%로 가장 높았으며 1차 시생산 원단이 26.7%와 5.75%로 가장 낮았다. 이로 미루어 보아 1차 시생산 원단이 열에 대한 안정성이 가장 우수한 것으로 사료된다.

건에서 가장 우수한 접착력을 나타냈으며 접착제 C를 제외한 접착제에서 저온보다는 고온에서 우수한 접착력을 나타냈다. 이는 냉장조건에서 보관 시 접착제의 점성이 떨어질 뿐만 아니라 Fig. 17에서와 같이 gel화 현상에 따른 접착력 저하 결과로 사료된다.<sup>2,10)</sup>

### 3.3 접착제의 접착력 평가

#### 3.3.2 경화 온도에 따른 접착제의 접착력 변화

#### 3.3.1 저장 온도에 따른 접착제의 접착력 변화

Fig. 18~21은 경화온도에 따른 접착제의 접착력 변화를 평가한 결과이다. 접착제 D를 제외한 모든 접착제에서 140 °C에서 열 경화를 실시하였을 때 가장 우수한 접착력을 나타냈다. 이는 EVA계 중성품인 접착제 D를 제외한 A, B, C 접착제는 전분계 접착제로서 열이 가해지면 전분 입자가 팽윤하여 점성이 증가하는 전분의 특성 때문으로 사료된다.<sup>11)</sup>

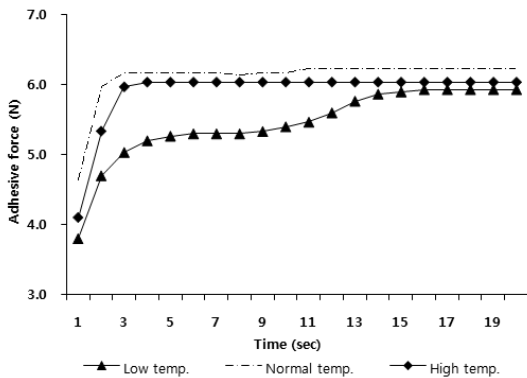


Fig. 13. Changes in adhesion strength of adhesive A by storage temperature.

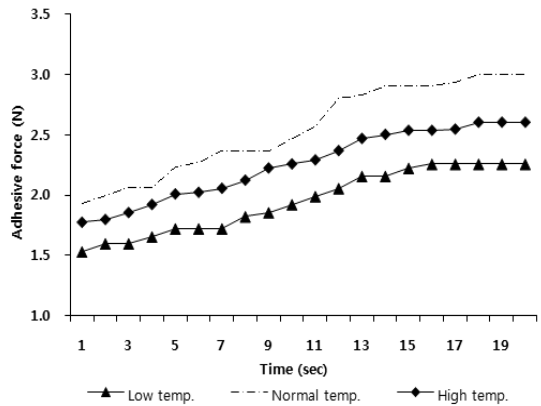


Fig. 14. Changes in adhesion strength of adhesive B by storage temperature.

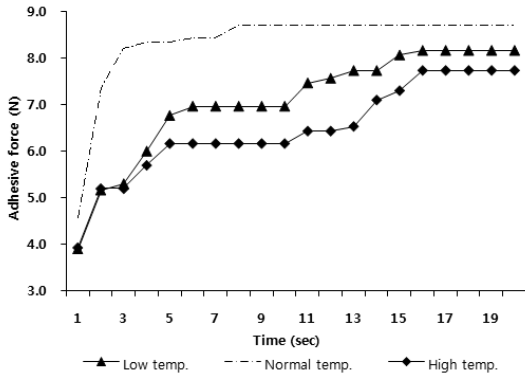


Fig. 15. Changes in adhesion strength of adhesive C by storage temperature.

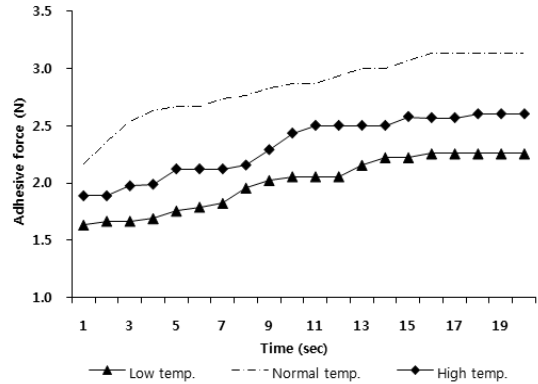


Fig. 16. Changes in adhesion strength of adhesive D by storage temperature.



Fig. 17. Starch gelation of Normal temp. storage(L) and cold temp. storage(R).

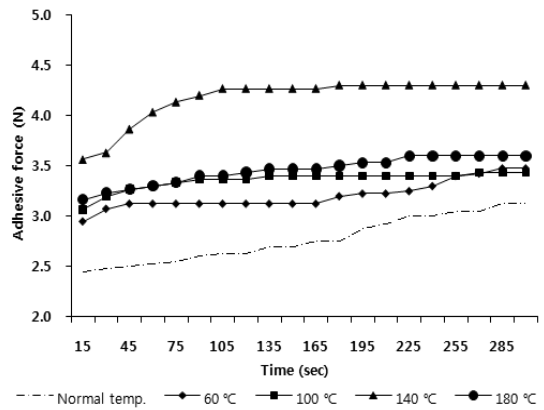


Fig. 18. Changes in adhesion strength of adhesive A in various curing temperatures.

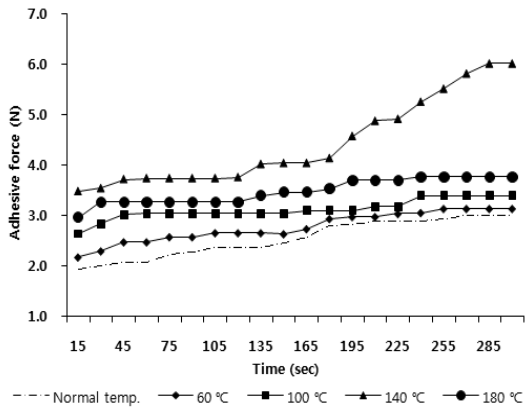


Fig. 19. Changes in adhesion strength of adhesive B in various curing temperatures.

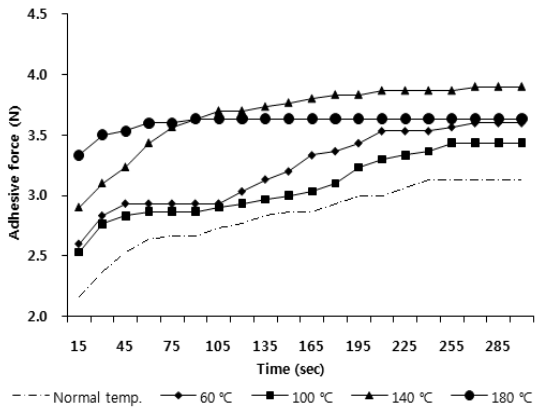


Fig. 20. Changes in adhesion strength of adhesive C in various curing temperatures.



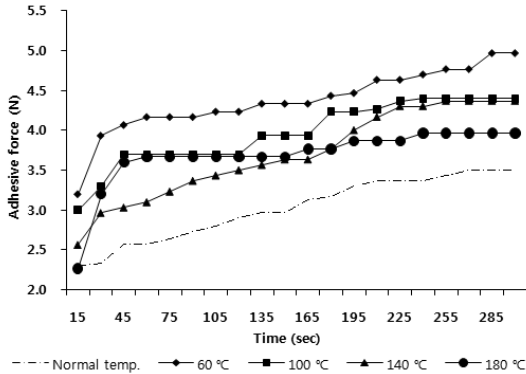


Fig. 21. Changes in adhesion strength of adhesive D in various curing temperatures.

#### 4. 결론

보존용 골판지의 국산화 개발을 위하여 보존상자 제조용 라이너 및 골심지를 시생산하고 골판지 원단으로 가공한 다음 시생산한 골판지 원단과 2 종의 수입 보존용 골판지 원단의 제반 물리적 강도 및 접착력 특성을 비교하였다. 또한 시생산 골판지 원단의 골 접착에 사용될 최적 접착제를 선정하기 위하여 접착제의 저장온도 및 경화온도에 따른 접착력을 비교 평가하였다.

시생산한 보존상자 제조용 라이너와 골심지 및 일반 E골 골판지 제조용 라이너와 비교했을 때 인장강도를 제외한 링크크리시, 내절도 및 내수특성에서 시생산 보존용 원지의 강도 특성이 우수하였다. 또한 시생산 보존용 골판지 원단의 가속노화에 따른 열 안정성도 우수하였다. 골판지의 골 접착력 평가에서 층간 분리가 어려운 수입 B사 제품을 제외한 수입 A사 제품의 접착력은 시생산 제품보다 높았으나 열 안정성은 시생산 제품이 더 우수하였다. 접착제의 저장 온도 및 경화 온도에 따른 접착력 변화를 측정된 결과 상온 저장 조건에서 접착력이 가장 높았으며, 140 °C에서 열 경화 시켰을 때 가장 우수한 접착력을 나타냈다. 이상의 결과는 보존용 골판지 상자 개발을 위한 원지 및 골판지 원단 제조에 있어 최적의 제조 설계를 위한 공정 인자로 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

## 사 사

본 연구는 행정안전부 국가기록원의 지원을 받아 기록물 보존기술 연구개발(R&D) 사업의 일환으로 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

## 인용문헌

- Hae-kyung Shon, Investigation and Improvement of the Preservation Environment for Paper Records 31(3): 213-241 (2000).
- 서영범, 신종순, 김형진, 기록물 보존상자용 원지 제조기술 및 재료의 연구개발 연구 보고서, pp. 188~189 (2008).
- United States Patent 1773064: Cardboard or paper box and method of preparing the same (1930).
- United States Patent 2144453: Package for light-sensitive photographic materials (1939).
- United States Patent 2534201: Carton having metal corrosion inhibiting characteristics (1950).
- 편집부 편, 기록 매체별 보존·복원 기술현황 조사, 한국 기록 관리 협회, 제12호 (2008).
- 대통령 기록물 관리에 관한 법률 제 8395 호.
- 공공기록물 관리에 관한 법률 제 8852 호.
- Yung B. Seo, Influence of Binders on the Strength Properties of Corrugated boards, J. of Korea TAPPI, International Conference Vol.20: 3-9 (1993).
- 김형진, 이지연, 박지현, 서영범, 기록물 보존상자용 접착제 탐색에 관한 연구, 한국펄프·종이공학회 2008년 추계학술발표논문집, pp. 209~214 (2008).
- 김순철, 골판지 기술, 예진출판사, pp. 182~187 (1997).
- Hye Jung Youn, Hwi Cho, The Requirements for Permanent Paper and Evaluation of Permanence of Domestic Printing and Writing Papers, J. of Korea TAPPI 40(2): 73-79 (2008).
- Yong Min Cho, Gi Jeung Um, Investigation on the Lab Scale Corrugator's Optimum Operating Conditions for Making Microflute Corrugated Paperboards, J. of Korea TAPPI 39(2): 54-59 (2007).
- 윤혜정, 이학래, 김지용, 진성민, 최익선, Microflute 골판지의 ECT 평가(Edgewise crush resistance test), 한국펄프·종이공학회 2006년 추계학술발표논문집, pp. 179~184 (2006).