

# 종이 기록물 보수용 안전 테이프 시제품 제조 기술 연구

신중순,<sup>†</sup> 유선균

<sup>†</sup>중부대학교 인쇄미디어학과, 중부대학교 식품생명과학과

(2011년 10월 14일 접수, 2011년 11월 4일 최종 수정본 접수, 2011년 11월 18일 게재 확정)

## Manufacture Technology Development of Paper Mending Tape for Conservation of Archive Document

*Joung-Soon Shin,<sup>†</sup> Sun-Kyun Yoo*

<sup>†</sup>Dept. of Printing Media, Joongbu University,

Food Science and Biotechnology, Joongbu University

(Accepted on October 14, 2011, Requisitioned last revision on November 4, 2011,

Publication decision on November 18, 2011)

### Abstract

For manufacturing the tape for repairing archival documents, we tested ten carrier candidates for selecting best material. The tensile strength, transmissivity, stability of deterioration, and processability were determined.

Physical-chemical characteristics and stability of deterioration was best to the Hanji. Tensile strength and transmissivity was best in tracing paper, but was low in oil paper, white sketch paper, lyon coat paper. Synthetic carrier to tensile strength showed higher than paper carrier and to the transmissivity showed 2-8 times higher than paper carriers. The tracing paper to the transmissivity was 10 times higher than others.

To determine characteristic of conservation to the selected carriers, stability of deterioration was examined at conditions of 90°C for 15 days. Oil paper and white sketch paper turned strongly yellowish. Cellulopane, Felt, and Cpp film showed stable

stability of deterioration, but deformation like wrinkles. PET film and Syntheletic film showed excellent conservation characteristics without any change of exterior.

Test of adhesive uniform between carriers and adhesive processability was performed. PET film > Syntheletic film > Tracing Paper in order were determined. Ununiform adhesive characteristics appeared to Hangi. Accordingly, we thought that Hanji as carrier material might be unsuitable because of low adhesive processability.

Key-words: deterioration, tensile strength, processability, transmissivity, carrier, paper.

## 1. 서 론

셀룰로오스가 주요 구성 요소인 종이 기록물은 중성 부근에서는 안정성이 있지만, 산성에서는 매우 불안정하여 쉽게 분해되는 특징이 있다. 최근 대기 오염의 증가로 공기 중에는 SO<sub>2</sub> 나 NO<sub>x</sub> 등과 같은 산성 유해 가스 등이 다량 존재한다. 이러한 산성 유해 가스들은 수분과 반응하여 기록물에 유해한 산을 형성하게 된다. 이렇게 제조된 산은 종이 섬유 간 화학 결합을 끊거나 첨가된 불순물과 결합하여 색상 변화, 섬유 분해, 건조화 등을 유발시켜 종이의 내구성을 잃게 하며, 외형적으로 황변화, 부스러짐, 닳아 헤집 등이 나타나게 한다. 기록물은 민족의 역사와 문화를 바르게 이해하는데 없어서는 안 될 귀중한 자산이다. 그러나 종이 기록물의 경우 취급 부주의에 의해 손상되는 경우가 발생될 수 있다. 시중에서 판매되고 있는 일반 테이프로 훼손된 부분을 수선할 경우 온도와 습도, 빛 등에 의해 접착 부분이 열화되어 접착 부분도 떨어지고, 기록물도 훼손되기 때문에 장기간 보존을 요하는 중요 종이 기록물에는 사용할 수 없다. 따라서 열화 되지 않으면서 장기간 기록물을 보존할 수 있는 중요 종이 기록물 보수용 테이프가 필요하다.<sup>1,2)</sup>

미국과 일본, 유럽 등 선진국에서는 오래전부터 기록물의 보존에 관심을 가지고 있었기 때문에 기록물을 장기 보존 및 보수하기 위한 방법들을 활발히 연구하였다.<sup>3)</sup> 기록물 보수 및 수선의 결정요인은 수선될 부분의 형태, 수선될 부분의 크기, 수선될 기록물위의 활자의 수, 수선될 대상의 다른 처리의 형태 등에 따라 보수용 안전 테이프의 종류 및 처리 방법이 선택이 된다.<sup>4)</sup>

중요 종이기록물 보수용 테이프로 사용되는 기재(carrier)로는 높은 Tensile strength를 가지고 있어야 하며, 특히 온·습도 및 빛에 의해 열화가 발생되지 않도록 열화안정성이 우수한 알칼리성 종이로 구성하는 것이 일반적이다.<sup>5)</sup> 보수용 테이프는 사용되는 용도에 따라 종이베이스를 크게 2가지 형태로 나누어 제조할 수 있다. 하나는 기록물 표지에 사용되는 두꺼운 형태의 테이프로 높은 하중을 지탱할 수 있도록 평량이 30~50g/m<sup>2</sup>

인 불투명 종이가 사용된다. 다른 하나는 글씨가 기록된 부분이 손상되었을 경우 글씨가 보이면서 훼손된 부분을 보수할 수 있도록 평량이  $10\sim 30\text{g/m}^2$  인 투명한 종이를 사용한다.<sup>6)</sup>

보수용 점착테이프는 기재, 점착제, 이형지를 구성하는 방법에 따라 크게 양면테이프(double coated tape), 단면테이프(single coated tape)로 나뉘지는데 현재 상업적으로 판매가 되고 있는 기록물 수선용 테이프는 단면 테이프로 되어 있다.



Figure 1. The base structure of single coated tape.

기록물 보수용 테이프로 기록물을 간편하게 수선 및 보수하는데 필수적으로 사용되고 있으나 외국에서 전량 수입에 의존하고 있으며 고가(25,000~30,000원)로 판매되어 사용에 제한이 될 수밖에 없다.

국산화시 테이프의 공급 원가를 수입 가격의 1/3로 하여 10,000원/개 공급 시 예측되는 수요량은 대부분 공공 기록물 관리 기관 및 공공 도서관, 대학 도서관, 전문 도서관, 박물관 등 총 2,630개 기관은 종이로 되어있는 귀중한 자료를 다수 보유하고 있기 때문에 보수용 테이프의 수요가 꾸준히 증가 될 것이며, 국산화 개발 시 예측되는 시장 규모는 공공 기관인 경우 526,000,000원(2,630 기관×20개/기관×10,000원/개= 526,000,000원)이고, 일반 학교 학적부인 경우 학교 학적부 등 공공 기록물 외 귀중 자료의 보수에 사용이 가능하므로 이 기관에서 연간 10개 사용 시 1,049,300,000원(10,493 학교×10개/학교×10,000원/개=1,049,300,000원)정도로 연간 약 15억 정도가 예상된다.<sup>7)</sup>

따라서 국산화를 통한 대량 공급은 훼손된 기록물 보존을 위한 시급한 과제로 본 연구는 보수용 테이프의 원단인 기재(carrier)의 물리 화학적 및 열화적 특성에 관한 연구를 통해 보수용 테이프 기재의 국산화에 기여하고자 한다.

## 2. 실험

### 2-1. 시료 및 시료 제작

본 연구에 사용한 테이프 기재는 Table 1, 2와 같이 종이 보수용 기재 5종, 합성 필름을 시험 원지로 사용하였다.

Table 1. Sample of Paper Carrier

Number Item	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
Type	Tracing Paper	Hanji	White Sketch Paper	Lyon Coat Paper	NORU Paper	Import Paper
Composition	Chemical Pulp	Bast Fiber	Chemical Pulp	Chemical Pulp	Chemical Pulp	Chemical + Non Wood

Table 2. Sample of Synthetic Film Carrier

Number Item	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11
Type	PET Film	CPP Film	Synthetic Film	Cellulopane	FELT
Composition	Polyethylene Terephthalate	Casting Polypropylene	PET50% +FELT50%	Viscose Film	Fiber

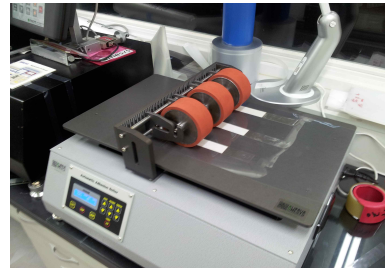
종이 및 합성 필름 기재의 수성용 아크릴계 점착제는 A-605-16A로 아크릴 회사(M사)로부터 공급받아 Figure 2, 3과 같이 테이프를 제작하였다. 코팅 장비는 종이 기재의 물리적 성질을 KSM, 합성 필름은 KSA에 준하여 시험하였고, 투과율 측정은 Ultrascan Pro 장비로 400nm에서 투과율을 측정하였다.

종이 및 합성 기재의 열화적 특성은 Tappi T453pm-85의 조건에서 105℃±2의 열화 조건을 설정하여 dry oven(QM-230M)으로 15일간 열화하여 외관 상태 및 백색도의 변화를 측정하였다.

시험용 테이프 제작은 수성 아크릴계 점착제 A-605-16A(M사) Figure 2, 3을 적용하였고, 실험용 자동 코팅 머신기(Automatic Film-Coating Apparatus: Figure 2)를 이용하여 Figure 3과 같이 테이프를 제작하였다.



(a) DRYING OVEN QM-230M



(b) Automatic Adheston Poller



(c) KOPC - B



(d) UltraScan Pro

Figure 2. Experimental apparatus of document repair carrier.



(a) Weighing adhesive



(b) Pasting adhesive to sample



(c) Coating evenly by a coater



(d) Completion coating by a coater

Figure 3. Coating process of tape for repairing archival document.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3-1. 종이 및 합성 보수용 기재의 물리적 성질

일반적으로 국내 종이 점착테이프의 기재는 크라프트지, 크레이프지로 주로 포장용에 이용되고 있으며, 중요 물성으로는 인장 강도이며 주로 점착제의 코팅 공정과 포장 재료의 점착 시 점착력과의 관련성이 크다.

본 연구에서 선정한 시료는 Table 3에서 나타난 바와 같이 박엽지로 투과성이 높은 투명한 종이이다. 일반적으로 사용되는 종이 특수한 용도로 이용되는 종이로서 노루지의 경우는 식품 포장, 제약 회사의 시약 건조용, 라이언 코트지는 성서, 법전, 사진 등에 주로 이용되며 트레싱지는 제도 용지로 사용되고 있다. 기존 외산 제품과 비교 시 트레싱지가 투과율과 인장 강도, 열화 특성 등이 가장 양호한 결과를 나타내었다.

국내 한지는 인장 강도와 열화 특성은 외산에 비하여 높지만 투과율이 낮게 나타났고, 노루지와 화이트 스케치 페이퍼는 인장 강도 및 투명성이 낮게 나타났다. 또한 열화 특성에서도 변색을 보였다.

합성계 보수용 기재는 일반적으로 투명성이 우수하고, 그 사용 용도도 다양하여 식품 포장, 광택 접합용, 전자 재료뿐만 아니라 일반 점착테이프 제조에도 많이 사용되고 있다.

Table 4의 6종 시료는 일반용 테이프 이외에 공업용 테이프 제조에도 사용되며 특히 PET 필름은 투명성이 우수하고 polyethylene terephthalate의 분자적 구조가 hard와 soft한 구조가 잘 어우러져 적당한 신도를 갖고 있어 자기 기록 매체, 전기 절연 매체, 전자 테이프에 유용하게 사용되고 있다.<sup>8)</sup>

합성 보수용 기재는 높은 투과율을 나타내고 있으며 종이기재와 비교 시 2~8배의 높은 투과율을 보였다. 인장 강도는 PET 필름이 가장 양호하고, 다른 시료는 종이 기재보다 낮게 나타났다. 또한 열화 특성은 PET 필름, 합성 필름을 제외하고는 변색 또는 주름이 나타났다.

#### 3-2. 종이 및 합성 보수용 기재의 보존 특성

기록 보존 등 보수용 테이프는 기록물을 간편하게 수선 및 보수하여 더 이상의 훼손을 방지하는 예방적 보존으로 보수용 테이프가 기록물에 점착 되었을 때 훼손을 가속화시키는 역기능 및 열화 훼손에 영향이 없는 안전성 있는 재료이어야 한다.

보존성을 시험하기위한 인공 열화 방법으로 Figure 4, 5에 종이 및 합성 기재의 열화 시험을 실시한 결과이다. 백색도는 종이의 경우 원단의 밝기 또는 전반적인 반사 특성을 의미하며 색의 변화에 가장 민감한 파장인 457nm 의 빛의 반사율을 선천적으로 측정하여 얻어진다.

Table 3. Physical-chemical Characteristics of Carrier Papers of Tape for Repairing Archival Document

Carrier		Hanji	Lyon Coat Paper	Oil Paper	Tracing Paper	White Sketch Paper	Commercial Goods
Weight(g/m <sup>2</sup> )		20	40	42	45	40	20~80
Thickness(μm)		30	50	52	35	30	23~45
Transmissivity(%)		1.2	1.0	0.9	10.7	5.1	0.5~12
Tensilestrength (kgf/mm <sup>2</sup> , MD)		5.5	3.0	5.0	9.6	2.7	2.5~4.1
Aging properties 15day (360hr)	Appearance	Good	Good	Poor	Good	Poor	Good
Production Countries		Korea	Korea	Korea	France	America	Germany

Table 4. Physical-chemical Characteristics of Carrier Synthetic Films of Tape for Repairing Archival Document.

Carrier		Cellulopane	FELT	PET Film	CPP Film	Synthetic Film
Film Type		Viscose Film	Fiber	Polyethylene Terephthalate	Casting Polypropylene	PET(50%) + Felt(50%)
Weight(g/m <sup>2</sup> )		30	46	40	20	17
Thickness(μm)		20	85	38	38	30
Transmissivity(%)		86.3	24.4	78	65.6	35.1
Tensilestrength (kgf/mm <sup>2</sup> , MD)		2.2	1.4	28	3.3	0.82
Aging properties 15day (360hr)	Appearance	Poor	Poor	Good	Poor	Good
Production Countries		Korea	Korea	Korea	Korea	Japan

종이를 열화 처리할 경우 파랑색 및 보라색 영역에서 큰 흡수성의 변화를 나타내기 때문에 백색도는 종이의 열화도를 측정하는데 중요한 지표이다.<sup>9,10)</sup>

트레싱지와 한지의 경우 열화 기간에 따라 백색도의 변화가 크지 않고 서서히 변화됨을 알 수 있다. 15일간 열화 시 색차는  $\Delta E 2 \sim 3$ 의 차를 보이므로 보존 특성이 우수하였다. 기타 노루지와 2종은 백색도의 변화가 크고 색차의 변화가  $\Delta E 10 \sim 15$ 로 크게 변색되었다.

합성계 필름의 경우는 PET, Cpp 필름, cellulopane, synthetic 필름 등은 보존성이 우수하였으나 Felt 필름은 색차  $\Delta E 20$ 으로 열화 5일 이후 큰 색차 변화를 보이고 있으며, 보존성이 열악하게 나타났다.

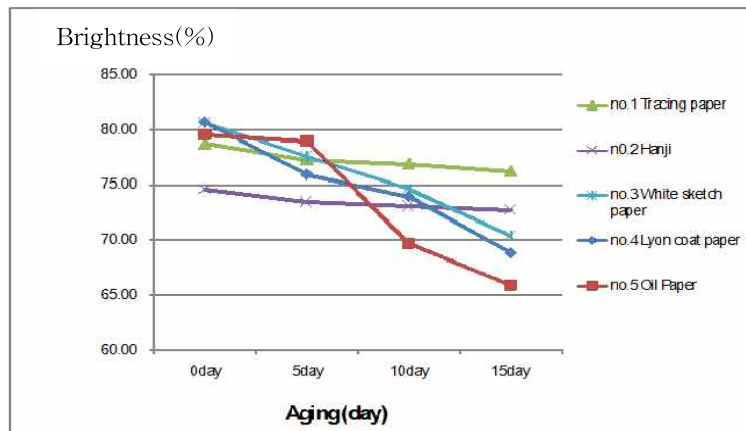


Figure 4. Brightness variation by accelerated aging at 105°C (paper carrier).

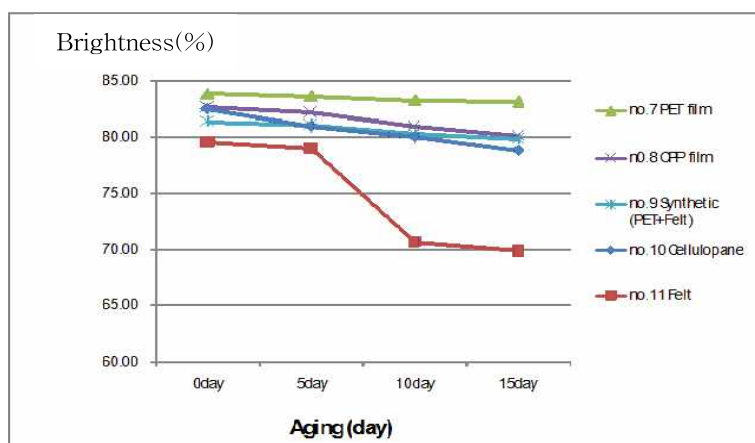


Figure 5. Brightness variation by accelerated aging at 105°C (synthetic film).



### 3-3. 보수용 기재별(종이 및 합성계 수지) 표면 점착 균일성 시험

표면 점착 균일성은 점착제를 코팅 후 균일한 점착 능력을 평가하는 방법으로 기재 선택 시 중요한 자료가 된다.

앞서 실험 결과에 나타난 시료중 보수용 테이프 기재의 특성에 적합한 물리력, 열화적 보존 특성이 양호한 종이기재 No. 1(tracing paper), No. 2(Hanji)와 합성계 필름 기재 No. 7(pet 필름), No. 10(synthetic 필름)을 선정하여 수성용 아크릴계 점착제 A-6아-16A로 표면 점착 균일성 시험을 한 결과이다.

종이 기재인 한지의 경우 Figure 6에 나타난 것과 같이 파형이 사인파 형태로 점착제와 종이의 부착면이 치밀하지 못하여 균일한 점착이 유지 되지 않고 있으며, 장기간 기록물에 부착시 쉽게 이완될 수 있는 가능성이 예측된다. 원인은 장섬유이며, 기계식 초지가 아닌 수록지 방식으로 대부분 제조된다. 강인하고, 보존특성이 우수한 장점은 있지만 품질이 다소 불균일한 단점도 있다.<sup>11)</sup> 장섬유로 인하여 섬유가 결합시 다공성이 많아 점착제 표면에 점착시 흡수가 일정치 않아 주기적 파형으로 나타나고 있다고 생각된다.

시료 No. 1인 트레싱지의 경우 한지보다 파형의 간격이 작고 치밀하며 균일성 있는 파형을 보이고 있으며, 외산 제품보다 점착제의 균일성이 양호하게 나타났다. 시료 No. 7, No. 8은 일정하고 균일성 있는 점착성을 보이고 있다.

합성계 필름인 시료 No. 7 PET 필름은 점착 균일성이 일정한 파형으로 다른 시료보다 우수한 점착 특성을 보이고 있다.

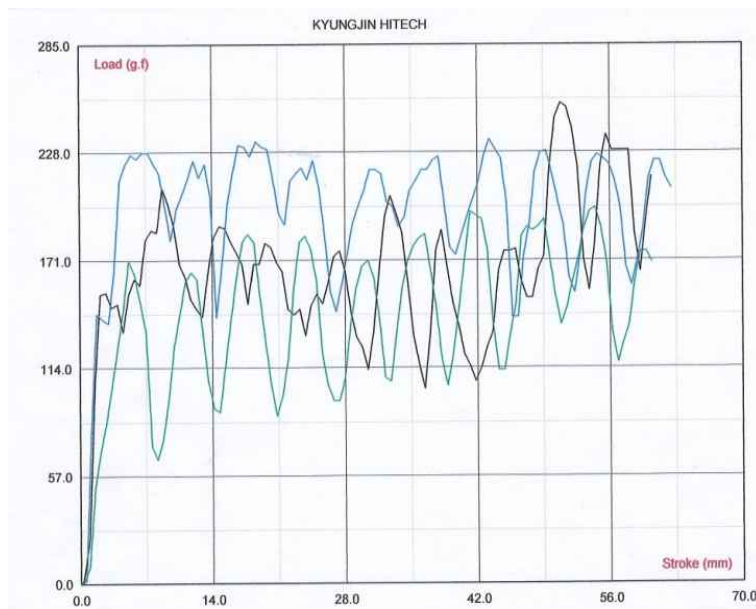


Figure 6. Adhesive test for uniform of surface of Hanji.

특히 PET 필름은 치수안정성이 높고, 경시변화가 적으며, 내열특성, 후가공성이 양호하여 전기, 전자 테이프 재료 등에 다양한 소재에 이용되고 있다. 시료 No. 9 인 syntheletic 필름은 균일성 있는 점착이 Pet 필름보다 다소 낮지만 일정한 간격의 파형을 나타내어 점착가공에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

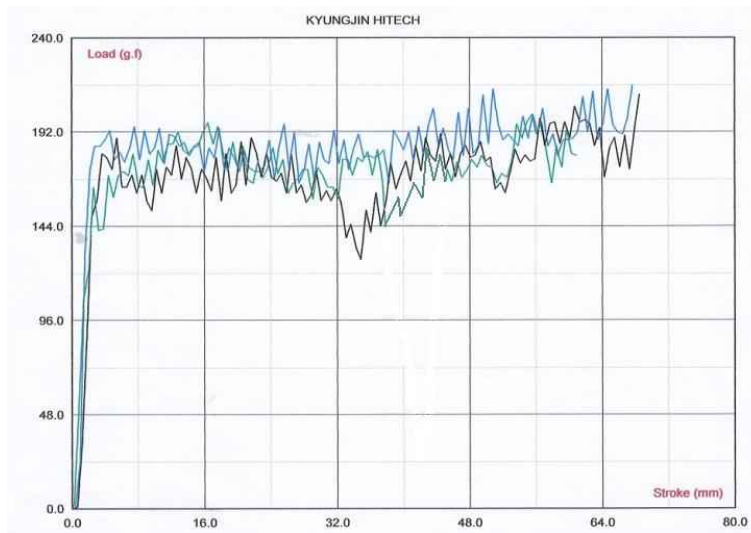


Figure 7. Adhesive test for uniform of surface of tracing paper.

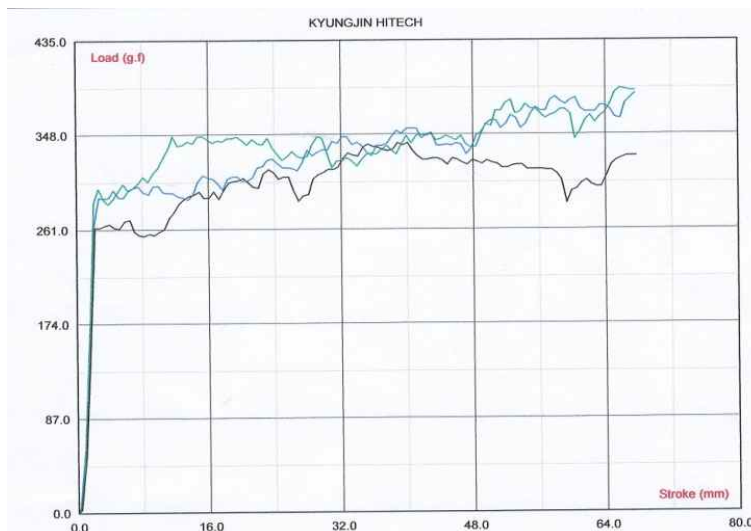


Figure 8. Adhesive test for uniform of surface of pet film.

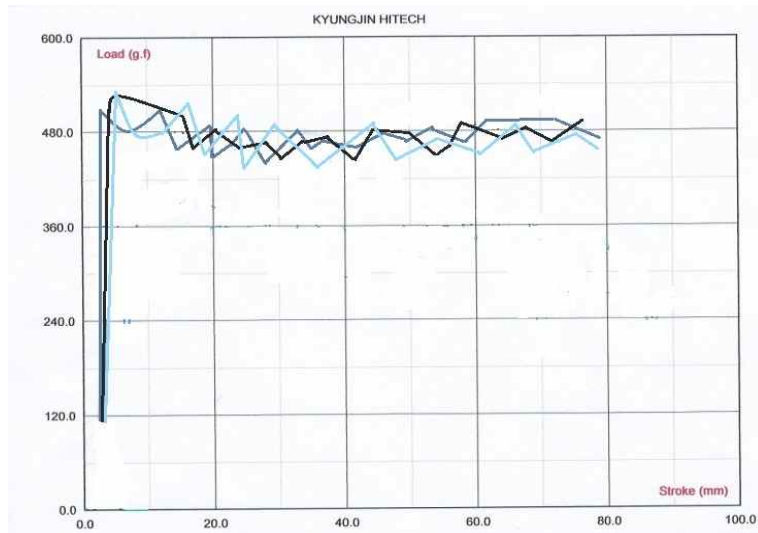


Figure 9. Adhesive test for uniform of surface of synthetic film(PET+Felt).

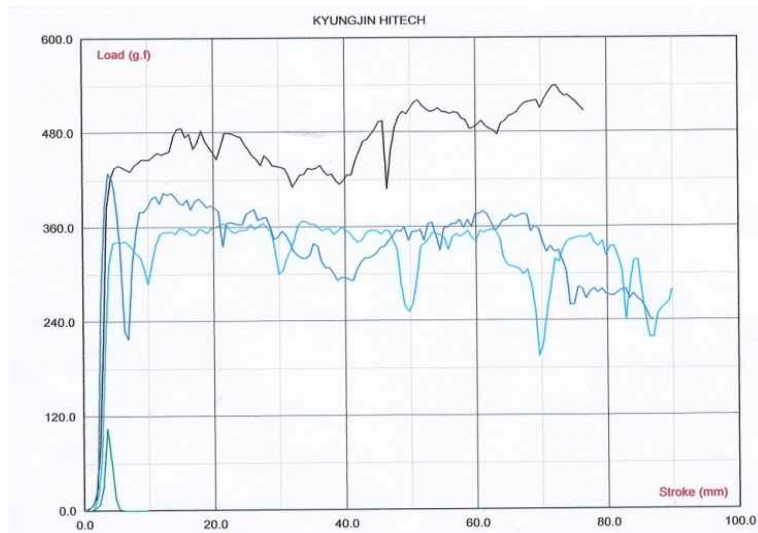


Figure 10. Adhesive test for uniform of surface of commercial goods.

## 4. 결 론

기록 보존용 테이프 기재 10종을 선정하여, 기록물 보존에 적합한 인장 강도, 투명성, 보존성, 점착제의 점착 가공성을 시험한 결과는 다음과 같다

1. 종이 기재의 물리적, 열화적 성질은 Hanji, tracing paper가 인장 강도, 투과율 등이 높게 나타났고 oil paper, white sketch paper, Lyon coat paper는 투과율, 인장 강도가 낮게 나타났다. 투과율이 가장 높은 종이 기재는 tracing paper로 10이상의 투과율이 보였다. 합성 기재의 경우 인장 강도가 종이 기재보다 우수하고 투과율 또한 2~8배로 우수하였다.
2. 기재별 보존 특성은 인공 열화 방법으로 15일 동안 열화 후 종이 기재의 경우 oil paper, white sketch paper는 변색이 심하게 나타났으며, 합성 필름의 경우 cellulopane, Felt, Cpp 필름은 변색은 없지만 열화 기간 동안 주름 발생 등 외형 변화가 일어났다. PET 필름과 syntheletic 필름은 열화 시 외관 상태 및 보존 특성이 우수하였다.
3. 기재와 점착제와의 점착 가공성을 위한 점착 균일성 시험은 PET 필름 > syntheletic 필름 > tracing paper 순으로 양호한 점착 균일성을 나타내었고 가장 양호한 기재는 PET 필름으로 나타났다. 한지는 과형이 사인파 형태로 불균일한 점착을 나타내어 점착제 가공 시 문제점이 나타날 것으로 예상되었다.

## 사 사

본 연구는 행정안전부 국가 기록원의 지원을 받아 기록물 보존 기술 연구 개발 (R&D) 사업의 일환으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

## 참고 문헌

- (1) 신종순 외8, “기록물 보존학” (주)계문사 pp. 68~79(2011).
- (2) 박지선, “종이 기록물의 보존 관리”, 기록 보존과 관리, Vol. 4, pp. 100~102(2002).
- (3) 한국기록관리협회, “기록 매체별 보존·복원 기술 현황 조사 용역”, 국가기록원 연구 보고서, pp. 100(2007).
- (4) C.Y. Hui, Y.Y. Lin and J.M. Baney, The mechanics of tack: viscoelastic contact

- on a rough surface, J Polym Sci Part B: Polym Phys 38, pp. 1485~1495. Full Text via CrossRef | View Record in Scopus | Cited By in Scopus(33)(2000).
- (5) Hooker J, Creton C, Shull KR, Tordjeman P. Surface effects on the microscopic adhesion mechanisms of SIS+resin PSA's. In: Proceedings of the 22nd annual meeting of The Adhesion Society, Panama City Beach, USA(1999).
- (6) Principle of conservation and restoration in libraries, IFLA(1979).
- (7) <http://www.libsta.go.kr/index.do>.
- (8) 신재성, "그라미아 인쇄와 연로장 기술", 기문당 pp. 234~261(1993).
- (9) Youn, Cho, "The Requirements for Permanent Paper and Evaluation of permanence of Domestic Printing and writing Papers", *Journal of Korea Tappi* Vol. 40. No. 2(2008).
- (10) 이학래 대표 저, "제지과학-종이의 물리적, 광학적 기계적 성질", 광일문화사(2000).
- (11) 이귀복 외, "열화된 종이 자료의 탈산처리 및 강도 보강 특성", 한국펄프종이공학회 2007 춘계학술대회 논문 집(2007).