

코팅컬러의 라텍스와 회분이 코팅지의 표면강도에 미치는 영향에 관한 연구

전수경, 한삼화, 하영백, *윤종태

부경대학교 대학원 인쇄공학과, *부경대학교 공과대학 화상정보공학부

The Effect of a Latex and Ash Percent on the Surface Resistance of Coated Paper

*Su-kyoung Jeon, Sam-Hwa Han, Young-Baeck Ha, *Jong-Tae Youn*

Dept. of Graphic Arts Engineering, Graduate School, Pukyong National University,

*Division of Image & Information, College of Engineering, Pukyong National University

Abstract

A piece of coating color or base paper picked during printing is called coating pick. Loosely bonded materials of coating color or broken piece of fiber could be adhered to the blanket or would be mixed with ink during printing. Because the coating pick can make troubles in printing press such as piling, hickey and collecting, the coating pick of a paper has been one of the most serious problems in printing.

In this paper, two influential factors to the coating pick in the printing, those are latex content and ash content of the coating color, are studied. The surface resistance of coating paper is directly proportional to the latex content, otherwise inversely proportional to the ash content. We propose a different way to evaluate the picking and used a homemade pick test device.

1. 서 론

종래의 인쇄 기술은 서적이거나 신문 등과 같은 정보전달의 매체를 대량 복제한다는 의미를 가졌으나, 현재에는 그러한 기본적인 의미 차원을 넘어서, 인쇄 미술, 광고 인쇄 및 컴퓨터 그래픽을 포함한 종합 예술적인 단계로 발전하여 왔다. 이러한 예술적인 분야의

포함 및 인쇄 기술의 발달에도 불구하고 인쇄물에 있어서의 사고는 끊임없이 발생하였으며, 발생한 문제에 대한 해결책에 관한 연구도 계속해서 진행 되어왔다.¹⁾ 또한, 정보 전달의 매체의 발전에도 불구하고 아직도 종이의 소비량은 줄어들지 않고 있다. 이러한 종이의 표면 특성 및 내구성과 인쇄 시 잉크의 물리적인 성질에 의해 발생하는 문제 중 인쇄용지의 뜯김에 의한 문제는 단순히 뜯김으로 끝이 나는 것이 아니라, 인쇄물에 히키(hickey), 콜렉팅(collecting) 등 많은 문제점들을 수반하기 때문에 종이와 잉크 상호 작용에 의하여 발생하는 문제점에 대한 지속적인 연구 수행이 필요하다.^{1), 2)}

인쇄용지의 뜯김이란 인쇄 시에 종이가 판 또는 블랭킷(blanket)으로부터 떨어지는 순간에 종이 면이 잉크에 붙잡혀 벗겨지는 것으로, 경우에 따라서는 종이의 내부까지 벗겨진다. 다색 인쇄에 있어서 잉크의 택(tack)이 지나치게 강하거나 잉크의 건조가 빠르고 인쇄기상에서 택이 상승하거나 용지의 표면 강도가 부족할 경우, 그리고 코팅 용지에서 코팅 층과 원지의 접착력이 부족할 경우 발생하기 쉽다.^{3), 4), 5)} 이렇게 뜯긴 종이 면지는 블랭킷과 인쇄판에 부착되어 파일링(pilling)의 원인이 되기도 한다.⁶⁾ 종이 뜯김 문제의 근본적인 해결 방법은 종이와 잉크 간의 상호 작용에 관한 이론적인 메커니즘을 이해해야 하기 때문에, 아직도 많은 연구자에 의하여 연구되어지고 있다.

지금까지 뜯김 실험에는 많은 측정 방법이 제안되었는데 그 역시 근본적인 원리를 추구하기보다는 단지 시행 오차법에 의한 방법과 전색기 등을 이용하여 서로 다른 용지와 비교 실험함으로써 뜯김을 예측하는 방법이 많이 사용되어 왔다.

용지의 표면 강도보다 잉크의 택이 클 경우 이러한 뜯김이 일어나는데 현재 가장 많이 사용되는 뜯김 실험기로는 IGT⁷⁾, GFL^{8), 9)}과 왁스 시험법이 있다⁵⁾. IGT 인쇄 적성 시험기는 종이의 뜯김 저항이 뜯김이 시작되는 속도로 표시하고 속도가 점차 가속되면서 인쇄하기 때문에 한번의 인쇄로 실험이 끝나는 장점 있지만, 인쇄물의 각 부분에 인쇄 속도가 틀리기 때문에 잉크의 전이율이 달라지어 잉크의 두께가 일정치 않다는 단점이 있다. 왁스 시험법인 경우에는 측정자에 의해서 값이 달라질 수 있기에 정확한 값이라고 볼 수 없지만 간단한 시험방법이기에 가장 많이 이용되어 오고 있는 실정이다. 따라서 현재 초보자도 쉽게 측정할 수 있으며, 그 반복성을 가진 새로운 표면강도측정기의 개발이 절실히 요구되는 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 정확한 값이 아니더라도 간단한 방법으로 인해 가장 많이 이용됨을 감안하여 왁스 시험법의 유사한 뜯김 실험 장치를 고안하여 표면강도를 측정하였다. 또한 코팅지의 표면 표면강도는 주로 바인더로 사용되는 라텍스와 안료성분과 관계되는 회분의 양이 주요한 변수라고 생각되어, 이 두 가지를 우선 시험 대상으로 하였다. 시료는 현재 시중에서 유통되고 있는 것으로서 서로 다른 라텍스 함량과 회분을 가진 국산아트지를 선택하였다. 이 연구에 이어서 코팅 컬러의 각 요소에 대해서도 그 조건을 바꾸어 실험함으로써 여러 가지의 데이터를 얻게 되면 코팅용지의 표면강도에 영향을 주는 각 요소들의 영향에 대해 연구를 완성할 수 있을 것으로 기대한다.

2. 실험재료 및 방법

2-1. 실험 재료

뜯김 실험에 사용된 종이막대는 직경 2.2 mm이고 길이는 약 20mm 정도인 종이 막대를 사용하여 인쇄용지의 표면에 부착시켰다. 그리고 용지에 대한 침투 깊이, 고형화하는 특성 등을 고려하여 접착제 글루(glue)를 선택하였다. 시료는 현재 국내에서 생산되는 인쇄용 아트를 제조 회사별, 평량 별로 수집하여 사용하였으며, 각각 시료를 A에서 G로 나타내었고, 시료들의 기본적인 물성을 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Physical properties of the paper samples

| category | unit | sample | | | | | | |
|-----------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | single | | | double | | | |
| | | A | B | C | D | E | F | G |
| grammage | g/m ² | 148.24 | 149.67 | 147.07 | 150.02 | 151.36 | 147.90 | 149.26 |
| Thickness | μm | 124.0 | 125.2 | 12.36 | 125.4 | 119.8 | 119.6 | 118.8 |
| Bulk | cm ³ /g | 0.84 | 0.84 | 0.84 | 0.84 | 0.79 | 0.81 | 0.80 |
| L* | | 92.41 | 92.8 | 92.49 | 92.29 | 93.31 | 92.93 | 92.16 |
| a* | | 1.83 | 1.6 | 1.51 | 1.53 | 1.59 | 1.8 | 2.39 |
| b* | | -2.45 | -2.74 | -2.8 | -1.74 | -1.89 | -2.75 | -3.77 |
| Whiteness(CIE) | % | 93.05 | 95.25 | 94.85 | 89.51 | 92.27 | 95.61 | 98.69 |
| Brightness(ISO) | % | 84.5 | 85.87 | 85.24 | 83.44 | 85.76 | 86.07 | 85.72 |
| Opacity | % | 97.2 | 97.5 | 97.7 | 97.5 | 96.3 | 97.2 | 97.6 |

2-2. 실험 방법

실험 방법은 종이 막대를 이용하여 피인쇄체에 접촉하는 면을 완전한 평면으로 만들기 위해 샌드페이퍼(sand paper)를 사용하였고, 거기에 글루(glue)가 일정한 두께로 전이 되도록 하였다. 이렇게 글루가 전이된 종이 막대를 미리 준비하여 둔 일정한 크기의 시료에 부착하여서, 항온 항습(23±0.3 ℃, 50±1%)하에 두었다. 약 20분 정도 경과 후, 종이에 수직인 방향으로 일정한 속도를 유지하여 분리하였으며, 분리 시작점으로부터 완전히 떨어질 때까지의 힘을 전자저울(electronic balance)을 이용하여 측정하고, 그 값을 컴퓨터 프로그램을 이용하여 분석하였다.

뜯김을 측정하기 위하여 센서가 부착된 전자저울의 측정부 위에 시료를 두고, 일정한 힘을 부여하기 위하여 시료의 종이 막대 부분을 글리퍼(gripper)가 연결되어 있는 도르래로 외부의 구동 모터와 연결하였다. 연결 후 일정한 힘을 부여하여 종이를 수직 방향으로 분리 실험하였다. 이 때 시간에 대한 힘이 기록되고 컴퓨터에서 분석되도록 되어있다. 다음의 Fig. 1은 이 방법의 순서를 나타낸 것이며, Fig. 2는 본 실험에 사용한 장치의 개략적인 구

조이다.

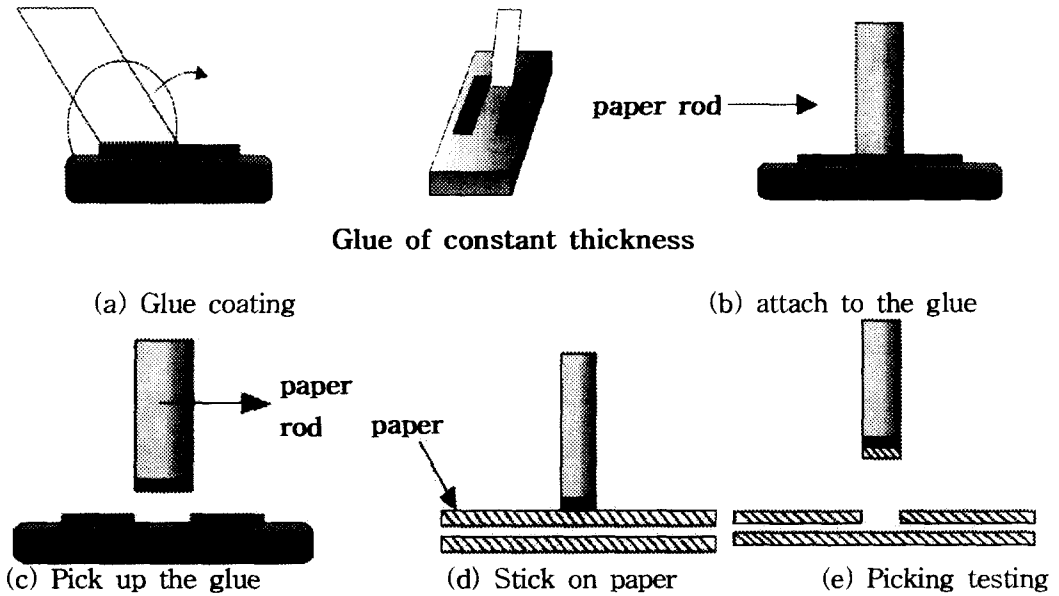


Fig. 1. The illustrated pick test procedure by glue method.

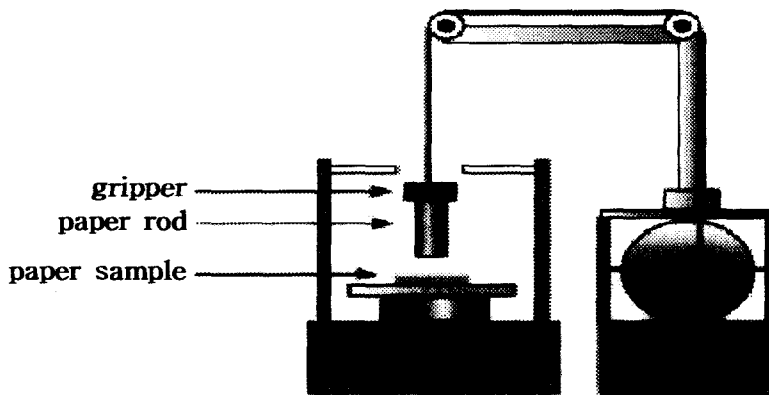


Fig. 2. Apparatus for measurement of pick.

3. 결과 및 고찰

3-1. 제조회사별 표면강도

대부분의 뜯김(picking)은 화선부의 면적이 넓은 곳에서 일어나는 경우가 많이 있다.

그리고 같은 시료라고 할지라도 일정한 표면 강도를 갖지 않는다. 뿐만 아니라 뜯김은 매우 작은 면적에서도 일어날 수 있으며, 인쇄물의 보푸라기와 같은 현상으로 확인되어진다. 이러한 종이 뜯어진 부분은 블랭킷에 붙거나 잉크 중에 혼입되고 또 인쇄롤러에 말려 들어가는 등 문제를 야기한다. 기존의 인쇄기에서는 표면강도가 균일하다는 조건 하에 뜯김 실험을 하지만 본 논문에서 글루와 종이막대를 가지고 종이표면 위에 선택적으로 표면강도를 측정할 수 있다는 장점이 있다.

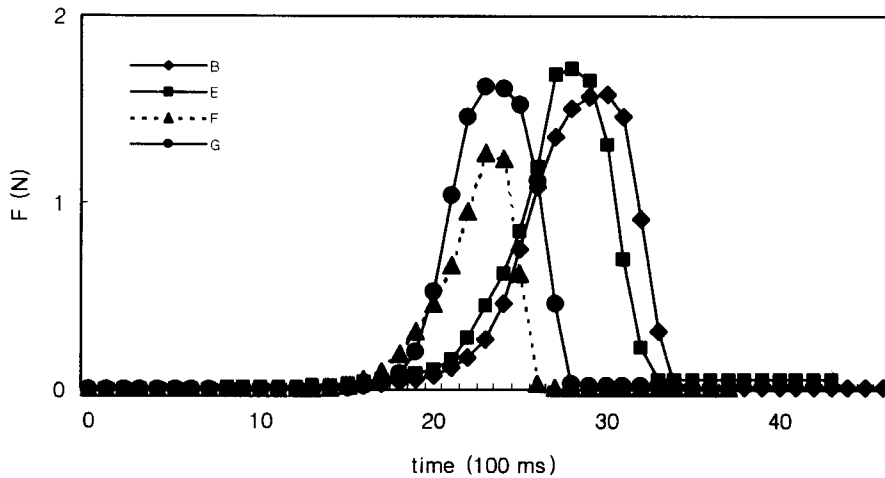


Fig. 3. Current change of picking as samples of B company. Then the force and the rod position are recorded with time.

Fig. 3의 그래프는 각 회사별 코팅지 무게 150g/m²일 때의 표면 강도를 나타내었다. 동일한 무게의 코팅지 150g/m²일지라도 각 회사들 사이에 표면강도는 차이가 있음을 알 수 있었다. 시료 E의 경우 시간에 따른 표면 강도가 1.72(N)로 가장 높은 값으로 측정되었고, 시료 F의 경우 1.27(N)의 값으로 다른 시료들에 비하여 적은 힘으로도 뜯김이 발생한 것을 알 수 있다. 같은 시료의 무게에도 불구하고 table 1에서 표시된 것과 같이 도공층의 두께는 다소 차이가 있음을 알 수 있었다. 이러한 도공층 두께 차이는 내부 결합 강도나 표면강도에 영향을 준다. 본 실험에서는 도공층 증가에 따라 라텍스 함량이 다르게 배합되어 종이 표면 강도가 다르게 나타냄을 알 수 있었지만 실제적인 코팅 처리에 영향을 주는 바인더인 라텍스와 안료 함유량과 관계되는 회분량은 도공층의 두께보다는 도공지 제조 시 배합에 따른다.

많은 코팅 처리가 된 코팅지의 표면 강도 값이 더 높게 나타났으며, 광택 코팅지와 무광택 코팅지를 비교할 경우에도 마찬가지로 더 많은 코팅 처리가 된 광택 코팅지가 무

광택 코팅지 보다 많은 힘이 필요하게 된다는 것을 알 수 있다. 이런 것은 결합력에 영향을 주는 여러 인자들에 의해서 종이 뜯김 값 또한 다르게 나타남을 알 수 있었다. 이처럼 코팅 처리를 하는 목적은 시료가 어떤 액체에 대하여 저항성을 갖도록 하고, 시료의 표면 적성을 향상시키며, 표면 강도나 내부 결합 강도와 같은 물리적 특성을 향상시키기 위한 것으로 인쇄 시 지분, 표면의 종이 뜯김 등을 감소시킨다. 어떤 용액의 점도와 온도 및 농도는 상호 의존적이어서 다른 특성에 영향을 미치지 않고 어떤 한 특성을 변화시킨다는 것은 불가능한 것이기에 최대의 표면 강도를 갖기 위해서 바인더로 사용되는 라텍스의 함량의 선택이 중요하다. 라텍스는 섬유상의 결합 강도를 증가시키기에 표면 강도를 향상시키며 라텍스의 적당량과 충전제를 효과적으로 사용함에 있어서 표면 강도를 향상시킬 수 있어 시료의 뜯김을 방지하기 위한 개선안으로 활용될 수 있다.

3-2. 라텍스 함유량과 표면강도의 관계

Fig. 4와 fig. 5는 라텍스의 함유량이 많아짐에 따라 시간에 따른 종이의 표면강도가 강해진다는 것을 알 수 있다. 종이 표면 강도는 코팅지에서 표면 가공 약품(coating color)의 도피량과도 상호 관계가 있음을 알 수 있으며, 도피량 증가에 따른 라텍스 함량이 또한 증가함하여 표면 강도가 높아져 종이 뜯김에 발생하는데 드는 힘의 값 또한 증가한다.

바인더인 라텍스(latex)가 함유됨에 따라 안료 입자를 서로 결합력이 증가하고, 도공액을 원지에 단단히 결합시키는 역할을 한다. 그리고 안료 구조 내 공극을 채움으로써 결합 강도를 높이는 효과가 있다. 하지만 라텍스가 안료 구조 내 공극을 채워서 시료의 백색도와 불투명도는 저하하게 된다. 따라서 경우에 따른 clay, talc, 탄산칼슘(calcium carbonate)등의 광물성 충전제를 첨가하여 백색도 및 불투명도를 향상시킬 수 있다.

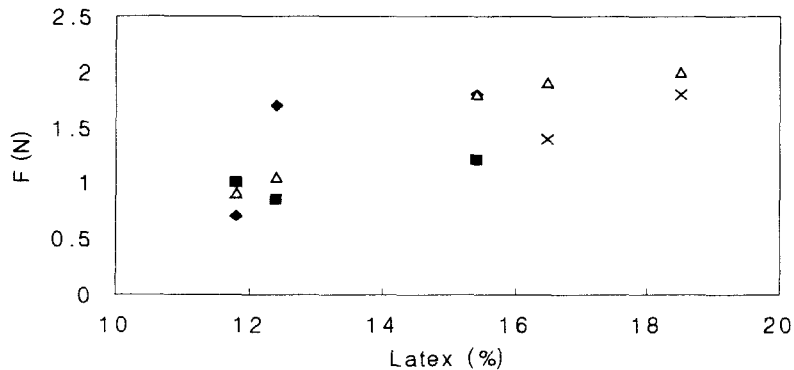


Fig. 4. The relationship between force and Latex content.

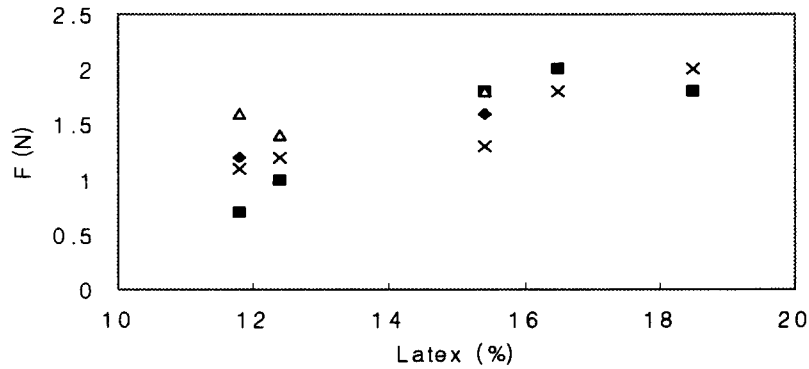


Fig. 5. The relationship between force and Latex content.

다음 fig. 6은 라텍스의 함유량에 따른 종이 뜯김을 촬영한 것이다.

Fig. 6에서 A사진은 Clay 100part일 때 S/B(styrene butadiene) 라텍스 14part, 사진은 clay 100part 일 때 S/B 12part, C 사진은 Clay 100part 일 때 S/B 10part 을 각각 나타낸다. A의 사진이 C의 사진보다 라텍스의 함유량이 높기에 종이표면의 뜯김에 필요한 힘이 커짐을 육안으로 알 수 있었다.

이처럼 라텍스는 종이의 제조 시 섬유와 섬유 사이에 수소결합을 형성함으로써 종이의 결합강도를 증가시킨다. 섬유와 섬유가 서로 교차할지라도 두 섬유 사이의 거리가 4 Å 이내로 접근하지 못하면 수소 결합이 형성될 수 없고, 섬유의 표면에 매우 많은 굴곡이 있으므로 인접한 섬유라고 할지라도 수소결합이 형성되지 못하는 부분이 많은데 이러한 부분에 라텍스가 존재하면 섬유와 섬유를 결합시키는 접착제 역할을 하게 되어 종이의 결합강도를 증가¹⁰⁾ 시킨다는 것을 알 수 있었다. 또한 라텍스의 접착력은 입자경이 작을수록 커지는데 그 이유는 입자경이 작아지면 그 개수가 증가하여 전체적인 표면적이 증가하기 때문이다.

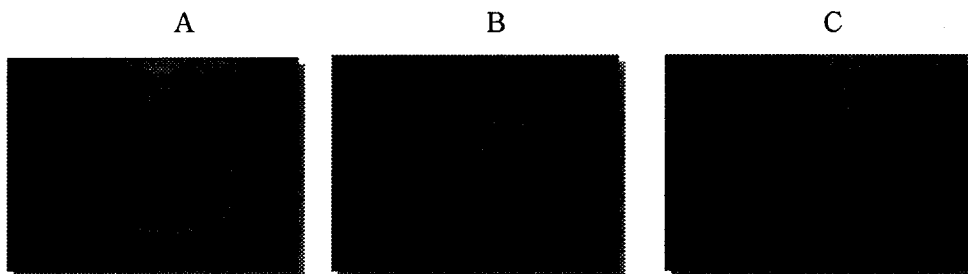


Fig. 6. Photograph according to the component Latex.

3-3. 회분함량과 표면강도의 관계

Fig. 7과 fig. 8은 용지들의 안료 함량을 알 수 있는 회분의 양과 뜯김에 필요한 힘의 크기를 비교해서 표시하였다 400℃에서의 회분의 양과 900℃에서의 회분의 양에 차이는 조금 있지만, fig. 8에서와 같이 Ash의 양과 뜯김에 필요한 힘의 크기가 전체적으로 반비례적인 관계를 보여 주고 있음을 알 수 있다.

이처럼 시료의 광학적 및 물리적 성질을 개선하기 위하여 잘게 갈은 광물성 충전제인 clay, talc, 탄산칼슘(calcium carbonate) 등을 지료에 섞어주었다. 이러한 안료의 함량이 증가함에 따라 표면강도가 약해진다. 이것은 안료가 코팅층에 미세 공극 구조를 형성하기 때문이다. 광물성 충전제로 사용되는 미세한 안료(fine pigment)는 접착제(adhesive)인 라텍스와 광물질 안료를 종이 표면에 잡아둔다. 그리고 알맞은 가공 특성이 생겨나도록 하는 기타 물질들과 함께 혼합된다. 또한, 표면 처리는 시료의 표면에 있는 공간 부분(void)을 좀 더 채우는 경향이 있어 건조와 광택 처리 후에 평활하고 인쇄에 알맞은 고른 시료 표면을 만들어 주어 광분산 표면을 제공함으로써¹⁰⁾ 인쇄물의 품질을 개선할 수 있다. 이처럼 clay, talc, 탄산칼슘(calcium carbonate) 등을 2가지 이상 혼합 사용하여 코팅지의 품질 특성(평활성, 불투명도, 잉크흡수성)개선과 원가절감, 작업성 개선 등이 그 사용 목적이라 할 수 있다.

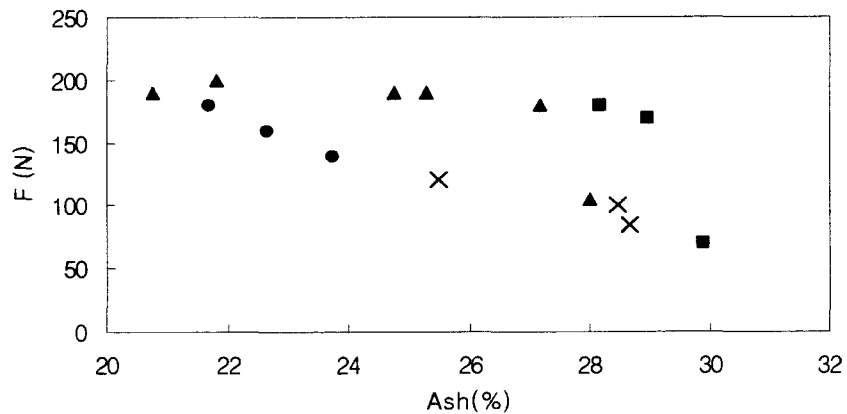


Fig. 7. The relationship between force and Ash (400℃).

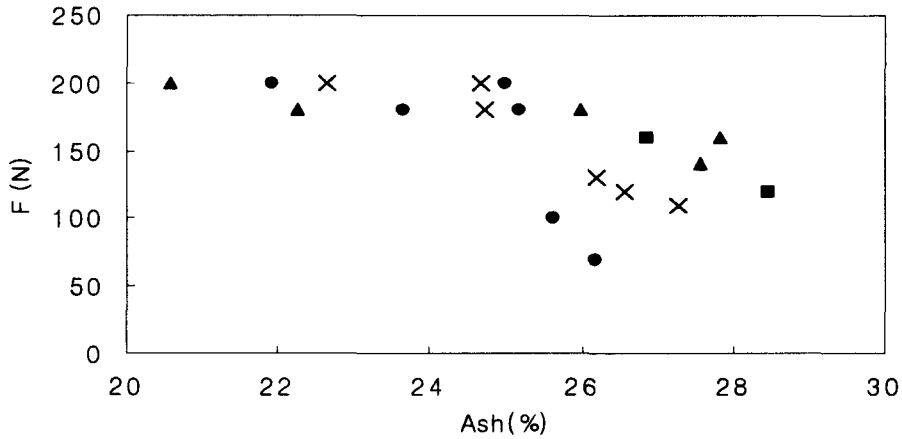


Fig. 8. The relationship between force and Ash (900°C).

본 연구에서 종이의 두께에 따른 표면강도를 직접 제작한 장치를 이용하여 측정하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

코팅지의 뜯김은 표면 가공 약품(coating color)이 도피량과 관계가 있음을 알 수 있었다. 종이의 도피층이 증가하고 그에 포함되는 라텍스 함유량이 뜯김 값에 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 또한 표면 가공 처리가 된 시료에서는 안료의 함량을 알 수 있는 회분이 증가할수록 표면강도가 감소함을 알 수 있다.

이처럼 용지의 표면강도를 측정하기 위하여 직접 제작한 실험 장치를 통해서 현재 국내에서 시판되고 있는 5개회사의 뜯김 현상의 정도와 그 원인에 대하여 고찰 할 수 있었으며, 이러한 방법은 종래에 사용하는 방법에 비해 보다 과학적인 접근이며 숙달되지 않은 실험자라도 손쉽게 측정하여, 데이터화 할 수 있는 장점이 있다는 것을 알 수 있다.

참 고 문 헌

- 1) Aspler, J. S., Linting and surface contamination: current status, Draft (2000).
- 2) Youn, J. T. and Bousfield, D.W., On the ink-paper interactions in printing(1): A novel Dry pick test method, The Korea printing society, 19 (3), pp.102~115 (2001).
- 3) Hsu, B., Tack stress and the picking resistance of paper, TAPPI, 46(7), pp.438~441 (1963).

- 4) Fetsco, J. M., Schaeffer, W.D. and Zettlemoyer, A.C., Sources of differences in picking results among press, TAPPI, 46(3), pp. 157~162 (1963).
- 5) Youn, J. T., Introduction of printing science, Pukyong University. pp. 224~226, pp. 2 226~227 (1995).
- 6) Youn, J. T., Introduction to printability, Pukyong University. pp. 183~184 (1995).
- 7) Aspler, J. S., Davis, S., Ferguson, S., Gurnagul, N. and Lyne, M.B., Reproducibility of the IGT surface strength tester, Tappi Journal, 68(5), pp. 112~115 (1985).
- 8) Meret, R.G. and Szanyi, L., The GFL surface strength test applied to newsprint and its relationship with offset linting, TAPPI, 64(9), pp. 177~178 (1981).
- 9) TAPPI Testing Method Surface strength of paper, TAPPI T459 om-88.
- 10) Casey, J. P., Pulp and paper chemistry and chemical Technology Volume IV, A wiley- interscience publication. pp. 2406, pp. 2 024 (1983).