

## Meta-aramid 섬유를 첨가한 난연지 제조용 바인더 탐색

김지섭, 이명구

강원대학교 제지공학과

### Binder for fire retardant paper with meta-aramid

Kim, J.S. and Lee, M.K.

Dept. of Paper Science and Engineering, Kangwon National University.

#### 1. 서 론

일반적으로 벽지는 목재섬유를 이용한 종이로 벽을 마감하는 것이 전부였으나, 사회가 다원화되고 소득이 향상됨에 따라 기능성이나 디자인적인 측면에서 벽지 가공이 이루어지게 되었으며 앞으로도 고급화와 차별화를 지향할 것으로 예상된다. 국내에서 생산되는 벽지의 대부분을 차지하는 PVC(polyvinylchloride)벽지는 난연성과 내화학적 성질이 종이벽지보다 우수하여 실크벽지라는 이름으로 널리 사용되고 있다. 그러나 PVC 벽지의 기능성을 높이기 위해 첨가되는 다양한 첨가제에서 발생하는 가소제와 중금속 등의 오염물질이 실내로 배출되어 실내 공기질을 악화시키고 있다<sup>1)</sup>. 가소제는 PVC 수지 제품에서 유연성과 가공성을 개량하기 위하여 사용되는 첨가제이며, diethylhexylphthalate(DEHP)는 연질 PVC에 사용되는 가소제의 40% 이상을 차지하고 있다.<sup>2)</sup> 실내공기 중 DEHP와 DBP는 PVC 벽지에 기인한다는 보고가 있다.<sup>3)</sup>

메타아라미드는 방향족 폴리아마이드(aromatic polyamide)로 고강도, 고탄성, 저수축등 내열성이 우수하여 불에 타거나 녹지 않으며 500°C가 넘어야 비로소 검게 탄화하므로 고내열성을 요구하는 방염복, 고온집진용 필터백, 변압기, 내연기관을 비롯한 전기제품에 사용된다. 이런 메타아라미드의 성질은 PVC를 대체하는 친환경적인 난연성 벽지 개발의 가능성을 보여주고 있다<sup>4)</sup>.

이 연구에서는 메타아라미드 수초지 제작에 적합한 바인더를 탐색하고 난연성과 물성을 측정하여 친환경적인 난연 벽지 제조용 원지로 사용하기 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시재료

Floc 형태의 meta-aramid를 난연재로 사용하였고, 바인더는 fibrid 형태의 meta-aramid와 PVA(용점 60℃)를 사용하여 수초지를 제조하였다.

### 2.2. 실험방법

#### 2.2.1. 바인더 종류별 수초지 제조

Meta-aramid(floc) 수초지의 강도를 부여하기 위하여 PVA와 meta-aramid(fibrid)를 바인더로 사용하여 수초지를 제조하였다(Table 1). 첨가제는 난연지 제조 연구<sup>5)</sup>에서 사용되었던 epoxy resin과 alkylketenedimer(AKD)를 각각 투입하였다.

Table 1. Sheet forming condition

Meta-aramid(floc) to binder ratio	6:4
Epoxy resin(%)	1.5
AKD(%)	0.25
Grammage(g/m <sup>2</sup> )	80
Sheet size (cm)	20 × 20

#### 2.2.2. 수초지 물성 평가

제조한 수초지는 TAPPI standard T405 om-83에 따라 조습처리한 뒤 인장강도, 인열강도, bulk, 투기도를 Table 2의 기준에 의거하여 측정하였다.

Table 2. Testing methods of paper properties

Paper properties	Standard methods
Tensile strength	T560 om-10
Tear strength	T414 om-88
Air permeability	T460 om-06

### 2.2.3. 난연성 평가

KS 7305에 의거하여 연소성 시험기((주)SUGA시험기 FL-45M형)로 종이의 난연성 시험을 시행한 후 탄화길이와 샘플의 탄화면적을 측정하여 난연성을 평가하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 바인더에 따른 종이 물성의 변화

Meta-aramid(floc)로 제조한 수초지는 바인더 종류에 관계없이 목재펄프로 제조한 종이보다 벌크한 구조를 나타내는 것을 알 수 있었다(Fig. 1). Fibrin을 사용하여 수초한 종이의 벌크가 가장 높게 나타났으며, PVA로 수초한 종이는 바인더가 용융되어서 종이의 불륨에 영향을 거의 미치지 않은 것으로 판단되었다.

투기도는 Fig. 2에서 나타는 것처럼 control 값보다 향상되는 것을 알 수 있었고, 바인더보다 meta-aramid(floc) 섬유의 영향으로 투기도가 향상된 것을 알 수 있었다. Fibrin은 미세 섬유로 이루어져 있기 때문에 floc 섬유 사이의 공극을 메워서 PVA보다 투기도가 조금 더 감소하는 것을 알 수 있었다.

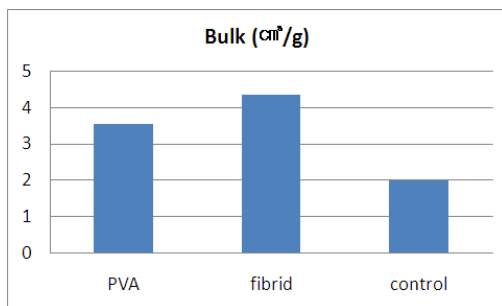


Fig. 1. Effect of binder on bulk

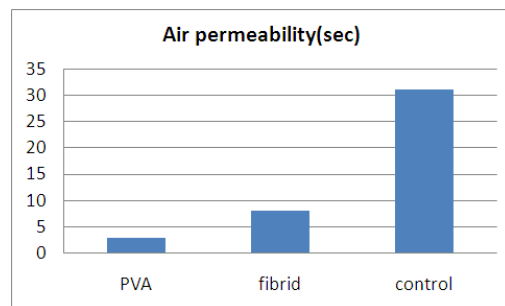


Fig. 2. Effect of binder on air permeability

Meta-aramid(fibrin)와 PVA를 바인더로 사용한 수초지 모두 목재펄프로 수초한 종이보다 인장강도가 감소하였고 PVA를 투입한 수초지의 강도는 fibrin을 투입한 수초지보다 두배 정도 높은 인장강도를 나타내었으며(Fig. 3), PVA의 경우에는 floc 섬유 사이에서 용융되어 강도 향상에 기여하므로 fibrin을 바인더로 사용한 수초지보다 우수한 강도를 나타내는 것으로 판단되었다.

인열강도의 경우에는 목재펄프로 수초한 종이보다 meta-aramid(floc) 수초지가 더 우

수하였으며, PVA를 바인더로 수초한 종이가 fibrid보다 더 높게 나타났다(Fig. 4). Floc 섬유의 길이가 길기 때문에 목재펄프로 수초한 종이보다 인열강도가 우수한 것으로 판단되며, PVA는 인장강도와 마찬가지로 floc 섬유 사이에서 용융되어 인열강도를 향상시키는 역할을 하고 fibrid는 floc 섬유간의 결합력을 향상시키는데 큰 영향을 미치지 못한다고 판단되었다.

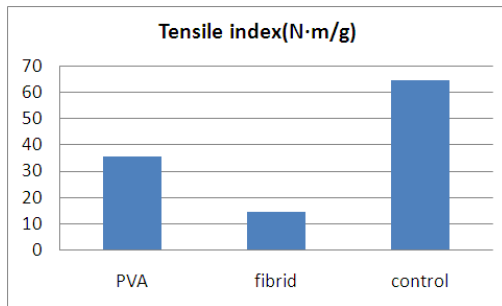


Fig. 3. Effect of binder on tensile index

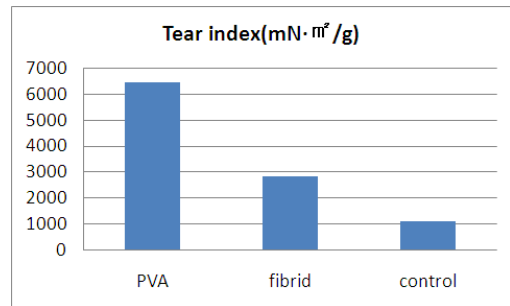


Fig. 4. Effect of binder on tear index

### 3.2 바인더에 따른 수초지 난연성의 변화

난연성 시험을 실시하였을 때 목재펄프로 수초한 종이는 전소하였으나 meta-aramid 로 수초한 종이는 난연성이 나타났다. PVA를 바인더로 사용한 경우 잔염시간이 11초로 불이 번지기는 하였으나 수초지가 전소되지는 않았고, fibrid를 바인더로 사용한 수초지의 경우에는 불이 전혀 붙지 않았으며 탄화길어도 2 cm를 넘지 않았다(Fig. 5). PVA의 경우에는 용점이 낮아 난연성을 부여하기에 부적합하다고 판단되며, fibrid는 성상이 다른 meta-aramid이기 때문에 floc과 결합하였을 때 우수한 난연성을 발현하는 것으로 판단되었다.

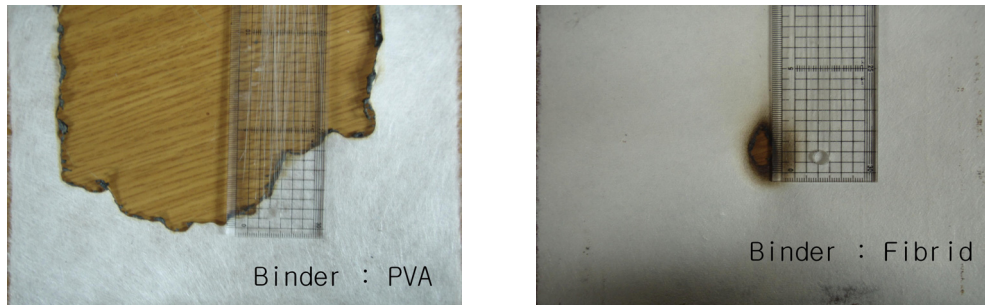


Fig. 5. Effect of binder on flame-retardency

#### 4. 결론

난연지 제조에 적합한 바인더를 탐색하기 위해 meta-aramid(fibrin)와 PVA를 이용하여 실험한 결과 인장강도와 인열강도는 PVA가 fibrin보다 우수한 것을 알 수 있었고 난연성은 fibrin이 우수한 것을 알 수 있었다. Meta-aramid 수초지는 목재펄프를 이용한 종이보다 인장강도가 불량하기 때문에 제조 공정상 지질이 생길 가능성이 있으므로 습강제 및 지력증강제의 첨가로 강도를 개선할 필요성이 있다. 원료의 경제성과 친환경성, 강도 개선 문제를 고려하여 목재펄프와의 최적의 배합비를 탐색하여 강도를 개선하고 후가공으로 난연성을 부여하는 연구가 필요하다고 사료된다. 후가공 공정시 약품 및 도료의 뒤묻음 현상을 방지하기 위해서는 투기도가 낮아지는 가공조건을 확립하는 것이 요구될 것이라고 판단된다.

#### 인용문헌

1. 이철원, 정탁교, 김만구, 시판 PVC 벽지 중 가소제 및 중금속 함량, 분석과학 vol.21, no.2, 135-142 (2008).
2. M. Wittassek, W. Heger, H. M. Koch, K. Becker, J. Angerer and M. Kolossa-Gehring, Int. J. Hyg. Environ.-Health, 210, 35-42(2007).
3. E. Uhde, M. Bednarek, F. Fuhrmann and T. Salthammer, Indoor Air, 11, 150-155(2001).
4. 김광희, 산업용 첨단 섬유 소재. 한국과학기술정보연구원(2006)
5. 이다희, 이명구, LM 섬유가 종이의 물성 및 난연성에 미치는 영향. 한국펄프·종이공학회 2011 춘계학술논문집, pp. 279-285 (2011).