

## 자동차 연료필터 적용을 위한 한지의 물리적 특성 연구

김현철<sup>\*1)</sup> · 전 철<sup>2)</sup>

한국니트산업연구원<sup>\*1)</sup> · 전주대학교 한지문화산업학과<sup>2)</sup>

### A Study on the Mechanical Properties of Hanji for Application of Automobile Fuel Filter

Hyun-Chel Kim<sup>\*1)</sup> · Cheol Jeon<sup>2)</sup>

<sup>\*1)</sup>Korea Institute for Knit Industry, Iksan, Jeonbuk 570-330, Korea (adhckim@daum.net)

<sup>2)</sup>Dept. of Hanji Culture and Industry, Jeonju University, Joenju, Jeonbuk, 560-759, Korea

#### ABSTRACT

In this study, as a fuel filter for automobiles, base paper which can filtrate the polluted particles must satisfy with the standards of each vehicle. and a filter of impregnation paper made that combining the base paper with the resin. Therefore, They were wanted to found out the factors that affect base paper and impregnation paper according to content of HPZ, Mulberry pulp(MP), Laub holze bleached kraft pulp(LBKP). The most important things we wanted to find out in base paper and impregnation paper test were weight, thickness, air permeability, burst and tensile strength, maximum pore size and mean pore size, stiffness. we wanted to measure a rate of change of these condition by adjusting a rate of mixing for HPZ, MP and LBKP. Moreover, It suited for an impregnation paper mixed with a rate of mulberry pulp 20%, HPZ 40% and LBKP 40%. Used resins in this study was Phenol, Acryl, PVAc. And as every resins, sample was divided into existence and nothing of embossing. as a fuel filter for automobiles, It was appeared that the suitable condition of base paper was a rate of mixing for HPZ(40%), MP(20%) and LBKP(40%).

## 1. 서론

자동차에 적용 되는 필터는 기공물질이나 금속 망을 이용하여 필터를 거쳐 유동하는 유체 속의 오염입자를 여과 제거함으로써, 유압부품의 침식 및 오작동을 방지한다. 즉, 필터는 오염입자를 제거함과 동시에 적절한 압력강하(pressure drop) 조건에서 시스템의 요구 유량을 통과시킬 수 있어야 한다. 따라서 입자 제거 효율과 시스템 압력 및 유량 사이의 관계를 고려한 필터 성능평가에 대한 연구가 필요하다.<sup>1)</sup>

또한 25 $\mu\text{m}$ 이상 금속마모입자들은 펌프, 밸브 및 모터의 Jamming 현상을 발생시킬 수 있으며, 이들은 궁극적으로 기계시스템의 파손을 초래한다. 25 $\mu\text{m}$ 이하의 금속 마모입자들에 의한 기계시스템의 급격한 파손은 거의 발생되지 않으나 점진적인 기능저하에 따른 기계요소들의 파손은 25 $\mu\text{m}$ 이하의 금속마모입자, 특히 0.5~5 $\mu\text{m}$ 크기의 미세 금속마모입자에 의해 발생된다.<sup>2)</sup> 이러한 미세 금속마모입자들은 윤활부품의 마찰표면을 마모시켜 새로운 오염입자를 발생시킬 뿐 아니라 시스템내의 윤활간격을 더 크게 넓혀 밀봉(sealing)부위에서의 유출량을 증가시킨다. 이러한 현상들은 펌프, 모터 및 실린더의 효율을 감소시키며 필요이상의 마찰열 또한 발생시키므로 기계요소에서의 동력손실을 초래한다.<sup>3)</sup>

본 연구에서는 차량에 사용되어지고 있는 연료 필터용 Base paper에 닥섬유(mulberry paper, MP)를 첨가하여 연료필터 요구사항에 필요한 평량(weight basis), 두께(thickness), 통기도(air permeability), 파열강도(burst strength)와 기공의 크기들(pore size)에 대한 특성을 알아보았고, 최적 조건의 base paper에 PVAc, Acryl, Phenol 등의 수지를 함침하여 만든 경화지의 물성 특성과 Embossing을 적용하였을 경우 변화를 통해 연료필터로의 적용 가능성을 고찰하였다.

## 2. 재료 및 방법

실험에 사용된 섬유는 닥섬유(MP)와 HPZ, Laub Holze Bleached Kraft Pulp (LBKP)를 일정량을 혼합하여 나타는 물리적 특성을 파악 하고자 하였다. 차량용 연료 필터 Base paper sample은 5가지를 만들어 측정하였다. Table 1은 실험에 사용된 Base paper sample의 MP, HPZ, LBKP의 혼합율을 표기한 것이다. Impregnation

paper sample은 Base paper sample ⑤에 필터를 만들 때 사용되어지는 수지 중 대표적인 수지인 Phenol, Acryl, PVAc 3가지를 사용하여 Embossing(이하 Emb라 함) 존재 여부로 나누어 6가지를 만들어 측정하였다.

각 sample에 대한 시험은 전폭을 기준으로 하여 다시 8개의 sample를 만들고 차량용 연료필터의 요구성능 항목인 평량(카스, 한국), 두께(Mihelm, 독일), 파열강도(TOYOSEKI, 일본), 기공도(상반제작소, 일본), 투기도(TASUDA, 일본), 인장 강도(Lloyd, 영국), 경도(Lloyd, 영국)는 각 측정 장비를 사용하여 측정하였다. 또한, Base paper sample의 SEM 사진을 촬영하여 공극의 분포와 배열 상태를 확인하였다.

Table 1. Contents of test base paper sample

Sample	①	②	③	④	⑤
MP[%]	20	50	50	30	20
HPZ[%]	10	6	25	35	40
LBKP[%]	70	44	25	35	40

Table 2. Weight and thickness of base paper

Sample	①	②	③	④	⑤	Standard
weight (g/m <sup>2</sup> )	99	82.6	85.3	79.2	97	93±5
thickness (mm)	0.29	0.3	0.27	0.26	0.33	0.26±0.05

### 3. 결과 및 고찰

Table 2는 각 Base paper 샘플에 대한 평량과 두께를 나타낸 것이다. 차량용 연료필터로서 기준 평량에 적합한 샘플은 ⑤번 샘플이 적합하였고 닥섬유(MP) 함량이 동일한 경우 LBKP의 함유량이 많을수록 평량이 증가하였다. Base paper의 두께는 동일 비율의 닥섬유(MP) 함유량일 경우 HPZ의 함유량이 증가할수록 증가하였다.

Fig. 1은 각 Base paper 샘플의 투기도를 나타낸 것이다. 투기도는 공기 300cc가 직경 10mm인 원을 통과하는데 걸리는 시간(sec)으로써 필터용 base paper에서는 가장 중요한 인자라고 할 수 있고 기준이 15.0±3 sec 정도이다. 동일 닥섬유(MP) 함량 20%인 경우 단섬유인 LBKP의 함유량이 증가함에 의해 투기도가 증가하였으나 동일 닥섬유(MP) 함량 50%인 경우 HPZ와 LBKP에 양의 변화와는 무관하게 평균치가 거의 비슷한 것을 확인 할 수 있다. 이는 닥섬유(MP)의 함유량이 많아 Paper상에서 섬유들 간의 분포가 불균일하게 되어 투기도 값이 불균일하게 나온 것으로 생각된다.

Fig. 2는 각 Base paper 샘플의 파열강도를 나타낸 것이다. 파열강도는 동일 단섬유(MP) 함유량일 경우 단섬유인 LBKP의 함유량이 많을 경우에 증가하였다.

Fig. 3과 4는 각 Base paper 샘플에 대한 최대 기공의 크기와 평균 기공의 크기를 나타낸 것이다. 최대 기공도는 차량용 필터제작시 필터링이 되지 않고 통과하게 되는 입자의 최대크기를 의미하고 평균 기공의 경우 통과하는 입자들의 평균 크기를 의미한다. 일반적으로 차량용 연료필터의 최대 기공도는  $40 \pm 5 \mu\text{m}$ , 평균 기공도는  $30 \pm 5 \mu\text{m}$  범위이다. Fig. 3과 Fig. 4에서 Base paper의 기공도 분포를 확인한 결과 샘플 ④번과 ⑤번이 균일한 분포를 보였다.

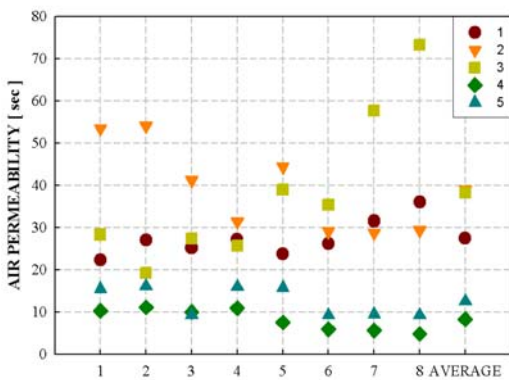


Fig. 1. Air permeability of base paper.

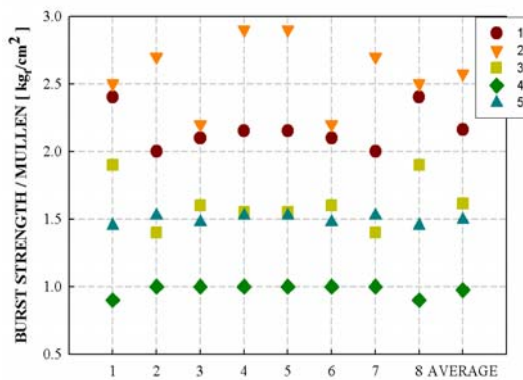


Fig. 2. Burst strength of base paper.

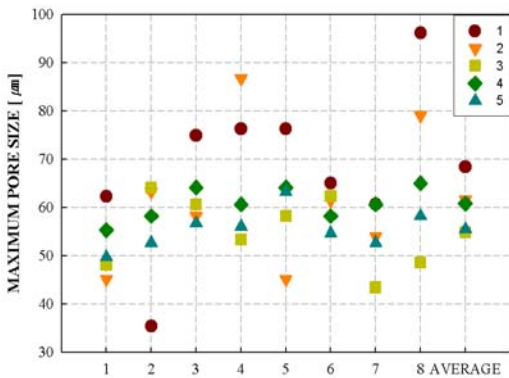


Fig. 3. Maximum pore size of base paper.

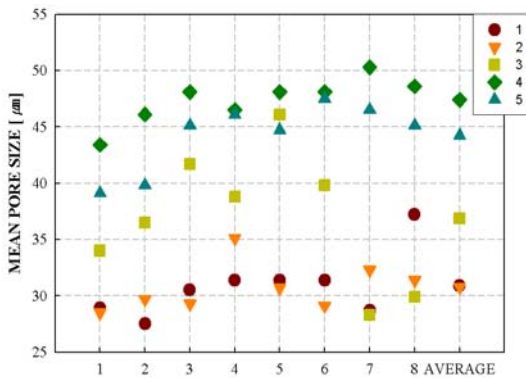


Fig. 4. Mean pore size of base paper.

Fig. 5는 Base paper 샘플의 SEM사진을 100배로 촬영하여 나타낸 것이다. SEM사진은 섬유 배열 및 결합 상태, 섬유의 직경을 확인 결과, 샘플 ⑤가 ①보다 공극이 적어 투기도가 향상된 것을 확인하였다.

Fig. 6은 Base paper 샘플 ⑤에 수지처리 및 Embossing 적용 유무에 따른 각 샘플의 투기도를 나타낸 것이다. Phenol과 Acryl 수지 처리의 경우 Embossing이 있는 경우가 없는 경우보다 투기도가 좋은 것을 알 수 있다. 이는 Embossing이 있는 경우 공기가 통과하는 면적이 넓어 투기도가 좋은 것으로 생각된다. PVAc의 경우 Embossing의 존재여부와 관계없이 투기도의 차이가 없다. 이는 PVAc의 영향이 Embossing의 투기도에 미치는 영향을 상쇄시키기 때문이라고 생각되어 진다.

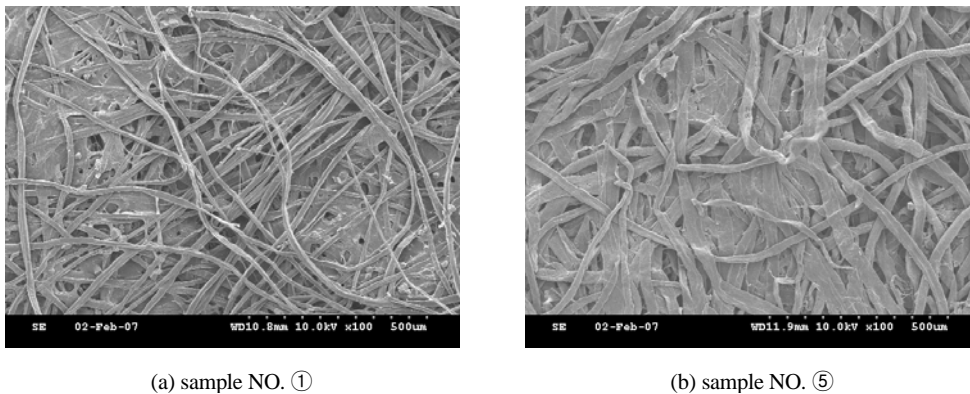


Fig. 5. SEM picture of base paper sample.

Fig. 7은 Impregnation paper 샘플에 대한 인장강도를 나타낸 것이다. Acryl과 PVAc가 Phenol에 비해 인장강도가 높았고 Embossing 처리된 경우가 없는 경우보다 인장강도가 낮았다.

Fig. 8은 Impregnation paper 샘플의 수지처리 및 Embossing 유무에 대한 경도를 나타낸 것으로 모든 수지 처리에서 Embossing 처리가 없는 경우에 경도가 더 높은 것을 알 수 있다.

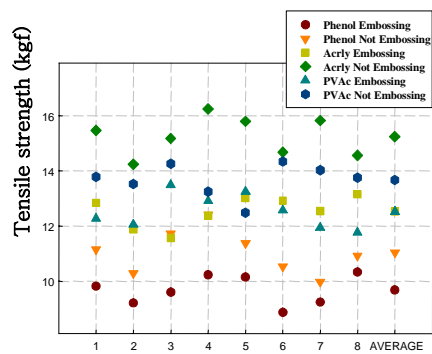
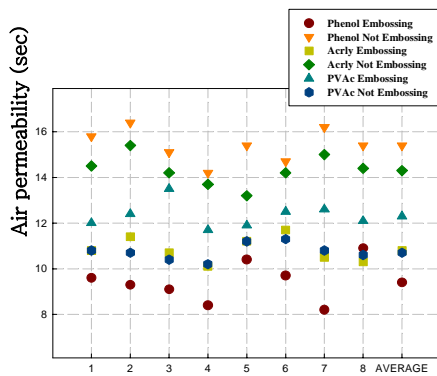


Fig. 6. Air permeability of Impregnation paper. Fig. 7 Tensile strength of Impregnation paper.

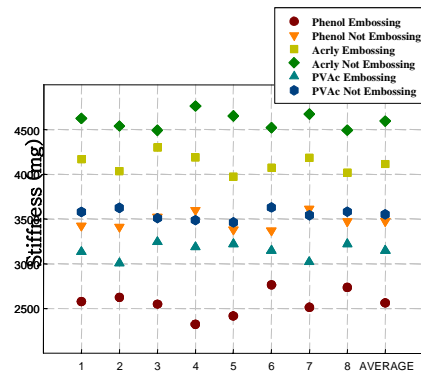


Fig. 8. Stiffness of Impregnation paper.

#### 4. 결론

닥섬유(MP)가 함유된 한지를 이용 차량용 연료필터 적용을 위해 제조된 Base paper 및 Impregnation paper에 대한 물리적 특성을 고찰한 결과, 닥섬유(MP) 20%, HPZ 40%, LBKP 40%로 조성된 한지가 차량용 연료필터 요구 성능인 평량, 두께, 투기도, 파열강도, 최대기공도와 평균기공도, 인장강도 그리고 경도에 최적의 물성 특성을 나타내었다. 또한 Base paper에 대한 Phenol, Acryl, PVAc 수지처리 보다는 Embossing 유무에 따라 투기도와 기공도가 반비례함을 알 수 있었다.

## 5. 참고문헌

1. J. C. Lee and J. H. Jang, "Performance Evaluation of an Automotive Fuel By Multi-Pass Filtration Test," Transactions of the KSAE, 10(6): 219-226 (2003).
2. B. M. Verdegan and J. A. Stinson, "Interpretation of filter ratings for lubrication systems," Lub. Eng., 44(5): 424-430 (1988).
3. B. G. Ahn, U. S. Choi, O. K. Kwon, and T. J. Moon, "The Filtrational Characteristics of Magnetic Fibrous Polymeric Filter as an oil Filter for Automotive," Transaction of the KSAE, 4(5): 179-186 (1996).