

아마섬유를 이용한 자동차 내장재의 제조 및 물성

전한용, 이창현*, 국운환
 전남대학교 섬유공학과, *(주)태봉섬유

1. 서론

자동차의 안정성과 고급화가 요구, 진행됨에 따라 자동차 내장재도 전자화와 더불어 고성능화 및 고급화가 요구되고 있으며 특히 원료면에서 합성섬유가 아닌 천연섬유를 이용한 내장재의 개발로 소음, 방진등 자동차의 쾌적성 향상과 폐기 후 발생하는 환경오염 문제의 개선도 고려되고 있다. 한편, 자동차 내장재에 사용되는 섬유재료중에서 부직포 및 부직포 관련제품은 주로 바닥 카페트, 천정, 도어의 안쪽 충전재, 트렁크 매트와 공기 및 연료정화 필터, 도어 패널용 보강재, 내열 및 방음용 펠트, 시트부자재 등 그 용도가 매우 광범위하며 대부분 폴리에스테르, 폴리프로필렌 등의 합성섬유가 사용되고 있다. 그러나 이들 합성섬유는 분해성의 결여로 인하여 폐기 후 환경오염의 원인이 되며 자동차 내장재의 고급화 및 쾌적화에 적합치 않은 문제점들을 내포하고 있어 천연섬유소재의 사용이 절실하게 요구되는 실정이다. 본 연구에서는 자동차 내장재의 고성능화 및 폐기 후의 분해성을 고려하여 아마섬유로 부터 웹을 만든 다음 니들펀칭법으로 부직포를 제조하였고 폴리프로필렌 섬유를 아마섬유와 적정량 혼합한 웹으로부터 니들펀칭 및 열융착 부직포를 제조하였다. 그리고 이들 부직포 제품의 역학적 특성, 공기투과도, 필링특성, 단열성질, 흡음성 등을 측정, 분석하여 자동차 내장재로서의 성능을 고찰하였다.

2. 실험

2.1 웹 및 부직포의 제조

2.1.1 웹의 제조

라인(line)상태의 아마섬유를 3~5회 실린더 가공을 거쳐 4cm정도의 단섬유로 만든 다음 Shirley Co.(영국)의 Mini-Carding M/C을 이용하여 기본 중량 115g/m²의 웹을 제조하였다. 그리고 PP/아마섬유 혼합웹의 경우 binder fiber로 최적 융착효과를 얻을 수 있는 20%의 PP섬유(섬유장 4cm, 1d)와 앞의 실린더 가공을 거친 80%의 아마섬유를 혼합하여 같은 방법으로 웹을 제조하였다.

2.1.2 부직포의 제조

니들펀칭부직포의 경우 stroke 횟수를 400회로 하여 100% 아마섬유 부직포와 PP/아마섬유(20/80) 부직포를 다음과 같이 제조하였다.

NP - 1~3 : 니들펀칭 아마섬유부직포
 NP - 4~6 : 니들펀칭 PP/아마섬유(20/80) 부직포
 (, 여기서 1, 4 : 342 g/m²
 2, 5 : 453 g/m²
 3, 6 : 568 g/m² 임.)

그리고 열융착 부직포의 경우 PP/아마섬유(20/80) 웹을 온도 : 186℃, 압력 : 6kgf/cm², 시간 : 1

초의 조건으로 부직포를 다음과 같이 제조하였다.

TB-1~3 : 열융착 PP/아마섬유(20/80) 부직포
(, 여기서 1 : 115 g/m²
2 : 232 g/m²
3 : 342 g/m² 임.)

라인(line)상태의 아마섬유를 일정길이로 절단한 다음 실린더 가공을 한 후 소면 공정을 거친 웹과 폴리 프로필렌/아마섬유를 20/80으로 혼합시킨 웹을 사용하여 니들펀칭법과 열융착법으로 부직포를 제조하였다.

2.2 물성측정

제조된 부직포의 섬유상호간 배열상태를 확인하기 위하여 형태학적 구조를 관찰하였으며 역학적 성질(인장, 인열, 압축, 파열, 마모, 굽힘특성 등)과 필링(pilling)특성, 공기투과도, 내열성(단열 특성), 흡음성 등을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 웹의 특성

아마섬유와 PP섬유의 섬유장을 ASTM D 1440에 의거 측정한 결과 아마섬유는 실린더 처리를 거치면서 일정길이로 절단되었기 때문에 섬유장의 오차가 ~3%이었고 PP섬유의 섬유장 오차도 ~2% 정도이었다. 그리고 이들 웹의 섬유배열을 전자주사 현미경(SEM)을 통하여 분석한 결과 random하게 섬유들이 서로 얽혀 있어서 부직포 제조의 이상적인 구조임을 확인하였다.

3.2 부직포의 특성

3.2.1 역학적 성질

3.2.1.1 인장성질

9 가지 부직포의 인장강도를 ASTM D 4632에 의거, 측정하여 Fig. 1과 2에 나타내었다. 니들펀칭 부직포의 경우 같은 중량에서 아마섬유의 경우보다 PP/아마섬유의 인장강도 값이 큰데 이것은 PP섬유가 crimped되어 아마섬유와의 결속효과가 좋아지기 때문에 나타나는 결과이다. 또한 중량과 섬유조성이 같은 NP-4와 TB-3의 경우TB-3이 인장강도가 큰 값을 나타내는데 그 이유는 TB-3의 융착효과에 의한 결합력의 향상 때문으로 생각된다.

3.2.1.2 압축 및 마모성질

ASTM D751과 38에 의거, 압축 및 마모성질을 측정한 결과 압축에 대한 회복율은 니들펀칭 부직포보다는 열융착 부직포의 경우가 더 좋을 수 있었다. 내마모성은 니들펀칭 부직포의 경우 PP/아마섬유(20/80)부직포의 내마모성이 아마섬유 부직포보다 우수한 경향을 나타내었고 중량이 작을수록 내마모성이 저하됨을 보였다. 그러나 열융착 부직포의 경우에는 중량이 적을수록 융착효과가 좋기 때문에 내마모성이 우수함을 알 수 있었다.

3.2.1.3 인열 및 파열성질

ASTM D 4553에 의거, 인열강도를 측정, 분석한 결과 인장강도의 경우와 비슷한 경향을 보였으며 이는 인장성질이 우수한 부직포가 인열성질도 우수함을 입증하고 있다. 그리고 ASTM D 3776에 의거, 각 시료의 파열강도를 측정한 결과 파열강도는 부직포 구성섬유의 엉킴상태에 크게

영향을 받기 때문에 니들펀칭 부직포의 경우 섬유 엉킴상태가 좋은 NP-6, 열융착 부직포의 경우에는 TB-1의 파열에 대한 저항성이 가장 우수하였다. 한편, 열융착 부직포의 경우에는 binder fiber인 PP섬유가 융착되어 있는 부분을 중심으로 응력집중에 의한 파열이 진행됨을 알 수 있었고 중량이 동일하고 섬유 혼합조성이 같은 NP-4와 TB-3의 경우에는 열융착에 의해 섬유의 결합상태가 강화된 TB-3의 파열성질이 좋음을 나타내었다.

3.2.1.4 굽힘 성질

굽힘특성을 ASTM D 1388에 의거, 측정 검토한 결과 bending rigidity는 니들펀칭 부직포의 경우 중량과 두께가 커질수록 향상되었으며 열융착 부직포의 경우 융착상태가 좋은 TB-1의 경우가 우수함을 알 수 있었다.

이상의 역학적 성질을 종합해보면 니들펀칭 부직포의 경우에는 중량이 커질수록, 열융착 부직포의 경우에는 융착효과가 좋은 적정중량(115g/m²)일수록 우수한 물성을 가짐을 알 수 있었으며 이들 물성치에 적합한 자동차 내장재의 용도를 채택함이 바람직하다고 생각된다.

3.2.2 필링성질

ASTM D 3511에 의거, 필링(우모발생)특성을 측정된 결과 이들 시료 모두 마모성질과 같은 경향을 보였으며 마찰에 의한 저항성을 측정하는 필링특성이 내마모성과 상호관계가 있음을 알 수 있었다. 즉, 내마모성이 좋은 열융착 부직포의 경우 마찰시 필링발생이 적기 때문에 섬유탈락에 의한 손상을 방지할 수 있어 내구성을 요하는 용도에 적합하다고 생각된다.

3.2.3 공기투과도

자동차 내장재용 부직포의 공기투과도는 다음의 내열성 및 흡음성과도 밀접한 관계가 있을 뿐만 아니라 자동차 실내의 공기순환에 따른 위생적인 특성에도 영향을 미치게 된다. ASTM D 737에 의거하여 공기투과도를 측정된 다음 Fig. 3과 4에 나타내었다. 니들펀칭부직포의 경우 그림5에서 처럼 중량이 커질수록 섬유와 섬유사이의 공간이 많아지지만 펀칭에 의한 압착에 의해 조밀하게 결합되므로 공기투과도는 작아지며 동일 중량 및 섬유조성의 경우 PP/아마섬유(20/80) 부직포가 약간 낮은 값을 나타내었다. 또한 중량이 커질수록 공기투과도가 커지는데 이는 융착효과 저하에 의한 공기투과도의 향상이라고 생각되며 TB-3의 경우, 같은 조건의 니들펀칭 부직포(NP-4)에 비해 낮은 공기투과도를 나타내는데 이는 열융착시 binder fiber인 PP섬유가 융착된 부분 때문에 공기흐름의 저항이 커지기 때문이며 NP-4의 경우 펀칭시 니들이 통과한 부분이 공기흐름을 좋게 하기 때문이다.

3.2.4 내열성(단열성질)

ASTM D 1637에 의거, 단열특성을 측정된 다음 TIV(Thermal Insulation Values)값으로 그 결과를 Fig. 5와 6에 나타내었다. 자동차 내장재의 단열특성은 앞의 공기투과도에서 지적한 바와같이 부직포내의 섬유와 섬유사이의 공간의 크기에 비례하므로 니들펀칭 부직포의 경우 중량이 커지면 체적은 증가하지만 상대적으로 섬유와 섬유사이의 공간이 압축되어 열을 포획할 수 있는 체적이 감소하여 단열 효과가 좋아짐을 보이고 있다. 그러나 아마섬유 부직포 보다 PP/아마섬유(20/80) 부직포의 단열특성이 저하되는 이유는 PP섬유의 열전도성에 영향을 받기 때문이며 이러한 이유로 열융착 부직포의 경우에는 동일 중량 및 혼합 조성을 가진 NP-4 보다 TB-3의 단열특성이 저하되며 융착효과의 점도에 따라 전반적으로 단열 특성도 저하됨을 보이고 있다.

3.2.5 흡음성

외부로 부터의 소음을 차단하는 특성인 흡음성능은 일반적으로 기공이 외부 매체와 직접 연결되어 있는 열린 연속기공구조를 가진 다공성 재료가 우수하다고 알려져 있다. 그러므로 흡음성은 앞서 언급한 공기투과도 및 내열성과 밀접한 관계가 있다고 볼 수 있으며 ASTM C 919에 의거,

자동차 주행시 발생하는 소음의 주파수 영역(250Hz~2kHz)에서 부직포의 흡음율을 측정하여 Fig. 7과 8에 나타내었다. 여기서 열융착 부직포 보다는 니들펀칭 부직포의 흡음율이 뛰어난 것을 알 수 있었고 이는 공기투과도 및 단열성질과 같은 경향을 나타내고 있다. 이상에서 고찰한 바와 같이 부직포의 특성 가운데 특별히 자동차 내장재의 고성능화 특성과 관계있는 공기투과도, 단열성질, 흡음성 등은 서로 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다.

4. 결론

아마섬유 및 아마섬유와 폴리프로필렌 섬유로 부터 제조된 니들펀칭 및 열융착 부직포의 역학적 성질, 공기투과도, 필링성질, 단열성질, 흡음성 등을 측정, 분석하고 자동차 내장재로서의 성능을 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 니들펀칭법의 경우에는 중량이 커질수록, 열융착법의 경우에는 중량 115g/m²에서 역학적 성질이 제일 우수하였다. 그리고 필링성질은 내마모성과 같은 경향을 보이며 열융착법을 이용한 PP/아마섬유(20/80)의 경우 니들펀칭 부직포보다 필링성질이 향상되었다.
- 2) 공기투과도는 니들펀칭법의 경우 중량이 증가할수록 감소하였으며 동일 중량 및 섬유조성의 경우 열융착법의 PP/아마섬유(20/80) 부직포가 약간 낮은 값을 나타내었다. 한편, 열융착법의 경우에는 중량이 증가함에 따라 감소하였다.
- 3) 단열성질과 흡음성은 공기투과도와 밀접한 관계에 있으며 니들펀칭 및 열융착 부직포의 경우 중량증가에 따라 단열성질과 흡음성이 향상되었다.

참 고 문 헌

1. J. Lünenschloss and W. Albrecht, "Non-Woven Bonded Fabrics", John Wiley & Sons, New York, 1985
2. J. W. S. Hearle, "A Theory of Mechanics of Needled Fabrics", The Textile Trade Press, Manchester, 1972.
3. 1987-1988 年度 自動車用 内装材の動態, 大阪 CMC 리サーチ 시리즈, 昭和 62年.
4. B. Hartmann, "Acoustic Properties", Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, 2nd Ed., 1985.
5. SAE Inc., "Automotive Textiles", 1995. 1. R. M. Koerner, Designing with Geosynthetics, 3rd Ed., 426-623, Prentice Hall, (1994)

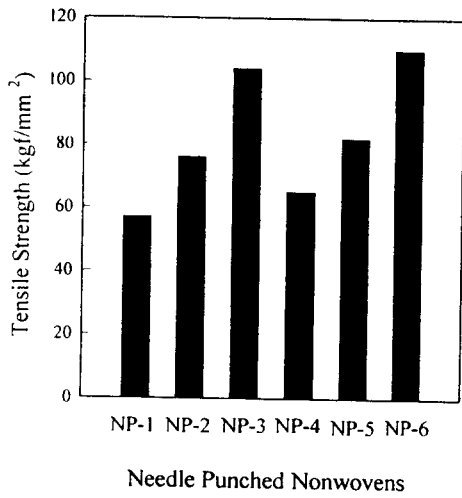


Figure 1. Tensile strength of needle punched flax nonwovens

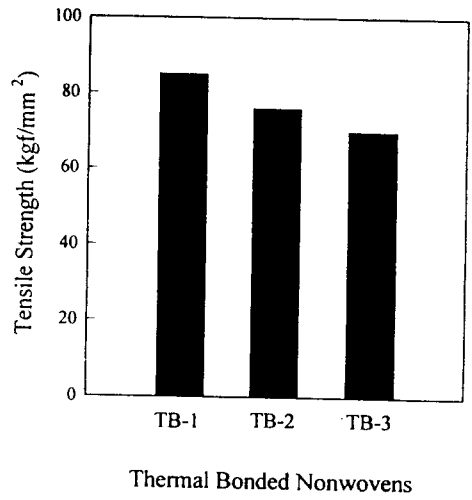


Figure 2. Tensile strength of thermal bonded PP/flax nonwovens

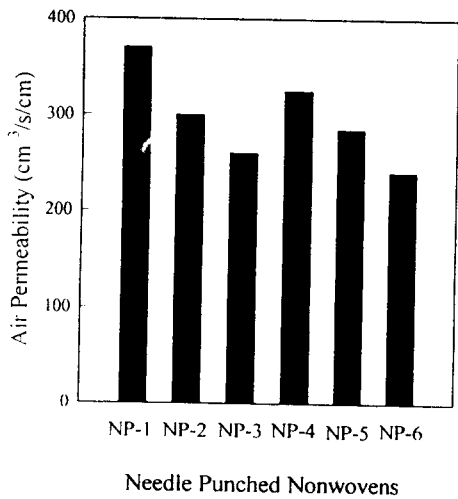


Figure 3. Air permeability of needle punched flax nonwovens

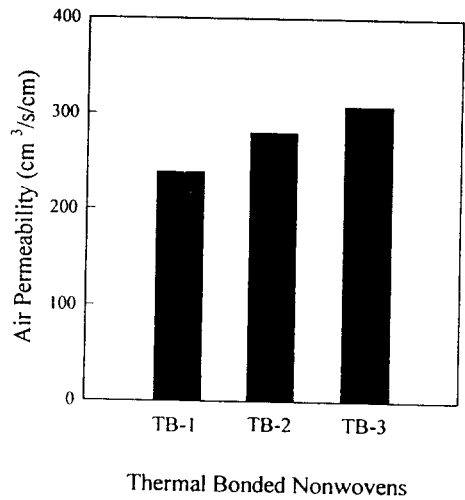


Figure 4. Air permeability of thermal bonded PP/flax nonwovens

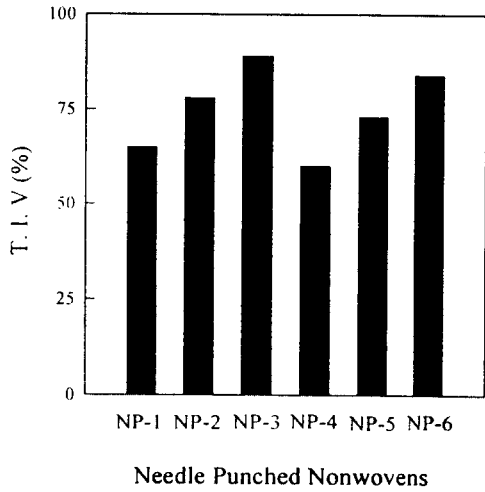


Figure 5. T.I.V values of needle punched flax nonwovens

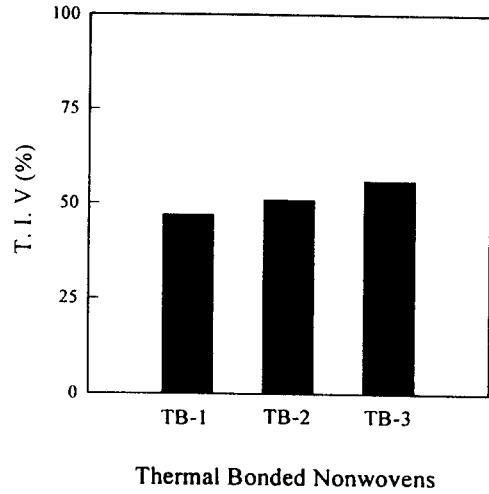


Figure 6. T.I.V value of thermal bonded PP/flax nonwovens

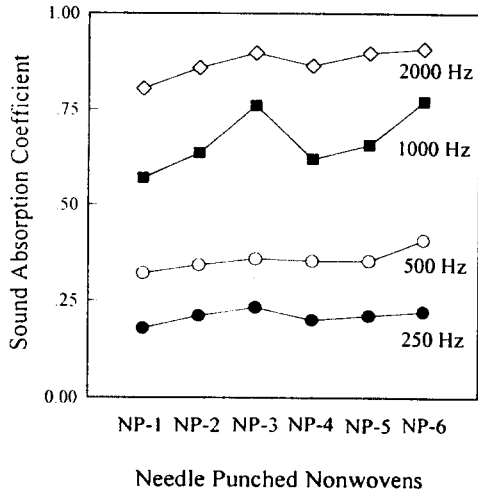


Figure 7. Sound absorption coefficients of needle punched flax nonwovens

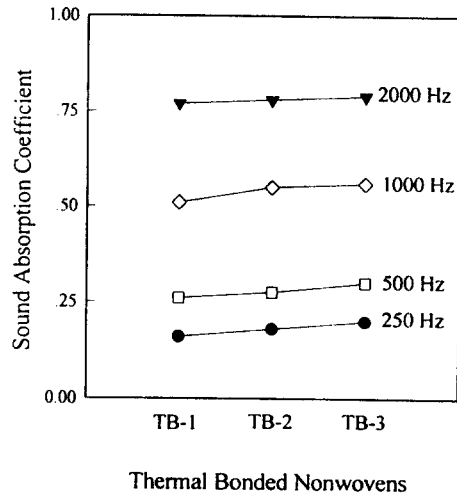


Figure 8. Sound absorption coefficients of thermal bonded PP/flax nonwovens