

부직포 복합재료의 통기성에 관한 연구

장경호, 전한용, 국윤환
전남대학교 섬유공학과

1. 서론

3차원 구조이며 불규칙적으로 배열된 부직포는 높은 기공도를 갖는 기공성 재료로써, 부직포에 형성되어 있는 기공은 섬유 자체 내에 존재하는 미세 기공과 섬유 상호간에 형성된 거대 기공으로써 크게 구분하여 생각할 수 있다. 부직포의 기공은 직물의 경우와 비교하여 복잡하고 동일한 기공 크기를 갖지 않으며, 부직포의 기공 분포나 형태는 유체의 흐름에 큰 영향을 미친다.

본 연구에서는 적층된 부직포 복합재료의 공기 투과도는 적층된 부직포 각각의 공기 투과성과 결합 상태에 의해 영향을 받는다는 사실을 감안하여 복합재료의 접착 온도에 따른 투과성 변화와 적층 부직포의 적층 수에 따른 투과성 변화 등을 평가하였다.

2. 실험

2.1 시료

스핀본드 폴리프로필렌 부직포(SB)와 니들 펀칭 폴리프로필렌 부직포(NP)를 사용하여 복합재료를 제조하였으며, 중량에 따른 통기성을 비교하기 위해 같은 섬유로 제조된 스펀본드 니들 펀칭 폴리에스테르 부직포를 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 부직포 복합재료 제작

NP2 복합재료는 니들 펀칭 폴리프로필렌 부직포(NP) 2장을 183℃에서부터 187℃까지 온도를 상승시킴에 따라 결합하였다. 이 때 압력은 1kgf/cm^2 로 일정하게 유지하였으며 결합 시간은 15초이었다. NS 복합재료는 니들 펀칭 폴리프로필렌 부직포와 스펀본드 폴리프로필렌 부직포(SB)를 157℃에서 161℃까지 온도를 변화시켜 결합시켰다. 이 때의 압력과 시간은 1kgf/cm^2 와 3초이다.

2.2.2 공기투과도 측정

공기 투과도는 ASTM D737에 의거하여 시료에 의해 생기는 압력차를 일정하게 했을 때

단위 면적의 시료를 통과하는 공기의 속도를 측정하는 Frazier형 공기 투과도 시험기를 이용하여 측정하였다.

2.2.3 중량측정 및 두께 측정

ASTM D 3776에 의거하여 중량을 측정하였고, ASTM D 5729에 의거하여 두께를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 다층 부직포의 결합 온도와 공기투과도의 관계

NP2 복합재료의 결합온도에 따른 공기 투과도를 Fig. 1에 나타내었으며, NP2의 결합 온도는 184℃를 중심으로 온도가 상승함에 따라 공기 투과량은 점점 증가하였다. 이러한 결과는 184℃에서 결합된 NP2 복합재료의 상층부 NP가 가장 낮은 공기 투과도를 가지기 때문이며, 183℃에서의 공기 투과량이 더 커지는 이유는 상층부의 NP의 투과도가 커지기 때문이다. 따라서 상층부의 NP의 공기 투과량이 184℃의 경우보다 커지게 되며, 185℃이상에서의 공기 투과량이 커지는 이유는 185℃부터 결합점이 용융되기 시작하여, 용융점에 의해 틈이 생기고, 상층부 NP의 공기 투과는 커지기 때문이라 생각된다. Fig. 2는 NS 복합재료의 결합 온도에 따른 공기 투과량을 나타내었다. 여기서 160℃까지는 큰 변화를 관찰할 수 없고, 161℃에서는 투과량의 변화가 커짐을 알 수 있으며 이러한 이유는 161℃에서 상층부의 스펀본드 폴리프로필렌 부직포가 용융되어있기 때문이라고 생각된다. 한편, Fig. 1과 비교하여 온도가 상승함에 따라 일정한 상태가 유지되는 이유는 하층부에 있는 NP의 용융 온도가 161℃보다 크기 때문에 하층부의 NP의 공기 투과량은 일정하게 유지되기 때문이며, 상층부의 SB는 160℃까지 투과량의 변화가 적음을 알 수 있다. 공기 투과량은 투과량이 적은 부직포의 영향을 더 많이 받으므로, 비슷한 투과도를 갖는 NP에 의해 160℃까지는 비슷한 값을 가지게 되지만, 161℃에서의 투과량 증가는 상층부 SB의 용융에 의해 SB의 공기 투과량의 변화가 매우 크기 때문에 NS 복합재료의 공기 투과량이 커졌다고 생각된다.

3.2 중량 변화와 공기 투과도의 관계

Fig. 3에는 중량이 160 g/m²인 니들 편칭 폴리프로필렌 부직포를 1장에서부터 5장까지 적층시켜 적층수에 따른 공기 투과량을 나타내었으며, 적층수에 따라 공기 투과량은 반비례함을 알 수 있다. Fig. 4는 공기 투과량의 역수인 변수 b와 니들 편칭 폴리프로필렌 부직포의 적층 수 n과의 관계를 나타내었으며, 변수 b와 적층 수 n은 선형적인 관계를 나타내고 있다.

$$b = 0.01375 \times n \quad (1)$$

한편, 변수 b를 공기 투과량 V로 치환하면

$$\begin{aligned} \frac{1}{V} &= 0.01375 \times n \\ V &= \frac{72.72}{n} \end{aligned} \quad (2)$$

Fig. 5는 중량에 따른 공기 투과량의 변화를 나타낸 것으로서, 본 실험에 사용된 부직포의 중량은 각각 137, 248, 467 g/m²이며, 두께는 각각 1.53, 2.41, 3.62 mm인 스펀본드 니들 펀칭 폴리에스테르 부직포이다. 여기서 137 g/m²인 얇은 부직포는 248, 467 g/m²인 부직포에서 예상되는 공기 투과량보다 더 작은 투과량을 보이고 있으며, 이러한 차이는 기공도(전체 부피 ÷ 기공의 부피)의 차이에 기인한다고 생각된다. Fig. 6은 공기 투과량의 역수인 변수 b와 중량의 관계를 나타낸 것이며, Fig. 4의 변수 b와는 많은 차이가 있음을 알 수 있다. Fig. 4는 중량의 증가와 두께 증가가 비례하지만 Fig. 6에서는 중량의 증가와 두께의 증가가 일정하게 유지되고 있지 않다. 그러므로 Fig. 6의 변수 b는 선형적인 관계를 나타낼 수 없다.

3.3 기공과 공기 투과도의 관계

부직포 안에서의 유체의 흐름은 기공의 크기와 형태, 단위 면적당 기공의 수에 의해 크게 좌우된다. 또한 유체의 흐름은 제조 기술, 섬유의 구조, 형태, 꼬임, 섬도와 종류 등에 의해서도 영향을 받는다. 본 실험에 이용된 스펀본드 폴리프로필렌 부직포의 경우 두께와 단위 면적당 중량이 0.18mm, 30g/m²인 매우 얇은 부직포이다. Fig. 7은 스펀본드 폴리프로필렌 부직포 3점을 적층시킨 복합재료의 기공의 영향을 평가하기 위해 복합재료의 평처수와 공기 투과도의 관계를 나타내었다. Fig. 8은 스펀본드 폴리프로필렌 부직포 4점을 적층시킨 시료의 평처수와 공기 투과도의 관계를 나타내었다. Fig. 7과 Fig. 8은 평처에 의한 투과도 변화가 거의 일정하게 증가되고 있음을 보여주고 있다. 또한 6개의 평처가 존재함에도 불구하고, 투과량 편차는 평균 10.47과 8.39cc/cm²/sec 정도로써 평처가 없을 때의 최대 편차, 13.58과 9.59cc/cm²/sec 보다 작다는 것을 알 수 있다. 따라서 공기 투과량은 거대 기공의 개수에 영향을 받는 것보다는 기공의 양을 나타내는 기공도의 영향을 더 많이 받는다는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결론

부직포 복합재료의 공기 투과성을 실험한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 열융착된 다층 부직포 복합재료에서 공기 투과량은 결합 온도에 따라 투과량 변화가 있

었다. 결합점에서 용융되지 않고 잘 결합되어있는 복합재료의 경우 공기 투과량은 적었다. 그러나 NP₂와 NS 복합재료의 결합 온도가 187, 161℃인 경우, 복합재료의 상층 부직포는 크게 용융되어 결합점에서 녹아 가장 큰 공기 투과량은 나타냈다.

- 2) 2겹으로 적층된 복합재료의 경우, 공기 투과량은 더 낮은 투과도를 나타내는 부직포의 투과량 변화에 영향을 더 많이 받는다.
- 3) 적층 수에 따른 복합재료의 투과량은 적층 수에 반비례하고, 중량에 의한 공기 투과도는 기공도의 변화가 없다면 단순한 분수식에 의해 유도될 수 있다는 것을 보여주고 있다.

참 고 문 헌

- [1] N. W. M. John, "Geotextiles", pp.47-56, N.Y., 1987
- [2] J. Lunenschloss and W. Albrecht(Ed.), "NON-WOVEN BONDED FABRICS", pp.282-314, E. H. LIMITED, 1985
- [3] A. V. Kulichenko and Lieva Van Langenhove, *J. Text. Inst.*, 1, 83, 127(1992)
- [4] Hoe I. Ling and Fumio Tatsuoka, *Geotextiles and Geomembranes*, 12, 509(1993)
- [5] K. Slater, *Textile Institute*, 25, 133(1993)
- [6] Richard G. Quynn, *Text. Res. J.*, 33, 21(1963)

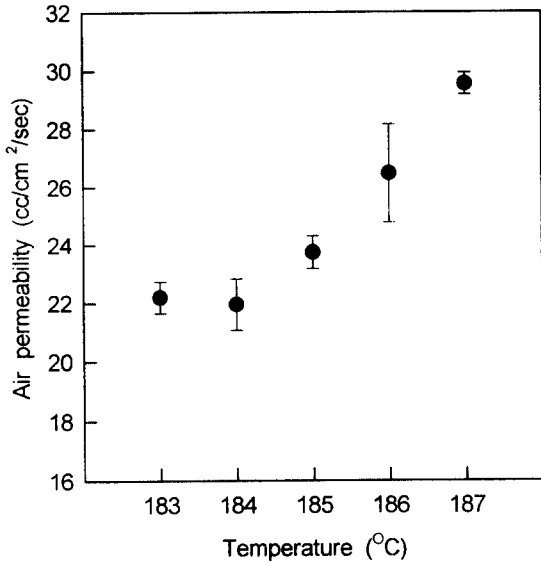


Figure 1. Effect of bonding temperature of NP2 on air permeability.

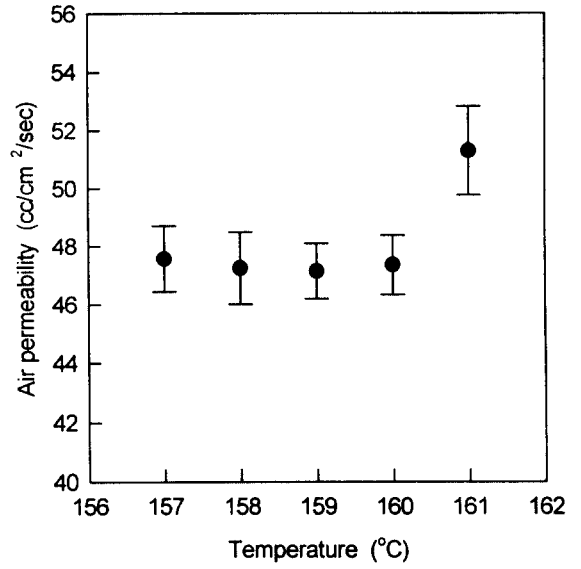


Figure 2. Effect of bonding temperature of NS on air permeability.

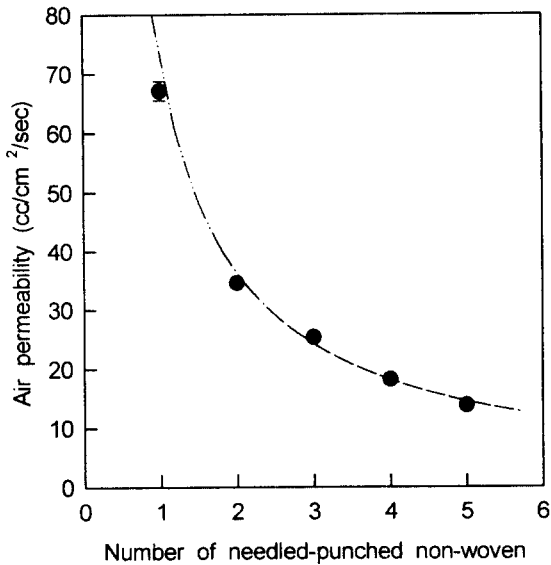


Figure 3. Effect of number needed-punched Nonwoven on air permeability.

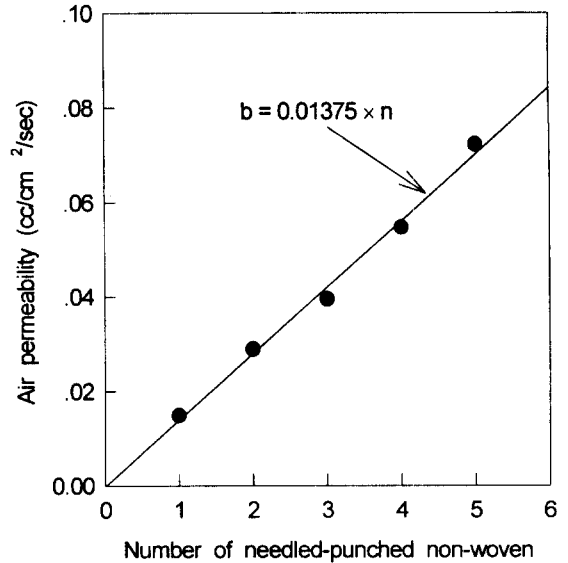


Figure 4. Relationship between parameter b and number nonwoven.

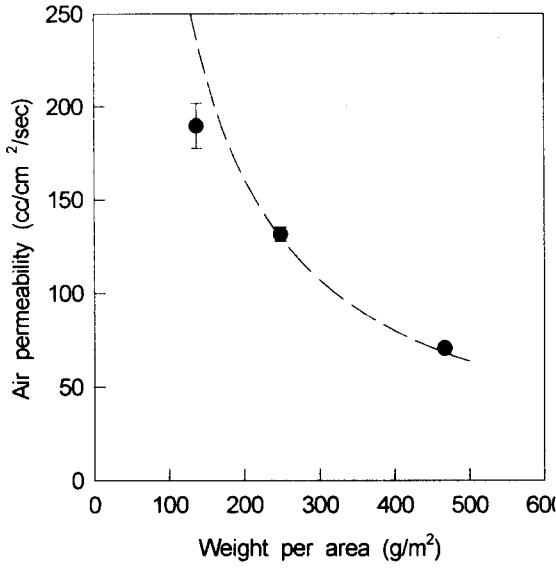


Figure 5. Effect of weight per area of polyester nonwoven on air permeability.

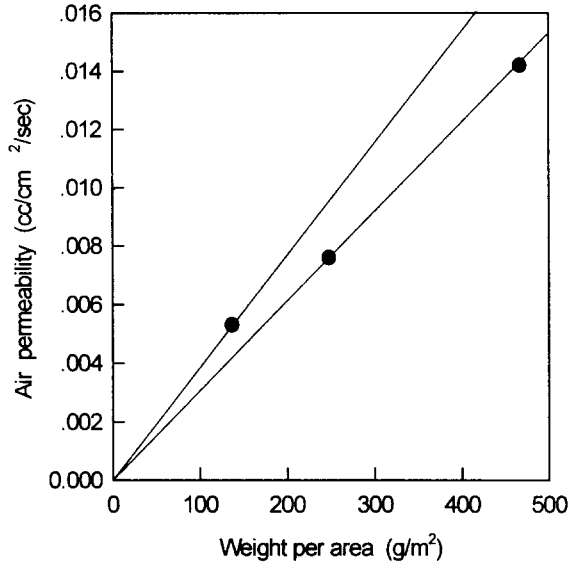


Figure 6. Relationship between parameter b and weight per area.

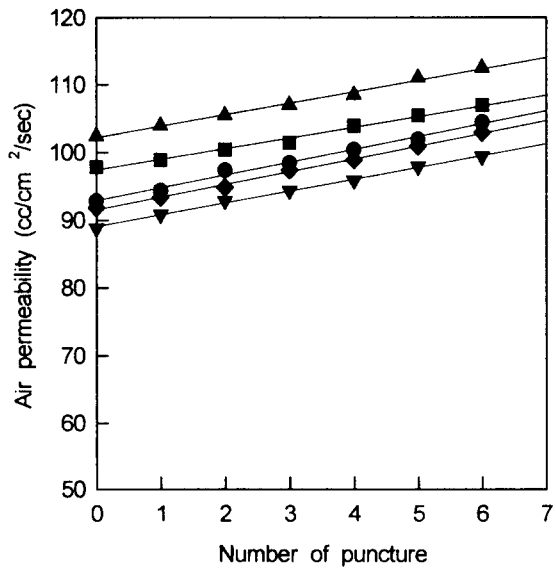


Figure 7. Effect of puncture number of SB3 on air permeability.

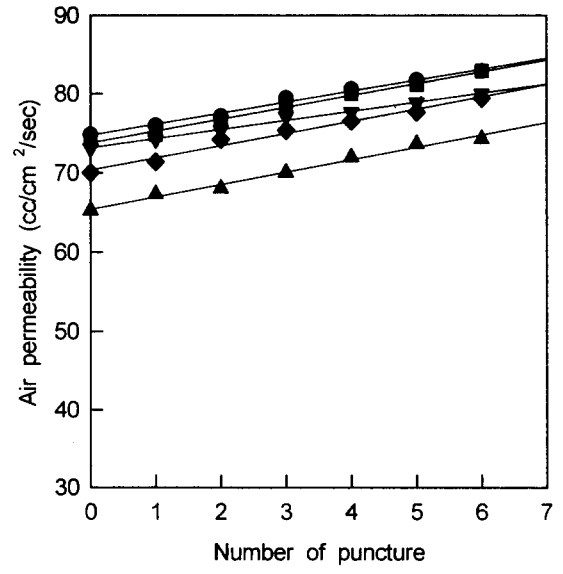


Figure 8. Effect of puncture number of SB4 on air permeability.