

슈트(Non lap card feeder)의 운전조건이 소면기 디스트리뷰터 (Distributor)의 정압과 풍속에 미치는 영향

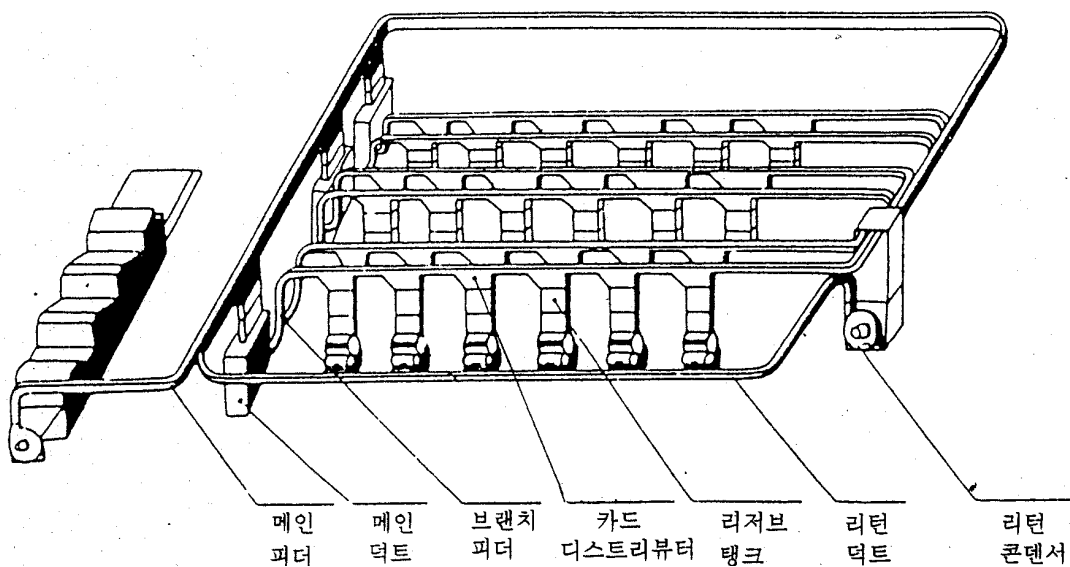
1. 개 요

현재 방적공장에 있어서 개섬 터프트(tuft)의 반송은, 혼타면의 각 공정간 및 혼타면과 소면공정간의 연결시 공기류에 의한 방법이 일반적으로 되어 있는데, 이 배경으로는 다음과 같은 사실을 들 수 있다. 즉, 개섬 터프트는 밀도가 작기 때문에 공기류를 타기가 용이하다는 것, 다시 말해 덕트(duct)등, 관내의 고속 반송이 가능하기 때문에 효율이 좋다는 사실이다. 또한 공기의 흐름을 콘트롤하여, 제진, 혼면도 용이하게 할 수 있으며 그밖에도 덕트를 통하여 반송하므로 먼지가 많은 환경에서의 작업을 최소로 억제할 수 있기 때문에 랩의 반송에 필요했던 과거 수작업의 생력화가 가능하게 된 점등을 들 수 있다.

특히 종래에 행해졌던 혼타면공정과 소면 공정을 덕트로 연결해서 개섬 터프트를 공기로 반송하는 소위 슈트(chute) 급면방식은 기술적으로는 완성 단계에 있다고 볼 수 있고, 일본 방적업계의 경우 약 60%의 공장에서 사용되고 있는데, 대량 생산공장에서는 거의 다 사용하고 있다고 해도 과언이 아니다.

일반적으로 공기를 매개로 해서 균일한 물질을 덕트로 반송할 경우, 공기의 흐름을 콘트롤함으로써 물질을 목적지까지 보낼 수 있다. 그러나 개섬 터프트의 경우에는 각각의 형상, 크기, 중량, 밀도가 다르고 반송중에도 결합분리를 반복하며 시시각각으로 상태가 변하기 때문에, 면괴를 함유하는 혼합

공기류를 컨트롤하는 것은 대단히 어렵다. 현재 방적공장에서 행해지고 있는 공기류에 의한 면피의 반송기술은 상기의 어려움을 극복한 최초의 완성 기술이다. 여기에는 면피의 성상과 면피의 공기역학특성에 관한 연구, 면피의 공기류에 의한 수송에 관한 연구, 또 면피를 보관하는 용기내에서의 면피의 거동에 관한 연구 등이 기초가 되고 있다. 본고에서는 오랜 기초 연구와 개발을 통해 제품화가 가능하게 된 혼타면, 소면간 공기반송장치(NCF)에 관하여 기본적인 개념과 주요특성에 대해 설명하고자 한다.



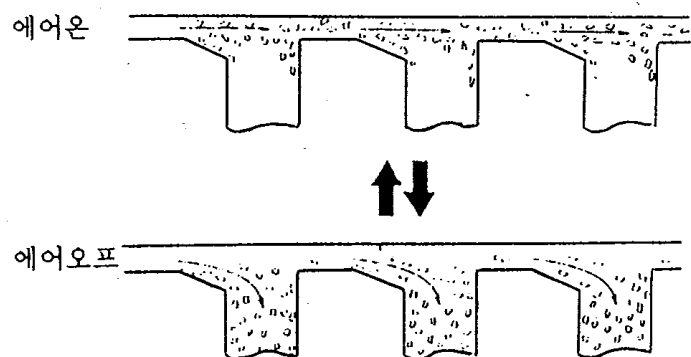
<그림 1> NCF의 개략도

2. 공기류내에서의 면피의 거동

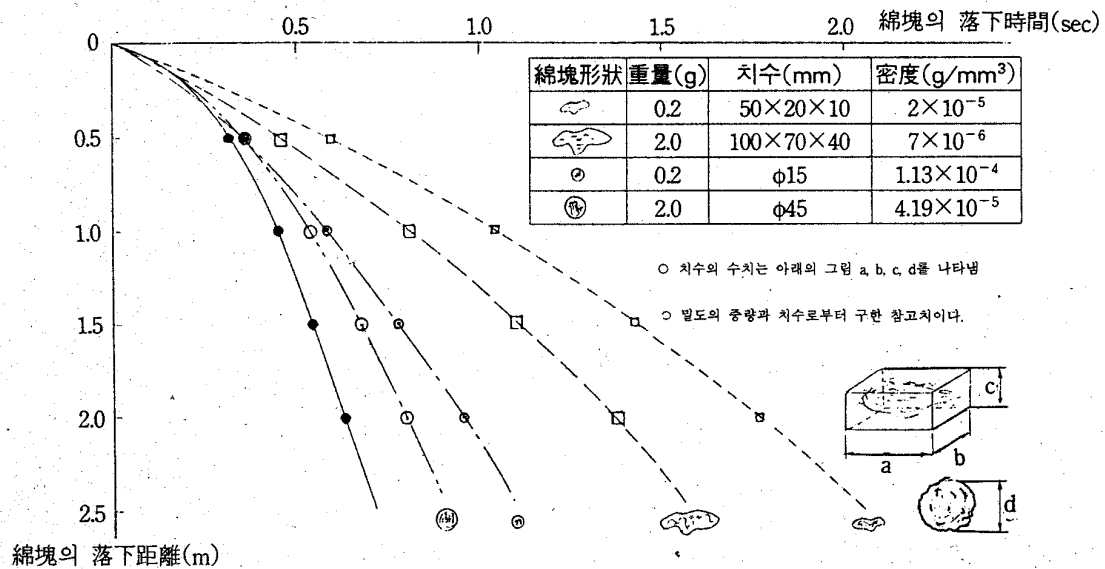
가. 면피를 공기중에서 자연낙하시켰을 때의 거동

본 장치는 <그림 1>에서 보는 것처럼 한 개의 메인 피더(main feeder)에서

면괴를 여러 개의 중계점(branch feeder)을 통하여 여러대의 소면기의 저장탱크(reserve tank)에 분배하는데 중요한 사항은, 각 탱크들간에 균질한 면괴를 균등하게 분배하는 것이다. 실제로는 일정시간, 간격으로 덕트내의 공기류를 온·오프시키는 펄스에어(pulse air)에 의해 <그림 2>에서와 같이 여러 개의 탱크내에 자연낙하시켜 면괴의 분배를 행하고 있다. 면괴의 자연낙하 특성에 관한 실험결과를 <그림 3>에서 나타내었다. 이 그림에서는, 혼타면공정중에서 평균적인 크기의 개섬 터프트(약 0.2g)를, 있는 그대로의 상태 및 구상으로 둥글게 하여 밀도를 크게 한 것과 커다란 개섬 터프트(약 2g)를 있는 그대로의 상태 및 구상으로 둥글게 하여 밀도를 크게 한 것등 4종류의 면괴의 낙하거동을 보여 준다. 같은 중량의 면괴에서는 용적이 큰 것이 공기 저항이 크기 때문에 낙하속도가 저하됨을 알 수 있다. 따라서 덕트내를 거의 일정한 속도로 수평 운동을 하는 면괴를, 공기류를 펄스화하여 순간정지시켜 카드의 저장탱크에 균등하게 낙하, 공급하기 위해서는, 덕트내에서 면괴를 균일하게 분산시키고, 공기류에 대한 면괴량의 비율도 균일하게 유지하는 것이 중요하다고 생각된다.



<그림 2> 펄스에어에 의한 면괴의 낙하운동

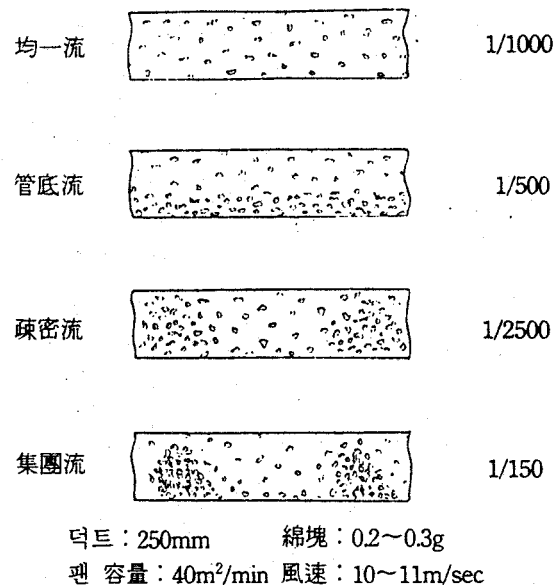


<그림 3> 면괴의 낙하시간과 낙하거리

나. 덕트내에서의 면괴의 흐름

보통 혼타면 공정에서 얻어진 개섬면, 바꿔 말하면 0.2~0.3g 정도의 면괴는 송면용 덕트내에서, 공기에 대한 면괴의 용적 혼합비가 작은 경우, 공기류와 균일하게 혼합해서 덕트내에서 균일하게 분산되어 흐른다. 그러나, 혼합비를 증가시키면, 덕트 밑 부분에 면괴량이 서서히 쌓이게 되어, 송면능력한계에 접근하게 되면 덕트내 전 부분에서 부분적으로 면괴가 많은 장소와 적은 장소가 생긴다. 송면한계를 넘어서 송면하게 되면 덕트내에서 막히기 때문에 송면이 불가능해진다. 이처럼 공기에 대한 면괴의 혼합비와 흐름상태에 대한 면괴의 크기, 덕트의 형상, 공기 유속 등의 많은 조건에 의해 달라지기 때문에, 이들 관계에 대해 전부를 명확하게 밝히는 일은 곤란하지만, 본고에서는, 지금까지의 경험과 일반적인 공기 수송의 여러 가지 방법들을 종합한 하나의 예를 <그림 4>에 표시하였다. 이 그림은 면괴를 그림의 하단부에 표시된 조건으로 송면하여 실제로 팬(fan)의 단위 시간당 송면량(예를 들면 kg/hr)과

덕트내에서의 면괴가 흐르는 상태를 관찰한 결과를 보여준다. 이 경우 혼합비가 1/1000 정도에서는 균일하게 흐르고, 혼합비가 1/200~1/300에서는 과밀하게 되었다.



<그림 4> 수평 덕트내에서의 개섬터프트의 흐름상태와 공기에 대한 혼합비

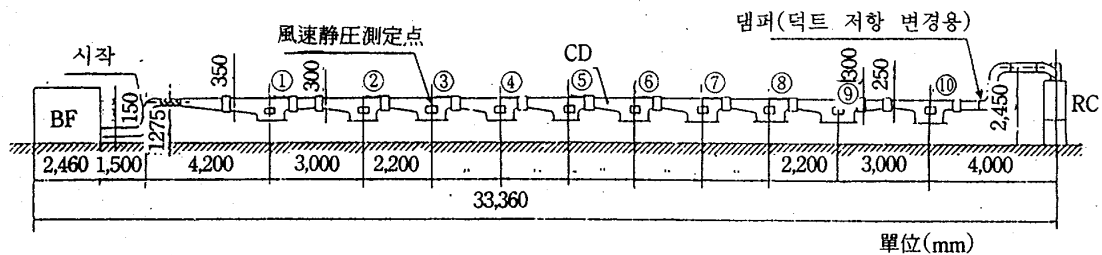
3. NCF의 개요

NCF는 혼타면기에서 개섬, 제진, 혼면된 터프트를 랩으로 만드는 것이 아니라 혼타면기의 후방에 설치된 송면 블로워(main feeder ; MF)에서 중계 탱크(branch feeder ; BF)로 분배한다. 그런 다음 각각의 BF에 설치된 송면 블로워에서 각 소면기에 설치된 카드 디스트리뷰터에 의해 저장탱크(card reserve tank)에 분배된다. 전체적인 모양은 <그림 1>에 표시하였지만, 이 경우 메인 덕트 및 브랜치 덕트에서 남겨진 면을 다시 RT에 공급하기 위해서는 리턴 콘덴서(return condenser ; RC)로 공기와 분리한 후, 메인 덕트내로 리턴한다. 또 RT에서는 탱크내에 쌓인 면의 자동에 의해, 그 밑부분으로부터 균제한 면층을 자동적으로 피딩부에 공급하고, 실린더, 데이커 인 로울러에 연속적으로

공급한다.

나. 브랜치 피더의 분배성능

이처럼, NCF에서 가장 중요한 포인트의 하나로, 개선타프트를 브랜치 피더에서 어떻게 균등하게 각 카드의 RT에 분배하는가 하는 점을 들 수 있다. BF의 RT에로의 분배 성능을 파악하기 위하여 다음과 같은 실험을 하였다.



<그림 5> 실험 장치

<그림 5>에서 보인 것과 같은 실물크기의 10대의 RT와 그 위에 서로 연결된 10대의 CD와 좌측에 BF, 우측에 RC를 연결한 시험장치를 준비하여 각 CD의 창문이 있는 위치의 단면 중심부에서의 평균정압, 평균풍속을 구하였다.(이하 정압, 풍속으로 부른다). 이 경우 실제로 덕트내에 면피를 통과시키면서 공기류의 정압, 풍속을 정확하게 측정하는 일이 곤란하며, 면피의 체적 혼합비도 전술한 것처럼 작기 때문에 공기만을 덕트로 통과시켜 U자관, 피토우(pitot)관으로 측정했다. 이 실험장치의 각 부분의 설정조건은 다음과 같다.

① <그림 5>에 표시한 것과 같이 가능한한 CD에의 공급면량을 균일하게 하고, CD내의 면밀도를 높여, 균일하게 하기 위하여, BF에 제일 가까운 CD의 단면적을 $90\text{mm} \times 350\text{mm}$ 로 제일 크게 하였고, 중간 8개의 CD의 단면적을 $90\text{mm} \times 300\text{mm}$ 로 그리고 제일 먼 위치의 CD는 단면적을 $90\text{mm} \times 250\text{mm}$ 로 가장 적게 하였다.

② BF에 내장된 송면용 블로어의 개도의 영향을 확인하기 위해 블로어 흡입 구멍에 셔터를 부착, 흡입구의 면적을 조정하여, 흡입풍량을 변화시켰다. <그림 6>은 이 때 사용된 블로어의 특성을 나타내고 있다.

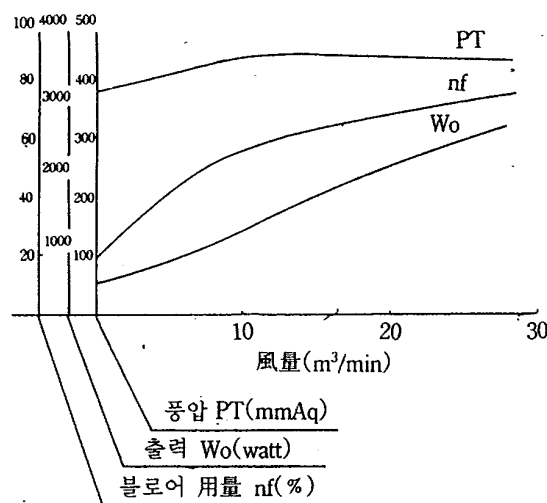
③ NCF에서는 송면 RT내에 가득찬 면괴층을 통해서 덕트내의 공기가 겨우 누출되고 있다. 누출의 영향을 확인하기 위해 <그림 5>에 표시한 CD하부에 뚜껑을 부착하고 각각 $\Phi 10$ 의 구멍을 3개씩 열어 인위적으로 공기를 누출시켰다.

④ 펄스 주기의 변경은 기어드 모터(g geared motor)와 로타리 댐퍼(rotary damper)와의 스프로켓(sprocket)비를 조절해서 로타리 댐퍼의 회전수를 변화시켰다.

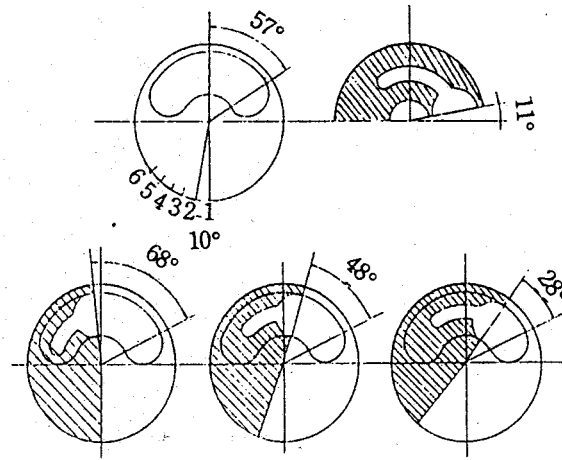
⑤ 로타리 댐퍼의 개구면적은 <그림 7>의 상단에서 보는 바와 같이 2교의 원판을 중첩되게 하여 각도를 변화시켜 조정하였다.

⑥ 덕트의 저항은 10대를 연결한 최종 CD와 RC간의 연결 덕트 플랜지(flange)부분에 셔터를 삽입해 변화시켰다.

이상의 설정조건에 대한 수치를 <표 1>에 나타냈다.



<그림 6> 실험에 사용한 블로어의 특성



<그림 7> 댐퍼부

<표 1> 시험조건

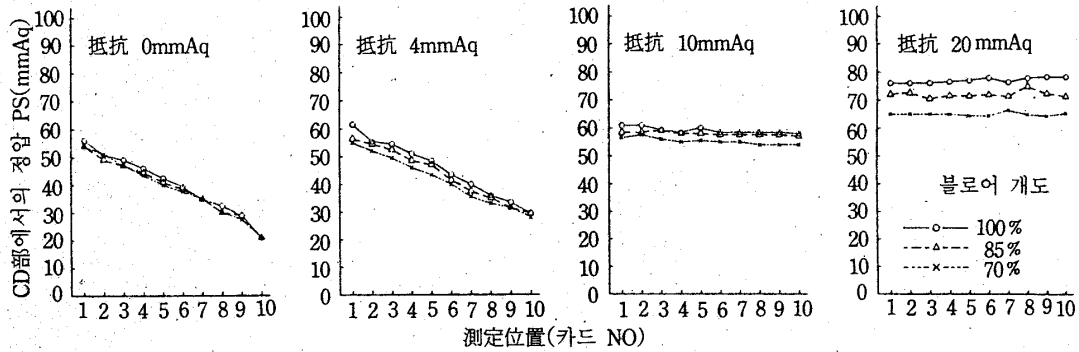
周期 (sec)	로타리댐퍼 角度 (%)	덕트抵抗量 (mmAq)	空氣漏出用 φ10의 구멍수
2	28	0	1, 2, 3
		4	1, 2, 3
	48	0	1, 2, 3
		4	1, 2, 3
	68	0	1, 2, 3
		4	1, 2, 3
3	28	10	1, 2, 3
		20	1, 2, 3
	48	0	1, 2, 3
		4	1, 2, 3
		10	1, 2, 3
		20	1, 2, 3
	68	10	1, 2, 3
		20	1, 2, 3

1) 송면 블로어 개도의 영향

송면 블로어의 개도가 각 CD부에서의 정압 및 풍속에 주는 영향에 대한 것이 <그림 8-1, 2>이다.

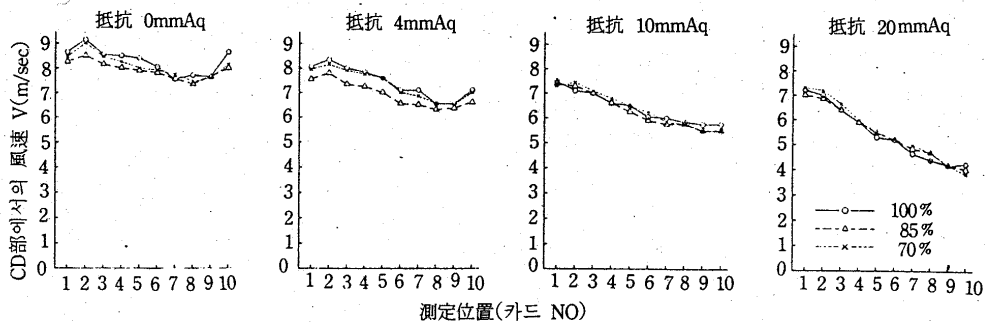
<그림 8-1>은 펄스주기 3sec, 댐퍼각도 48°, 공기 누출량 구멍을 한 개로 하였을 때, 블로어 개도를 3단계로 변화시켜, 덕트 저항 측정용 셔터 전후의

정압차(이하 덕트 저항량이라 부른다)가 0, 4, 10, 20mmAq가 되었을 경우에, 각 디스트리뷰터부에서의 정압에 미치는 영향을 보여준다.



<그림 8-1> 블로어 개도 변화에 따른 정압 변화

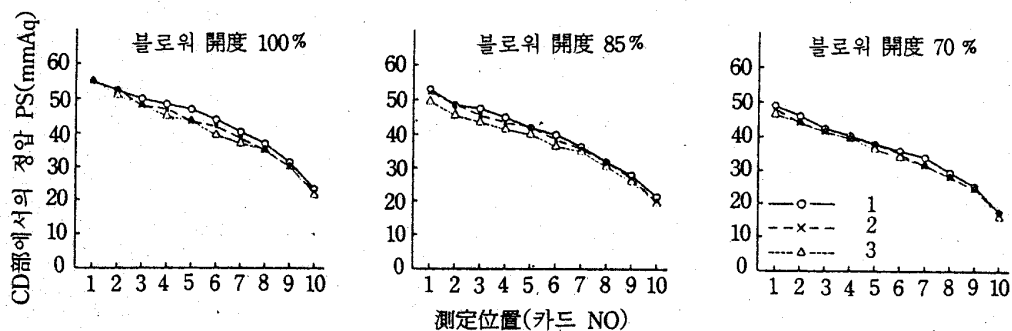
덕트 저항량이 증가함으로써, 10개의 CD에서의 위치에 따른 영향이 서서히 없어지고 있고, 위치에 관계없이 정압이 높고, 일정하게 됨을 알 수 있다. 또한 덕트 저항량이 증가하면 동시에 블로어의 개도차이가 확실히 나타나는 것을 알 수 있다. <그림 8-2>는 상기와 같은 조건에서 측정했을 때의 풍속의 변화를 보여준다. 덕트 저항량이 0에서 20mmAq까지 증가하면 풍속은 전반적으로 감소해 CD의 위치에 따른 영향도 분명하게 나타나, 브랜치 피더보다 멀리 떨어지면 풍속이 현저하게 감소하는 것을 알 수 있다. 또한 정압의 경우는 반대로 덕트 저항이 증가하면 블로어 개도의 영향이 적게되는 것으로 나타났다.



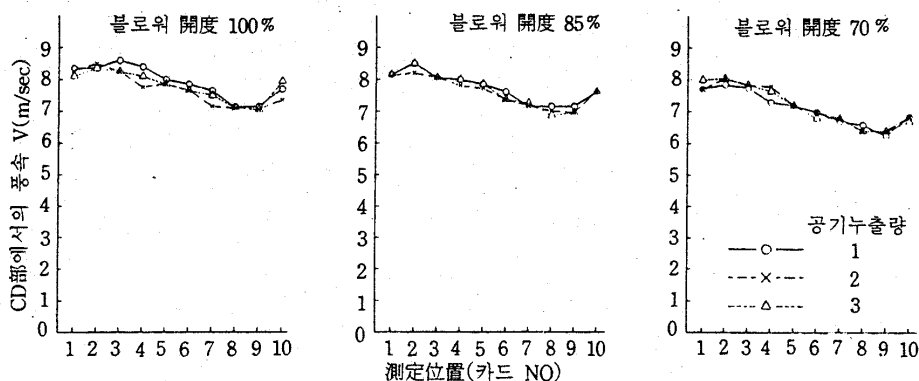
<그림 8-2> 블로어 개도 변화에 따른 풍속 변화

2) 공기 누출용 구멍수의 영향

디스트리뷰터부의 공기 누출용 구멍수가 각 CD부에서의 정압 및 풍속에 대한 영향이 <그림 9-1, 2>에 나타나 있다. 펄스주기 2sec, 댐퍼각도 28° , 덕트저항량 0mmAq의 경우, 블로어 개도를 100%, 85%, 70%로 변경한 경우에 공기 누출용 구멍수가 각 디스트리뷰터부의 정압에 주는 영향이 <그림 9-1>에, 풍속에 대한 영향이 <그림 9-2>에 표시 되었다. 이 결과를 보면 공기 누출량이 증가하면 정압은 약간 감소하지만, 이 감소율은 댐퍼의 개도에 의해서 거의 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 또 블로어의 개도를 100%에서 70%를 하면 전반적으로 정압이 저하된다. 공기 누출용 구멍수, 블로어의 개도에 의한 풍속의 큰 차이는 나타나지 않았다.



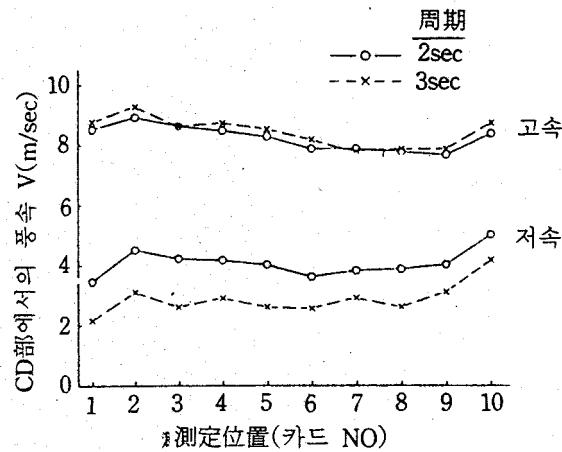
<그림 9-1> 공기 누출량 변화에 따른 정압 변화



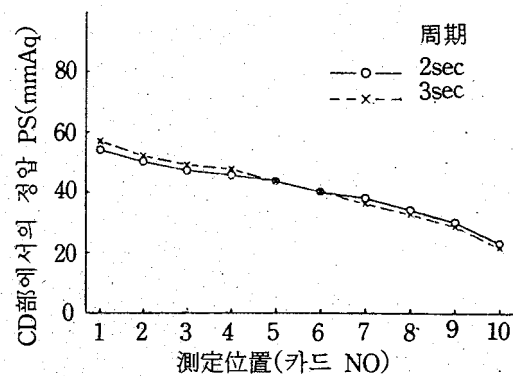
<그림 9-2> 공기 누출량 변화에 따른 풍속 변화

3) 펄스주기의 영향

<그림 10-1, 2>는 댐퍼의 각도 48° , 블로어개도 100%, 덕트저항량 0mmAq, 공기누출 구멍이 1개일 경우, 주기 2sec와 3sec시에 풍속과 정압에 주는 영향을 보여준다. 풍속에 관해서는 8~10m/sec의 고속에서는 주기에 의한 차이가 거의 없었지만 2~4m/sec의 저속에서는 현저하게 차이가 난다. 또한 정압에 관해서는 풍속만큼의 영향이 없는 것으로 나타났다.

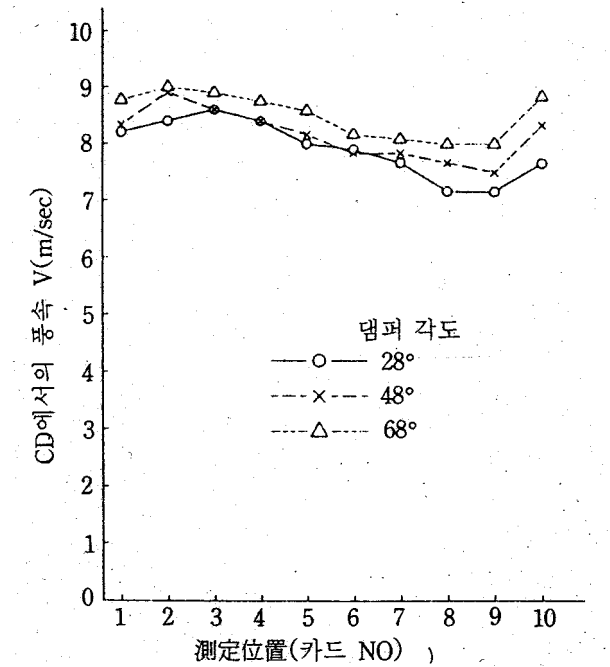


<그림 10-1> 펄스주기의 변화에 따른 풍속의 변

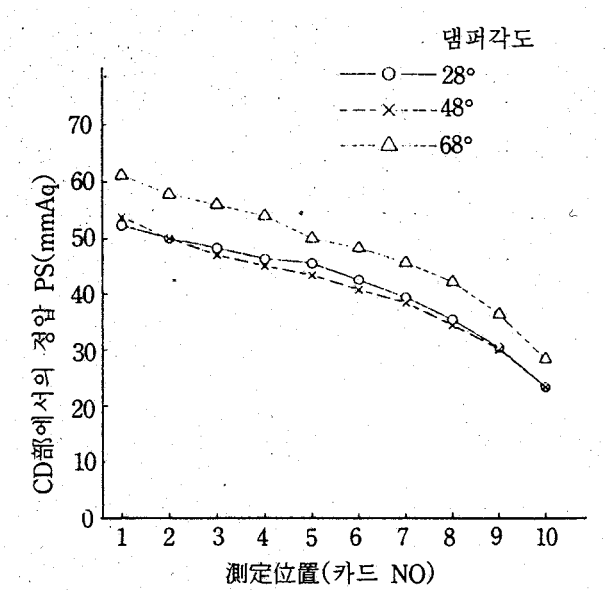


<그림 10-2> 펄스주기 변화에 따른 정압의 변화

4) 로타리 댐퍼 각도의 영향



<그림 11-1> 댐퍼각도 변화에 따른 풍속의 변화

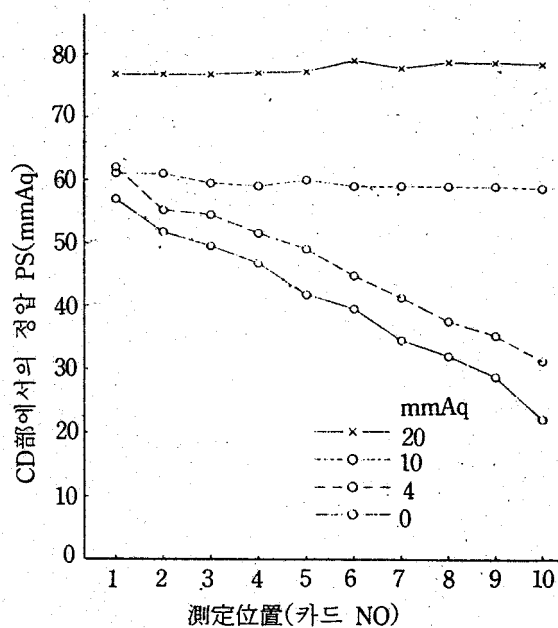


<그림 11-2> 댐퍼각도 변화에 따른 정압의 변화

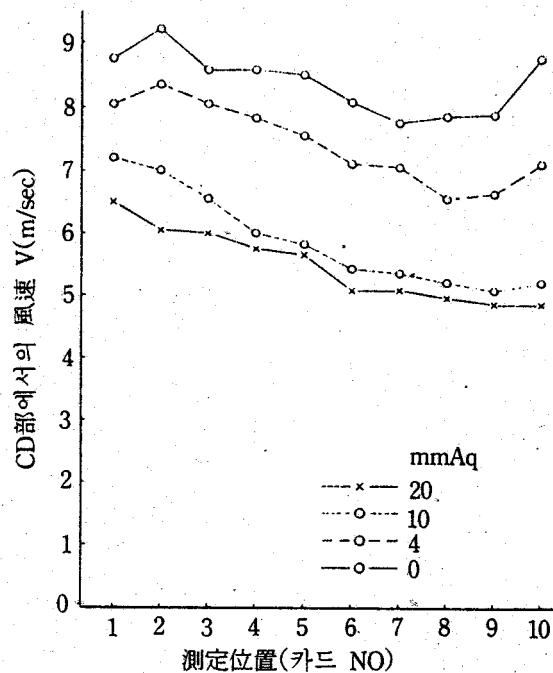
<그림 11-1, 2>는 펄스 주기 2sec, 덕트 저항량 0mmAq, 공기 누출 구멍 1개, 블로워 개도 100%의 겨우, 댐퍼 각도를 28°, 48°, 68°로 변화시켰을 때의 디스트리뷰터부에서의 풍속, 정압에 대한 영향을 보여주고 있다. 이 경우 풍속, 정압은 댐퍼각도가 28°로부터 48°까지 변화할 때는 큰 차이를 보이지 않았지만, 특히 정압의 경우에는 각도가 48°에서 68°로 변하면 그 영향이 매우 크게 되는 경향이 있다.

5) 덕트 저항량의 영향

<그림 12-1, 2>는 공기누출 구멍 1개 댐퍼각도 48°, 펄스주기 3sec의 경우 덕트 저항량이 정압 및 풍속에 주는 영향을 보여준다. 저항량이 0, 4mmAq와 같이 비교적 적은 경우 정압, 풍속도 CD의 위치에 따라 크게 변화 하지만 10, 20mmAq에서는 저항량이 증가해도 거의 차이가 나지 않는 것으로 나타났다.



<그림 12-1> 덕트 저항량 변화에 따른 정압의 변화



<그림 12-2> 덕트 저항량 변화에 따른 풍속의 변화

4. 결 론

이상과 같이 NCF에서의 블로어 개도, 공기누출 구멍 수, 펄스주기, 댐퍼의 개도, 덕트 저항량 등이 카드 디스트리뷰터부의 정압과 풍속에 주는 영향을 확인했다. 그 중 NCF의 가장 중요한 기능, 즉 카드에 균일하고 균등한 면피의 분배에는, 덕트 저항량이 각 카드에 있어서의 정압 및 풍속 쌍방에 대해 가장 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 이와 같이 펄스에서의 의한 섬유의 수송분배를 목적으로한 장치에서는 일반적으로 섬유의 반송능력(풍량)이 증가하면 펄스의 응답성이 둔화되고, 분배성능이 저하된다. 또 반대로 분배성능을 높이려고 하면, 반송능력이 저하되는 서로 상반되는 현상이 일어난다. 따라서, 이것을 균형있게 제어하여 사용하는 것이 중요하며, 그밖에도 섬유의 특성이 큰 영향을 준다는 사실도 항상 고려해 둘 필요가 있다.