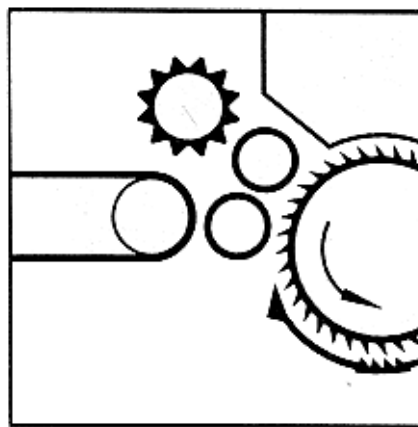


극세섬유 방적을 위한 혼타면 및 소면 설비(2)

3. 혼타면공정에서 소면공정까지의 설비 라인

생산 라인과 파이프라인이 짧고, 공기 이동도 적으며, 주의깊게 선택된 많지 않은 기계대수의 구성등이 기계처리 조건에 민감한 극세섬유를 처리할 수 있는 방법을 제시한다. 예를 들어 “Tuftomat”와 “Cleanomat”를 기본으로 하는 현대식 혼타면 라인과 “Exactacard” DK760과 같은 고정밀의 현대식 소면기는 이상적으로 이러한 요구사항에 부응하고 있다.

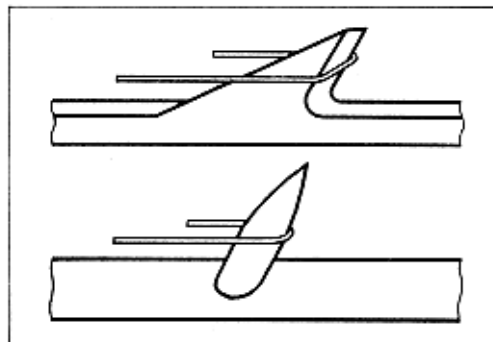
혼타면공정에서 특히 비이터에 의해 섬유가 잘게 개섬(fine beating)되는 부분<그림 7>와 스크레이와 리커인 사이의 상호작용이 일어나는 부분에 있는 섬유는 매우 큰 응력하에 놓이게 되므로, 부드러운 개섬이 이루어지기 위해서는 이러한 위치에서의 기계부속품의 형상이 특별해야만 하는데, Tuftomat와 Cleanomat 계열의 새로운 개섬기(opener) 및 정섬기(cleaner)는 독특한 방식으로 이러한 부분의 형상을 제공하고 있다.



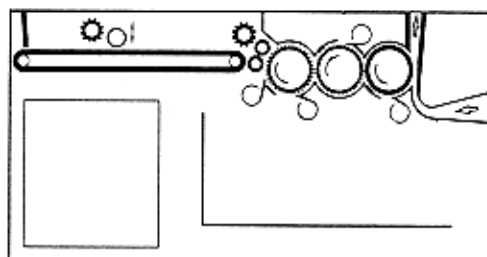
<그림 7> Fine Opener인 Tuftomat TFV1의 개섬포인트

개섬을 잘하기 위해서는 섬유 터프트로부터 섬유를 잡아 당기는 기계요소의 설계 및 배열은 섬유에 가해지는 응력이 최소로 되도록 해야 한다. 이와 관련한 이상적인 기계요소는 대단히 잘 알려져 있는 편형 롤러, 침형 롤러 및 Kirschner 비이터 위에 있는 편이나 침으로서, 섬유가 가늘고 길어서 방적 처리에 가장 민감한 원면이라 할지라도 이러한 롤러에서 매우 부드럽게 처리될 수 있음을 경험적으로 알고 있다.

침형보다 더 부드럽게 섬유를 처리할 수 있는 개섬요소는 없는데, 이는 침 포인트가 실제로 아무런 저항없이 섬유재료를 뚫고 들어가기 때문이다. 몸체가 둥근 형태의 침<그림 8의 하>은 날카로운 톱니<그림 8의 상>의 횡방향에서 일어나는 것과는 달리 모서리에서의 날카로운 섬유의 절단이나 굽힘등을 방지한다.

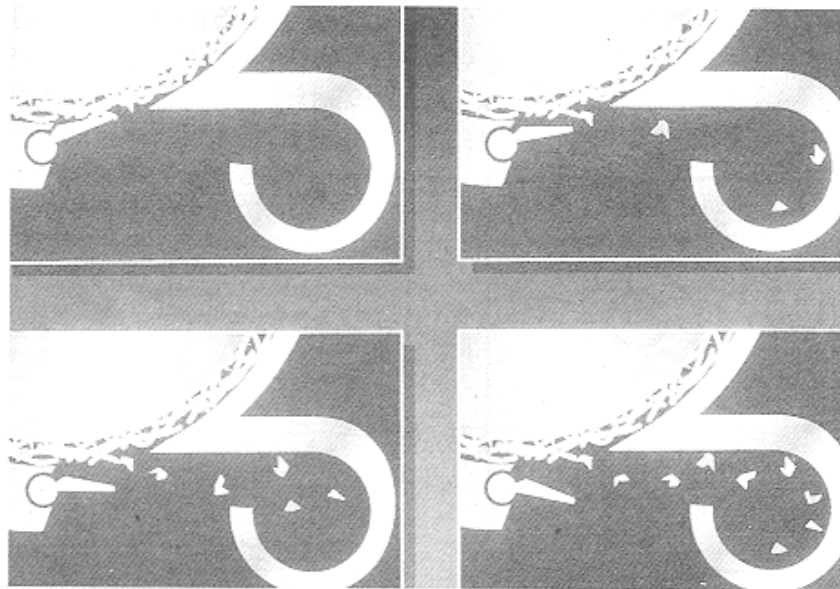


<그림 8> 톱니형(상) 및 침형(하) 개섬 요소



<그림 9> Cleanomat CVT3 정섬기

올바르게 선택되어 올바르게 다루어지는 톱니 역시 문제가 되지 않는데, 특히 이러한 톱니의 역할이 개선했던 상태에 있는 섬유들을 단지 이동만 시키거나 이어 받는 경우라면 더욱 문제가 되지 않는다. 이러한 이유로 말미암아 새로운 Tuftomat 및 Cleanomat 계열의 모든 개선키와 정선키의 롤러 구성은, 짝 조여진 랩으로부터 섬유들이 잡아 당겨지는 지점에서는 완전히 핀형 혹은 Porcupine형 롤러로 구성되어 있으며, 그 다음의 실린더는 톱니형 롤러로 구성되어 있다<그림 9>.



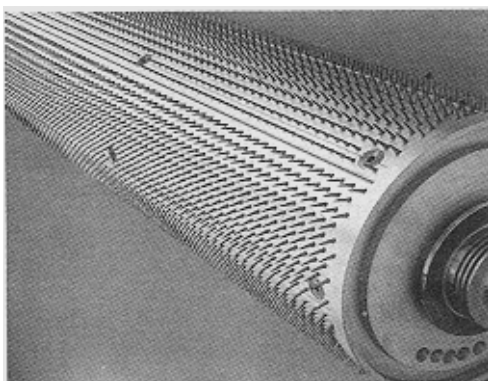
<그림 10> Cleanomat의 잡물분리 추출용 날

왜 이전에는 클램핑 이후의 첫번째 단계에서 핀형 실린더나 스트리퍼 실린더가 사용되지 않고 톱니형 개선키가 사용되었는가? 톱니형 개선키 롤러는 정선키 롤러로서 대단히 효과적인데, 이 경우에는 정선키능력이 뛰어난 카딩 요소와 잡물추출용 날(extractor blade)이 함께 작동하기 때문이다. <그림 10>에서는 잡물처리를 위한 파이프와 함께 잡물추출용 날을 보여주고 있다. 만약 개

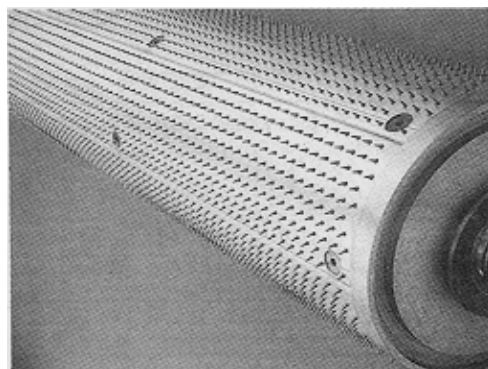
섬기와 정섬기에서 편형 롤러와 함께 잡물추출용 날 및 카딩 부품을 쓴다면 톱니형 롤러에서와 같은 매우 강력한 정섬효과가 있을 것이라는 것은 알려지지 않았다.

개섬기와 정섬기에 있어서 편형 롤러에 의해 개섬된 섬유는 톱니형 롤러에 직접적으로 전달될 수 있을 것이라는 것은 알려지지 않았으며, 이러한 지식을 기초로 <그림 9>에 나타나 있는 것과 같이 새로운 Tuftomat와 Cleanomat 같은 기계가 등장하게 되었다. 이 기계들은 섬유를 아주 부드럽게 처리할 수 있는 효과적인 기계들로서, “부드러운 거인”이라고 불려질 수 있을 것이다.

실제로 운전시험을 해보면 위의 언급이 입증된다. 톱니는 마모 때문에 때때로 교체되어야 한다고 알려져 있으며, 특히 개섬 실린더로서 첫번째 위치에서 사용되는 톱니에 대부분의 마모가 나타나는데, 이와 같이 마모가 일어나고 있다는 사실은 실제로 힘과 응력이 작용하고 있다는 증거이다.



<그림 11> 편형 롤러



<그림 12> 침형 롤러

편형 롤러의 수명은 톱니형 롤러보다 몇배나 길며, 어떤 보고서에서는 최대 10배까지라고도 하고, 또 어떤 보고서에서는 전혀 마모의 흔적이 없다고 하므로, 따라서 만약 편형 롤러를 사용한다면 섬유에 미치는 응력 부여가

몇 십배 적거나 혹은 없을 것이라고 말할 수 있다. <그림 11>과 <그림 12>는 개섬기와 정섬기에서 사용하고 있는 침형 롤러와 핀형 롤러를 나타내고 있다.

소면기에서는 침형의 리커인 롤러로 섬유를 개섬할 수 있으나 가격문제 때문에 아직 폭넓게 이용되지는 않고 있다. 반면에 톱니형 리커인롤러는 극세섬유를 처리할 때 이용될 수 있으며, 혼타면공정의 개섬기와 비교할 때 소면기의 생산량이 적으므로 보다 더 부드러운 개섬이 일어날 수 있다.

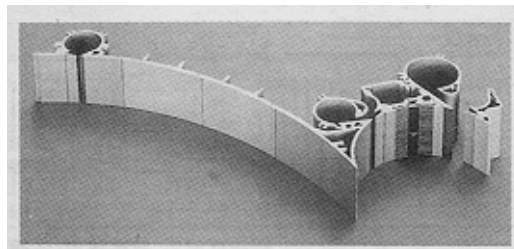
톱니의 형상도 중요한 역할을 하는데, 실제로 정확하게 규격화되고 또 정확하게 다루어진 톱니는 섬유를 보호하도록 하는 방식으로도 작용할 수 있다고 알려져 있다. 여기서 사용한 “정확”이라는 용어의 반대 개념으로서 만약 오차가 있으면 섬유 품질의 저하(fiber degradation)와 같은 결과도 초래할 수가 있다. 이러한 관점에서 침형이나 Porcupine형 롤러는 보다 문제가 적은 셈이 된다.

정섬기와 개섬기, 그리고 소면기에 있어서 섬유에 작용하는 응력은 섬유 클램핑 지점까지 세팅한 비이터 경로의 거리에 따라 영향을 받을 수 있다. 소면기뿐만 아니라 개섬기의 경우 설비와 그 세팅은 가는 원면의 처리에 사용하는 기존의 것으로 선택되었다. 즉 카드 실린더 근처에서 근접한 세팅(close setting)이 이루어졌음을 의미한다.

선택된 실린더침포는 865 point/in^2 의 가는 침포로써 비어드침의 형태를 갖고 있다. 또한 $1,080 \text{ point/in}^2$ 의 극세침포에 대해서는 이미 좋은 결과가 달성되었으나 극세섬유에 대해 사용하기까지에는 더 많은 실제적인 경험이 필요하다. 두 가지 침포 모두의 경우에 플랫 침포는 450에서 500 point/in^2 인 것이 사용되었다.

새로운 소면기 모델인 Exactacard DK760에서는 작업요소와 리커인 및 실린

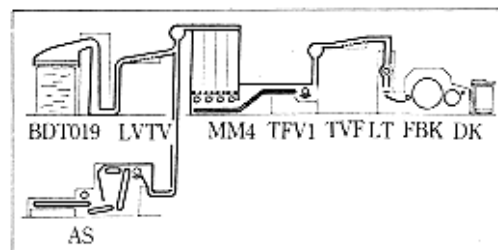
더 주위의 덮개(플랫)등이 현대식 알루미늄 사출성형 제품<그림 13>으로 이루어져 있으므로 작업자가 보다 정확한 세팅을 할 수 있다. 또한 극세섬유를 사용하여 30kg/hr의 소면생산 속도로 방적할 때 작업조건이 안정적으로 유지되며, 50kg/hr의 생산 속도에서조차 가동상태는 여전히 양호하다.



<그림 13> 사출 성형 제품

이제부터 민감한 섬유의 처리를 위한 주된 기계기술에 관한 사항을 논의 하겠다.

극세섬유 처리를 위한 두 가지 예의 공정라인, 즉 첫번째 라인은 단순히 극세섬유만 처리하는 경우이고, 두 번째 라인은 극세섬유와 면의 혼방을 처리하는 경우를 소개하고자 한다.



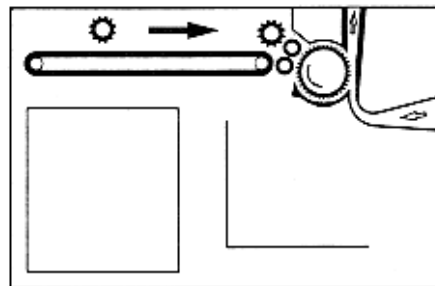
<그림 14> 극세섬유의 혼타면 및 소면라인

<그림 14>는 순수하게 극세섬유 방적을 위한 혼타면 및 소면공정 라인으

로서 배열되어 있는 섬유기계의 수가 많지 않음을 알 수 있다. 베일의 개성을 위하여 Blendomat BDT013을 사용하는데, 이 기계는 특히 화섬용으로 개발된 것으로서 섬유는 10베일로부터 뜯어진 후 멀티믹서(MM4)에서 혼섬된다.

부산물 피더(AS)는 부드러운 부산물의 공급을 가능하게 한다.

서로 다른 베일로부터 뜯어진 섬유물치들은 멀티믹서의 아래쪽에 있는 수평 벨트위에 놓아지고, 멀티믹서를 지난 후에는 경사진 벨트를 거쳐 싱글롤러 개섬기인 Tuftomat TFV1으로 공급되는데 이 방식은 한 기계에서 다른 기계로 섬유를 이동시킬 때 부드러운 처리를 하는 가장 경제적인 방법이다. <그림 15>는 Tuftomat TFV1의 단면을 나타낸 것으로서 이 기계는 완전히 편형의 개섬 롤러와 또 그 앞에 두개의 롤러를 가지고 있는데, 섬유는 통풍기를 거쳐 모아져서 플록 공급장치인 Exactafeed FBK로 보내어진다.

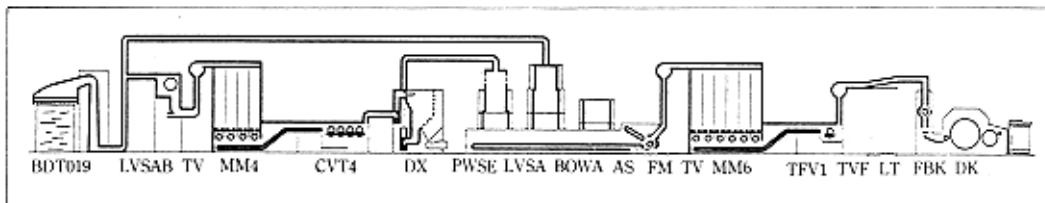


<그림 15> Tuftomat TFV1 개섬기

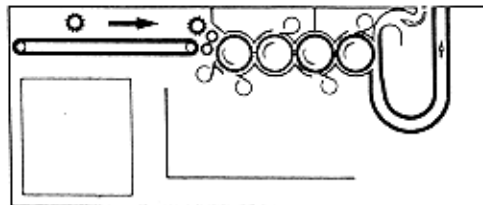
풍량조절기인 LT는 Tuftomat로부터의 플록 수집과 Exactafeed FBK로의 플록 공급을 위해서 필요한 공기량의 변화에 따른 균형을 잡아 주는 것으로서, $100\text{m}^3/\text{hr}$ 단위로 유량을 변경시킬 수 있으므로 그 기능이 정확하게 된다. 다음 단계는 소면기 Exactacard DK760이다.

<그림 16>에서는 극세섬유와 면섬유의 혼방처리를 위한 혼타면 및 소면공

정 라인을 나타내고 있는데, 여기서 극세섬유와 면섬유는 Blendomat BDT019에서 교대로 처리된다. 면섬유는 멀티믹서(MM4)를 거쳐서 4개의 실린더로 구성된 Cleanomat CVT4 정섬기(그림 17)로 공급되는데, 이 정섬기는 기존의 정섬기 라인 방식을 정섬작용이 더욱 강력한 것으로 완전히 대체하였다. 이어서 면섬유는 집진기인 Dustex DX를 거쳐서 공기식 정량 피더인 PWSE로 넘어간다.



<그림 16> 극세섬유와 면섬유의 혼방처리를 위한 혼다면 및 소면공정

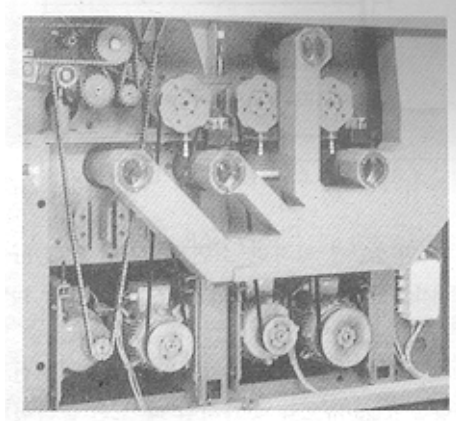


<그림 17> Cleanomat CVT4 정섬기

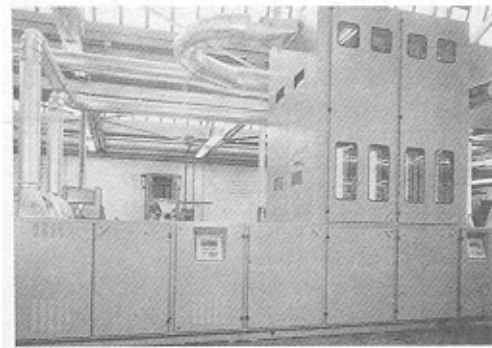
한편 Blendomat BDT019에서 개선했던 극세섬유는 정량 베일 개선키인 BOWA로 직접 공급되어 혼섬 컨베이어를 따라가며 샌드위치가 벗겨져서 개선했는데, 개선했던 극세섬유 터프트는 면섬유와 혼섬되기 위해 멀티믹서 MM6로 보내진다.

앞서 첫번째 방적 라인에서 설명한 바와 같이, 터프트는 경사진 컨베이어를 거쳐서 롤러가 1개인 TFFV1 개선키로 넘어가고, 이어서 풍량분배기인 LT

와 플록 공급장치인 Exactafeed FBK를 거쳐 Exactacard DK760으로 넘어간다. <그림 18>은 Cleanomat CNT3 정섬기를 나타낸 것이고, <그림 19>는 멀티믹서(MM4)와 Cleanomat CVT4를 동시에 나타낸 것이다.



<그림 18> Cleanomat CNT3 정섬기



<그림 19> 멀티믹서(MM14)와 Cleanomat CVT4 정섬기

4. 고 찰

스테이플 섬유로서 극세섬유를 산업용으로 이용하고자 한 것은 앞에서 설명한 기술적 배경을 기초로 시작되었으며, 이미 이러한 극세섬유의 방적에 대한 관심이 크게 확대되어 있는 실정이다.

실제로 방적공장에서 행한 실험결과에 의하면 앞서 기술한 극세섬유 방적

시의 여러 가지 특징들에 대해 관심을 기울인다면 큰 문제없이 혼타면 및 소면처리가 가능하다는 것을 알 수 있다.

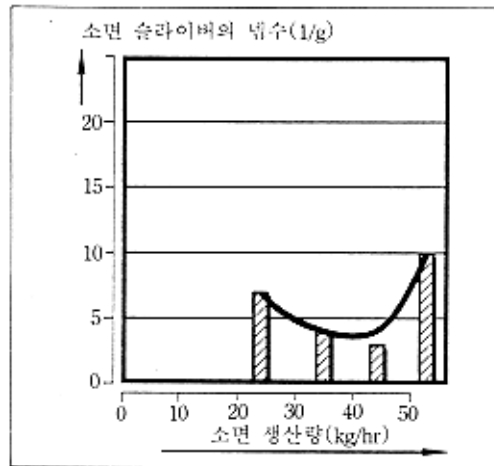
<표 2>는 여러 가지 극세섬유에 대해 소면처리한 결과를 요약해 놓은 것으로서 소면 슬라이버의 넵수, 소면 전후에서 Almeter 시험기에 의해 측정된 평균 섬유장, 중량 CV% 및 우스터 CV%도 나타나 있으므로 이로부터 섬유 품질 저하 및 넵에 관한 것을 수치적으로 파악할 수 있다.

<표 2> 소면 처리 결과

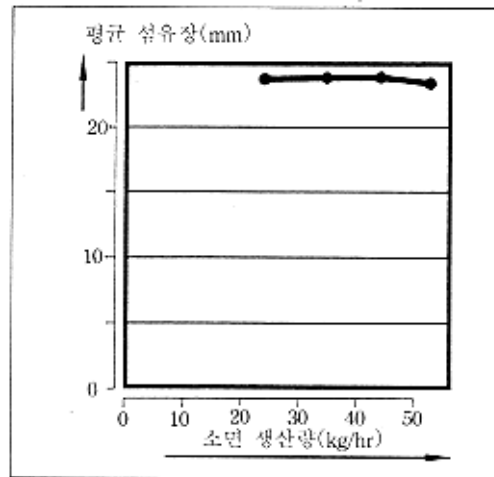
섬 유 종 류	데니어 (dtex)	섬유장 (mm)	소면생산량 (kg/hr)	소면 슬라이버 품질			
				넵수 (1/g)	평균섬유장 (전-후)	중량 CV(%)	Uster CV(%)
아크릴 DralonX160	0.6	32	35	4	28-27.9	1.2	3.9
폴리에스테르 Diolen 44	0.8	40	30	1	34-32	1.5	3.4
폴리에스테르 NN	0.7	38	35	3	32-29	1.5	3.8
폴리에스테르 Skyron	0.8	38	40	1	33-31	1.3	3.4
폴리에스테르 Montefibre	0.85	38	35	3	29-28	1.5	2.7

<표 2>에 의하면 소면생산량이 30~40kg/hr이 가능할 것으로 보이는데, 1980년에 소면생산량이 12kg/hr에 불과했던 것과 비교하면 현재까지 지난 12년 동안의 소면공정에 관련한 기술발전은 괄목할 만한 것으로서, 이는 섬유제조 기술자와 섬유기계제작업체와의 공동의 노력에 기인한다.

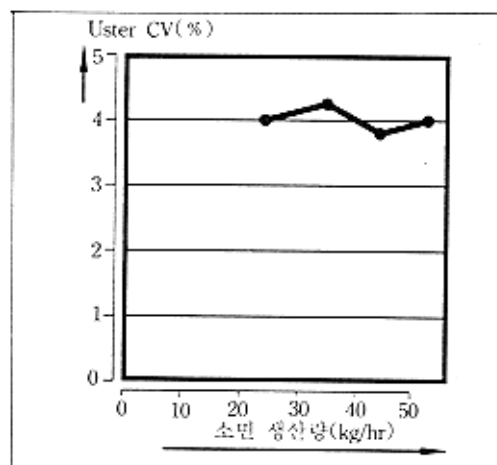
한편 소면 슬라이버의 품질과 소면생산량간의 관계에 대해 Bayer, Schlafhorst 및 Trutzschler와 같은 3개 회사가 공동으로 0.6dtex, 32mm인 아크릴 섬유 DralonX160 극세섬유를 써서 소면슬라이버를 만든 연구결과를 작년 9월에 오스트리아 뉘른시에서 개최된 제31회 인조섬유학술회의에서 제시하였는데, 여기서는 소면생산량과 함수관계가 있는 넵 패턴에 대한 그림과 슬라이버 균제도 패턴에 대한 두 가지의 그림이 소개되었다.



<그림 20> 소면 생산량과 뉘수



<그림 21> 소면 생산량과 평균 섬유장



<그림 22> 소면 생산량과 Uster CV(%)

<그림 20>에 의하면 소면생산량이 24kg/hr에서 44kg/hr으로 증가할 때 소면 슬라이버 1g당 넵수가 7에서 3으로 감소하고 있음을 알 수 있는데, 이는 대단히 좋은 결과이다. 한편 소면생산량을 53kg/hr으로 증가시킬 때 소면 슬라이버 1g당 넵수는 10으로 증가하였는데, 이는 실린더 침포에 섬유물질이 과다하게 많이 끼어 있다든지 혹은 앞에서 언급한 침포의 틈이 협소함 등과 관련이 있을 것이다.

<그림 21>과 <그림 22>에서 보는 바와 같이 Almeter 시험기로 측정한 평균 섬유장과 Uster CV(%)는 소면생산량이 커지더라도 거의 변동이 없음을 알 수 있다.

5. 결 론

극세섬유의 방적성에 대한 평가는 극세섬유 물성의 크기로부터 유도될 수 있으며, 혼타면공정 및 소면공정을 거치는 동안 섬유손상과 넵 형성의 우려가 있으므로 기계부속품을 비롯하여 설비 및 공정 라인을 선택할 때 반드시 주의가 필요하며, 결론적으로 현대적인 혼타면 및 소면설비 라인에 의하여 오늘날 극세섬유의 방적은 더욱 안전한 상태로 처리될 수 있다.