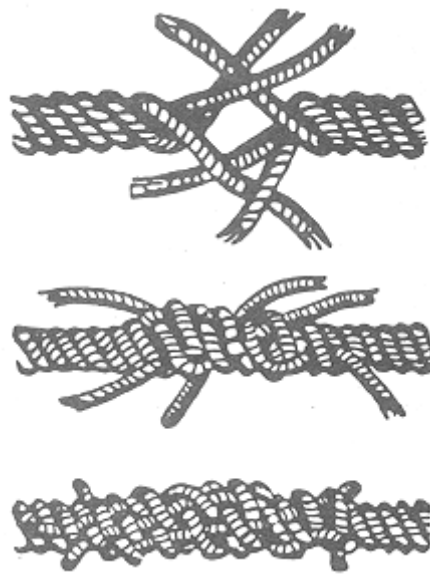


매듭없는 실 연결방법

1. 서 론

공정중에 실이 끊어졌을 때 실을 꼬아 잇는 방법이 오래전부터 실용적인 방법으로 널리 사용되어 왔다. 본고는 서독 Aachen에 있는 Rheinisch-Westfalischen Technischen Hochschule(RWTH)의 섬유과학기술소 (Institut für Textiltechnik)에서 매듭없이 실을 잇는 방법에 관해 연구하여 얻은 여러 가지 결과를 검토한 것이다.



<그림 1> 스플라이싱에 의해 케이블을 이었을 때의 짧은 이음부

공정중에 실이 끊어지거나, 실의 결점을 제거하기 위해서, 또는 실의 패키지가 모두 소비되어 실의 이동이 중단되었을 때 두 개의 실끝을 이어주는 일이 오래전부터 문제점으로 되어왔다. 실을 이은 후 절단이 없고, 실의 품질을 떨어뜨리지 않으면서 다음 공정으로 진행될 수 있어야 이상적인 실잇

기라 할 수 있다. 또한 이러한 연결방법은 실의 구조 및 굵기에 관계없이 모든 섬유에 적용 될 수 있어야 한다. 꼬아서 실을 잇는 방법(splicing)은 접착제와 같은 어떤 다른 접합 물질이 필요없다는 잇점뿐만 아니라 이음부가 보통실과 같은 특징을 갖기 때문에 실을 잇는 어떤 다른 방법과 비교할 때 특별한 의미를 갖는다. 스플라이싱이란 표현과 개념은 잘 알려져 있는 바와 같이 로프 끝을 서로 연결하는 방법으로부터 생겨났다. 두 로프를 잇기 위해서는 두 줄을 풀어 서로 꼬아준다(그림 1).

기계적이며 정전기와 공기의 작용에 의한 시스템으로 이루어지는 실의 스플라이싱 방법이 알려져 있다.

서독 RWTH의 섬유과학기술소에서는 과거 몇 년동안 많은 곳에서 채택하여 성공을 거두었던 공기의 작용에 의한 스플라이싱방법에 대한 연구를 하였다. 이 연구의 목적은 지금까지 스플라이싱장치가 주로 경험에 의해 개발되었다는 점을 염두에 두고, 스플라이싱공정을 정확히 분석함으로써 스플라이싱장치를 특별히 개선하고자 하는 것이었다. 다음에서 공기흐름의 회전운동에 의한 실 연결(vortexing)공정과 함께, 실의 준비공정을 고려한 스플라이싱공정에 대한 연구내용을 알아보고 마지막으로 여러 종류의 실에 대한 포괄적인 연구결과를 소개하고자 한다.

2. 스플라이싱 위치에 대한 조사

스플라이싱에 의한 이음부를 평가하기 위해서는 실에 대한 조사가 필요한데 이 조사는 한편으로는 이후의 공정에서 실이 진행하는 거동을 평가하는데 도움이 되며 다른 한편으로는 스플라이싱 위치의 이관을 평가하는데 도움이 된다. 이음부의 내구성을 나타내는 척도, 즉 최대인장강도 및 최대하중/신장 값들은 잘 알려진 여러 타입의 장치로 아주 간단히 측정할 수 있는

반면 꼬인 형태에 대한 객관적인 육안판정은 더 까다롭다.

가. 최대인장강도 및 최대 하중/신장 특성

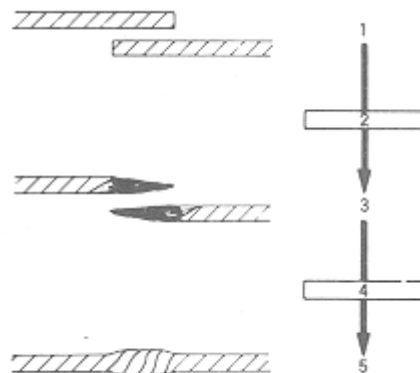
최대인장강도 및 최대 하중/신장 특성은 Zwick 전자동장력측정기로 측정하였다. 두 클램프간의 시료길이는 50cm이다. 조사한 시료들은 각각 한 개의 이음부를 갖고 있다. 서로 다른 여러 타입의 실의 측정치를 비교할 수 있도록 각 실에 대해 30번씩 측정하여 그 평균값들을 원시료의 평균값과 비교하였다.

클램프간의 길이를 50cm로 선택함으로써 결과치는 이음부와 정상실의 혼합된 값을 나타내게 된다. 만약 실이 이음부 밖에서 끊어진다면 이음부의 강력이 정상실 부분의 강력보다 더 큰 것이다. 스플라이싱에 의한 이음부를 갖는 실들 중의 몇 %가 이음부내에서 끊어지며 이음부 밖에서 끊어지는 것이 몇%인가를 조사하는 것이 이은 가닥의 질을 평가하는 적당한 방법이다. 스플라이싱에 의해 이어진 실의 최대인장강도의 평균값은 최대일 때 원실의 값을 갖는다. 반면에 최대 하중/신장 값은, 예를 들어 이음부가 미끄러져 떨어져 나갈 경우 원시료의 값보다 커지게 된다.

그러나 이후의 공정을 위해서는 최대인장강도 및 최대하중/신장 값이 정상실이 갖는 값의 범위내에 있거나 그 이상이라면 그 정확한 값은 별로 중요하지가 않다. 관심을 가져야 하는 것은 그 값들의 편차이며, 특히 실이 끊어질 위험성이 있는, 평균값보다 낮은 값의 강도를 나타내는 방향으로의 최대인장강도 값의 편차이다. 최대인장강도와 최대 하중/신장 값들이 얼마나 산재되어 있나를 나타내는 척도로써 변동계수를 구해 원시료에 대응하는 변동계수와 비교한다.

3. 스플라이싱 공정의 조사

스플라이싱 시스템중 가장 먼저 만들어진 것은 전공정없이 단 한단계로 작동되는 것이었다. 두 실 끝이 스플라이싱 챔버내로 들어가 한번의 동작으로 이어진다. 이러한 방법으로는 단섬유로 만든 실이나 꼬임이 많은 실 그리고 세번수의 실을 만족스럽게 이을 수가 없다.

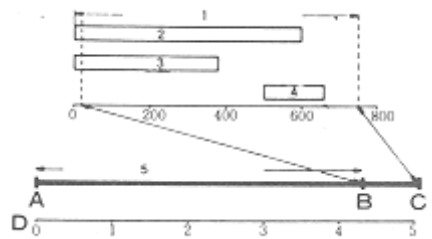


<그림 2> 스플라이싱 공정

1. 실끝을 자른다.
2. 실끝을 준비한다.
3. 실끝을 풀어준다.
4. Vortexing 공정에 의해 꼬아서 이어준다.
5. 이음부

로프를 꼬아 잇는 방법과 비슷하게, 꼬임이 있는 두개의 실 끝을 준비하여 2단계 동작으로 스플라이싱하는 방법을 생각해 냈다(그림 2). 첫 단계에서 섬유나 필라멘트가 거의 평행하게 배열되도록 하기 위해 조여있는 두 실 끝을 풀고 두번째 단계에서 준비된 실 끝을 서로 겹쳐서 공기의 회전운동으로 같이 꼬아 이어준다(보텍싱). 자동권사기에 이동 스플라이서 (traelling splicer)로서 장치되어 있는 Schlafhorst splicer III B를 사용하면 실의 흐름이 끊기는 경우(그림 3), 두 실 끝은 스플라이싱 헤드부분에 놓이게 되고 물려 잘려진 후

흡입작용에 의해 실 끝을 푸는 튜브(opening tube)속을 끌려 들어간다. 거기서 두 실 끝은 공기의 흐름에 의해 꼬임이 풀어져 가늘게 퍼진 후 피더(feeder)에 의해 실 끝이 오프닝 튜브밖으로 나와 스플라이싱 챔버내에 놓이게 된다. 챔버의 뚜껑이 닫히고 공기 흐름의 회전운동에 의해 실끝이 꼬여 이어지게 된다. 끝이 이어진 실은 풀려나고 권취운동이 가동된다.



<그림 3> 스플라이싱에 의해 실이 끊어진 것을 잇는 순서를 나타낸 그림

- A. 스플라이서 케리지에 물린다.
- B. 실끝이 잘려진다.
- C. 보빈이 작동을 시작한다.
- D. 시간(초)
- 1. 스플라이싱 시간(밀리초)
- 2. 긴 “오프닝”
- 3. 짧은 “오프닝”
- 4. 보텍싱
- 5. 실끝이 놓이는 위치

가. 실끝을 풀어주는 공정

조사결과 스플라이싱에 의한 이음부가 견실한 내구성을 갖기 위해서는 실 끝을 준비하는 공정이 중요한 필수조건의 하나라는 것이 밝혀졌다. 두 실 끝이 풀어져야, 즉 섬유들이 꼬임없이 평행하게 놓여질 수 있어야 실의 연결이 만족스럽게 이루어질 수 있다. 또한 스플라이싱공정에 포함되지 않는 섬유를 제거함으로써 이음부의 두께가 감소된다. 극단적인 경우에 실 끝을 풀어주는

공정이 너무 가혹하면 실이음부에 너무 가는 부분이 생긴다.

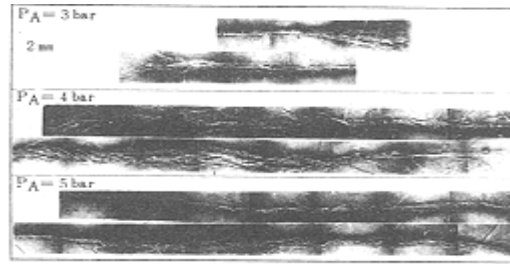
스플라이싱 시스템은 기계적이고 정전기와 공기의 작용에 의해 실 끝을 풀어주는 공정으로 이루어진다고 알려져 있다.

다음에서 Schlafhorst III B splicer에 사용되고 있는 것과 같이, 실끝이 공기의 작용에 의해 풀어지는 공정에 관해 좀 더 자세하게 검토해 보겠다. 각 실 끝을 위한 오프닝 튜브가 한 개씩 있다. 공기가 구멍을 통해 튜브속으로 들어가면서 주사기와 같은 효과에 의해 입구가 진공이 되며 이로 인해 실 끝이 튜브속으로 끌려 들어가게 된다.

그림 밑에 표시한 실 끝을 풀어줄 때의 압력은 오프닝장치에 이르는 공기 공급선에서 측정한 과압력을 말한다. 실 끝이 풀어지는 정도는 0.380초 또는 0.600초 동안의 실 끝을 풀어주는 시간의 선택과 무한히 변화시킬 수 있는 압력을 조정함으로써 영향을 받는다. 또한 공기 흐름이 회전방향은 오프닝 튜브의 설계 및 위치에 따라 바뀔 수 있다. 그에 따라 Z꼬임된 실 뿐 아니라 S 꼬임의 실도 풀 수가 있다.

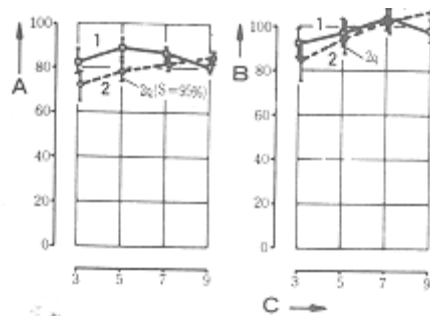
실에 따라 풀리는 정도를 알맞게 맞추어야 한다. 실 끝은 스플라이싱 챔버 내에서 겹쳐지는 길이 전체에 걸쳐 풀어져야 한다. 그림 4에 나와 있듯이 압력이 너무 낮을 경우에는 이것이 불가능하다. 반면에 실 끝이 너무 과다하게 풀어지면 실 끝이 반대방향으로 꼬이게 될 것이다.

실 끝을 풀어줄 때의 시간을 0.600초로 긴 시간을 선택할 경우 실 끝이 이미 스플라이싱 챔버내에 들어가 보텍싱 공정이 시작됐는 데도 실 끝을 풀기 위한 압력은 여전히 가해질 것이다(그림 3). 이렇게 되면 아마도 공기흐름에 의한 작용이 더 길어짐으로써 실 끝을 풀어주는 효과가 강렬해질 뿐 아니라 풀어진 실 끝에 있는 섬유가 뽑히는 동시에 오프닝 튜브로부터 나올 때 더 많이 흩어지게 될 것이다.



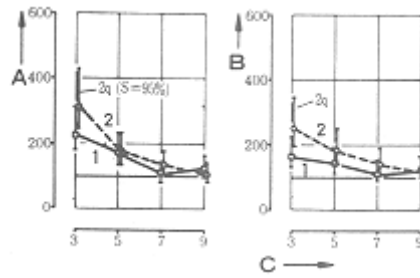
<그림 4> 실끝은 풀어 줄때의 압력 P_A 를 변화시키면서 면/폴리에스터 (50/50) 링정방사를 풀어주었을 때 풀어진 실끝의 주사형 전자 현미경 사진

25tex(24's)의 면/폴리에스터 50/50 링정방사를 사용하여 실 끝을 풀어줄 때의 압력이 미치는 영향에 대해 좀더 세밀한 조사를 하였다(그림 5, 6). 실끝이 풀어지는 정도가 커짐에 따라 스프라이싱에 의한 이음부의 최대인장강도 및 최대 하중/신장값이 처음에는 증가하는 경향을 나타내며 동시에 이 값의 변동계수가 확실히 감소되었다. 그러나 실끝이 풀어지는 정도가 어느 한계값을 넘어서게 되면 이 값은 더 이상 좋아지지 않는다.



<그림 5> 실끝을 풀어줄 때의 압력에 따른 스프라이싱에 의해 이어진 실의 원시료에 대한 최대인장강도 및 최대 하중/신장의 상대값

- A. 최대 인장강도의 상대치(%)
- B. 최대 하중/신장의 상대치(%)
- C. 실끝을 풀어줄 때의 압력(바아)
24's의 면/폴리에스터 50/50 링 정방사
- 1. 실끝을 풀어줄 때의 시간 = 0.600초
- 2. 실끝을 풀어줄 때의 시간 = 0.380초



<그림 6> 실줄을 풀어줄 때의 압력에 따른 원시료에 대한

최대 인장강도 및 최대하중/신장 값의 변동계수

- A. 최대 인장강도의 변동계수 상대치(%)
- B. 최대 하중/신장의 변동계수 상대치(%)
- C. 실끝을 풀어줄 때의 압력(바아)

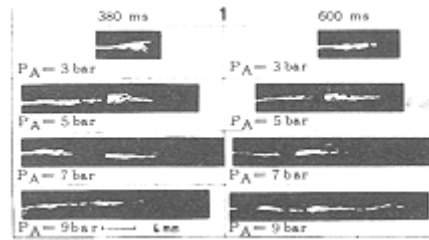
24⁷⁵의 면/폴리에스터 50/50 링정방사

- 1. 실끝을 풀어줄 때의 시간 = 0.600초
- 2. 실끝을 풀어줄 때의 시간 = 0.380초

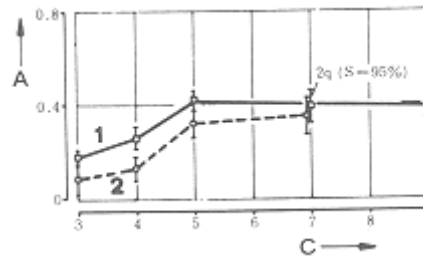
실끝을 풀어주는 시간이 길 때 (0.600초)압력이 7바아에서 9바아로 증가하면 인장특성치가 나빠지는 경향을 나타낸다. 7바아와 9바아의 압력에서 스플라이싱에 의해 이어진 실이 갖는 인장특성치의 변동계수는 원시료가 갖는 값의 범위내에 있게 된다.

그림 7은 실끝을 풀 때 여러단계에서 실끝이 풀린 정도를 나타낸 것이다. 압력이 증가하면 실끝이 풀린 정도를 나타낸 것이다. 압력이 증가하면 실끝이 풀린 구간이 길어진다. 즉 실끝의 풀린 정도가 커진다. 또한 풀린 정도가 증가하면 그로 인한 섬유율의 술이 더 날카로와진다. 7바아와 9바아의 압력에서 섬유술이 실몸치에서 풀려 나와 실끝에 느슨하게 붙어있는 것을 볼 수 있다.

정밀저울을 사용하여 실끝을 풀어내는 공정 전후의 실무게를 측정하고 섬유율이 얼마나 떨어져 나갔는지를 조사하였다(그림 8).



<그림 7> 실끝을 풀어줄 때의 압력 P_A 를 변화시키면서 50/50 면/폴리에스터 링정방사의 실끝을 풀었을 때 그 실끝의 광학현미경 사진



<그림 8> 실끝을 준비할 때 실을 풀어줄 때의 압력에 따른 섬유의 감소량

A. 섬유의 감소량(mg)

C. 실을 풀어줄 때의 압력(바아)

24's의 면/폴리에스터 50/50 링정방사

1. 실을 풀어줄 때의 시간 = 0.600초

2. 실을 풀어줄 때의 시간 = 0.380초

면/폴리에스터 혼방의 링정방사를 조사했을 때 섬유가 떨어져 나간 정도가 실끝을 풀어줄 때의 압력이 증가함에 따라 처음에는 증가하였다. 약 5바아의 압력 이상이 되면서 더 이상의 섬유 감소는 없었다. 아마도 남아있는 섬유는 튼튼하게 뭉쳐있어서 섬유뭉치로부터 떨어져 나갈 수 없는 것으로 생각된다. 실끝을 풀어줄 때의 압력을 더 증가하게 되면 실끝이 모여져 실꼬임 방향과 반대방향으로 꼬이게 된다.

초당 10,000장을 찍는 고속 촬영으로 실끝을 풀어주는 공정을 눈으로 볼 수 있었다. 조사한 면/폴리에스터 50/50 링 정방사에서는 섬유줄 대부분이 실

몽이치로떨어져 나왔으며 실끝은 모든 술이 공기흐름에 의해 완전히 떨어져 나와 흩어져 버릴 때 까지 점점 길어졌다.

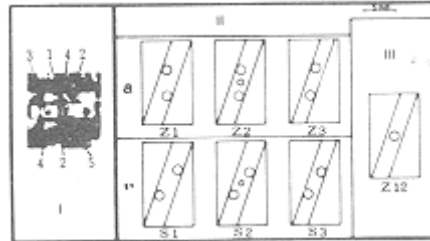
나. 보텍싱 공정(Vortexing process)

보텍싱공정은 스플라이싱 챔버내에서 풀어진 실끝을 겹쳐 공기의 흐름에 의해 서로 이어지게 하는 것이다.

보텍싱의 정도는 시간과 공기의 압력수준에 의해 영향을 받는다. 공기를 주입할 때 압력이 일정치 않고 불규칙한 패턴으로 가해질 때 더 유리한 결과를 나타낸 경우가 많이 발견되었다. 그림 9에 표시한 스플라이싱 압력은 스플라이싱 장치에 이르는 공기 공급선에 지배적으로 가해지는 과압력이다.

장섬유나 필라멘트사를 위한 스플라이싱 시스템은 일반적으로 스플라이싱 챔버의 설계가 단섬유사를 위한 스플라이싱 시스템과는 다르다. 본 연구에서 사용된 Schlafhorst III B의 스플라이싱 장치는 공기공급 구멍이 여러 개가 있는 스플라이싱 챔버를 갖춘 단섬유사용이다. 공기공급구멍은 엇갈린 배열(그림 9)을 하고 있어 서로 겹쳐진 실끝이 섞여서 꼬여지게 된다. S꼬임의 실과 Z꼬임의 실에 따라 반대방향으로 공기공급구멍이 배열된 다른 형태의 스플라이싱 챔버가 사용된다. 장섬유나 필라멘트사용으로는 가운데 공기공급구멍이 있는 스플라이싱 챔버가 사용된다. 폴리에스터/양모 55/45 혼방의 링정방사(50tex)를 Z1, Z2 스플라이싱 챔버와 장섬유사용인 Z12 스플라이싱 챔버로도 보텍싱 공정을 해 보았다. 서로 대조되는 색을 갖는 두 실끝을 이은 부분의 현미경 사진(그림 10)을 보면 이음부의 구조가 확연히 다르다는 것을 알 수 있다. 중심부에 공기구멍이 있는 Z 12챔버를 사용했을 때는 두개의 실끝이 완전하게 같이 섞였다. 밝은 색깔의 섬유와 어두운 색깔의 섬유가 각각 붙어있는 섬유몽치를 이음부의 중간부분에 발견할 수 없다. 두 섬유는 완전

히 랜덤하게 섞여있다. 실뭉치에 끼여있지 않고 실뭉치로부터 빠져 나와 있는 짧은 털끝이 이음부의 양끝에 생긴다.



<그림 9> 여러 가지 스플라이싱 챔버 형태

I. 스플라이싱 장치

1. 스플라이싱 챔버
2. 오프닝 튜브
3. 덮개
4. 피더
5. 스플라이싱에 의해 이어진 실

II. 단섬유사용 스플라이싱 챔버

- a. Z-꼬임
- b. S-꼬임

III. 장섬유사나 필라멘트사용 스플라이싱 챔버



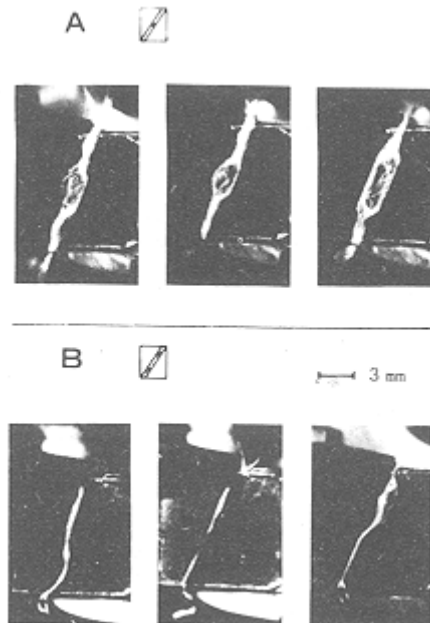
<그림 10> 여러가지 스플라이싱 챔버(Z12, Z1, Z2)로 50tex(12^s)의 폴리에스터/양모 55/45 혼방사를 스플라이싱 했을 때의 광학현미경 사진.

Z1과 Z2 챔버에 의해 만들어진 이음부는 실끝이 더 튼튼히 이어져 있다. 그러나 이음부의 중간부분에 있는 두 실의 섬유는 개개의 섬유로서 완전히 섞여져 있지 않다. 각각 달라 붙은 밝은 색깔의 섬유뭉치와 어두운 색깔의

섬유물치들이 실의 꼬임방향으로 함께 꼬여있는 것을 볼 수 있다. 실끝을 준비하는 전공정에서 실끝에 섬유가 꼬임없이 평행하게 배열될 때 스플라이싱에 의해 서로 섞여진 두 실의 이음부는 링 정방사와 비슷한 구조의 꼬임을 갖게 된다.

공기공급구멍이 스플라이싱 챔버의 중앙에 있을 때 연결되는 두 실의 섬유를 서로 섞는 데 결정적으로 영향이 있다는 것이 밝혀졌다. 스플라이싱 챔버의 가(변)에서 공기를 공급하면 섬유들이 뭉치를 이뤄 꼬이게 된다. Z2 챔버는 가에 두개의 구멍이 있을 뿐 아니라 중앙에도 한 개의 구멍이 있다. 이러한 챔버에서 얻어진 이음부는 양쪽 실의 섬유가 따로따로 꼬여있는 것을 볼 수 있다. 그러나 중앙에 구멍이 없는 Z1 챔버로 만든 이음부와 비교했을 때는 밝고 어두운 두 섬유가 더 잘 섞여있다.

스플라이싱 공정을 시작할 때 찍은 고속사진으로 스플라이싱 챔버의 중앙에 구멍이 있는 경우와 없는 경우에 실을 이어주는 동안의 공정이 서로 다르다는 것을 알 수 있다(그림 11). Z12 챔버에서는 스플라이싱 공정 초기에 공기가 들어옴으로써 겹쳐진 실의 양끝이 벌어져 부풀게 된다. 이 때 섬유들은 흩어져서 스플라이싱 챔버의 공간 거의 전체를 차지하게 된다. 그러나 Z3 챔버의 경우에는 섬유들이 훨씬 더 조밀하게 뭉쳐져 있어 그렇게 많이 흩어지지 않는다. 결과적으로 두 실끝의 섬유가 각각의 개별적인 섬유가 아닌 작은 섬유물치로서 섞여져 서로 꼬이게 된다. 공기구멍과 같은 높이에 있는 실끝이 공기의 흐름에 직접 접할 때만 약간 부푸는 것을 볼 수 있다. 또한 스플라이싱 챔버 밖에서도 실의 공기흐름의 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 이런 현상으로 실끝이 스플라이싱 챔버 밖으로 약간 나가더라도 단섬유사의 실끝이 잘 연결되며 또 공정이 끝난 후의 이음부가 스플라이싱 챔버의 길이보다 더 긴 이유를 설명할 수 있다.



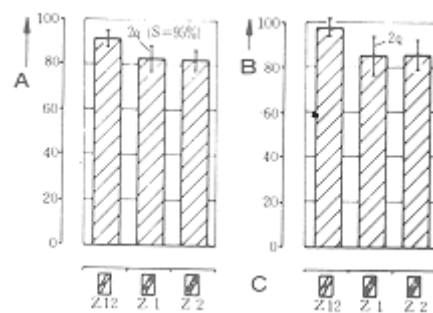
<그림 11> 스플라이싱 공정을 시작할 때의 고속사진.

노출시간 : 5×10^{-8} 초

A. 50tex(12's) 폴리에스터/양모 55/45 링 정방사를

장섬유사용 Z12 스플라이싱 챔버를 사용했을 때

B. 단섬유사용 Z3 스플라이싱 챔버를 사용했을 때



<그림 12> 스플라이싱 챔버의 디자인에 따른 원시료에 대한 스플라이싱된

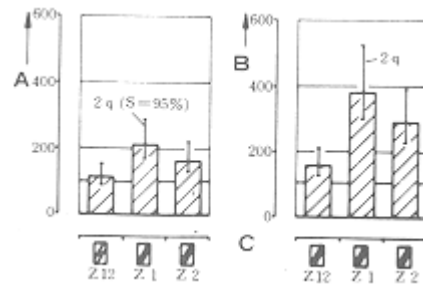
실의 최대인장강도 및 최대 하중/신장의 상대값.

A. 최대 인장강도의 상대치(%)

B. 최대 하중/신자의 상대치(%)

C. 스플라이싱 챔버의 디자인

50tex의 폴리에스터/양모 55/45 링 정방사



<그림 13> 스플라이싱 챔버의 디자인에 따른 원시료에 대한 스플라이싱된 실의 최대 인장강도 및 최대 하중/신장의 변동계수 상대값.

A. 최대 인장강도의 상대변동계수값(%)

B. 최대 하중/신장의 상대변동계수값(%)

C. 스플라이싱 챔버의 디자인

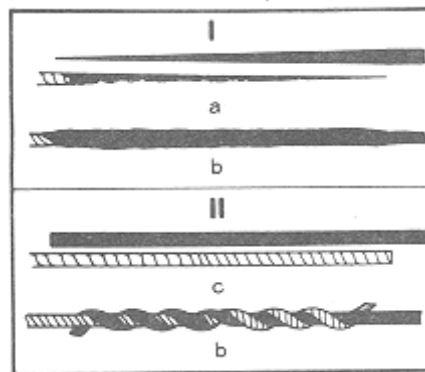
50tex의 폴리에스터/양모 55/45 링 정방사

양모/폴리에스터 혼방 링 정방사는 Z12, Z1, Z2 챔버 모두로 이을 수가 있다.

두 실끝에 있는 각 섬유의 혼합 정도와 랜덤한 위치가 장섬유사의 이음부가 내구성을 갖는데 특히 중요한 인자가 된다는 것을 최대인장강도 및 최대 하중/신장의 상대값으로 알 수 있다. Z12 스플라이싱 챔버로 Z1과 Z2 챔버와 비교할 때 대체로 더 좋은 결과를 얻을 수 있다(그림 12, 13).

Z1이나 Z2 챔버를 사용할 때와 비교해서 Z12 챔버를 사용할 때 최대인장강도 및 최대 하중/신장의 평균상대값이 더 컸으며 이 값의 변동계수가 더 낮았다. 다른 장섬유사를 사용하면 이 차이는 더욱 두드러진다. 장섬유사를 단섬유사용 챔버로는 이을 수 없다. 반면에 단섬유사는 Z12 챔버로는 이을 수가 없다. 따라서 단섬유사의 경우 꼬임이 풀린 실끝을 서로 꼬아주는 작업이 실 이음부가 내구성을 갖는 데 중요한 역할을 한다. 이 경우 공기의 회전운동이 작용하기 전에 실끝을 풀어주는 공정이 결정적으로 중요하다(그림 14). 그렇지 않으면(말아 꼬을 때와 마찬가지로), 두 실끝을 섬유가 서로 섞

이지 얇은 채 꼬여있는 상태로 두 실끝이 단순히 서로 감기게 될 뿐이다. 두 실끝의 섬유사이에 작용하는 마찰력이 불충분해 스플라이싱에 의한 이음부는 비교적 작은 힘이 가해져도 쉽게 미끄러져 갈라지게 된다. 반대로 두 실끝이 완전히 풀어지게 되면 섬유의 술이 평행하게 놓여져 있는 섬유와 같이 꼬이게 되며 이상적인 경우 이음부는 링 정방사와 같은 구조를 갖게 되며 섬유간의 마찰력이 실에 알맞은 응집력을 부여하게 될 것이다.



<그림 14> 스플라이싱이 잘된(I)것과 잘못된(II) 이음부의 도식적 그림.

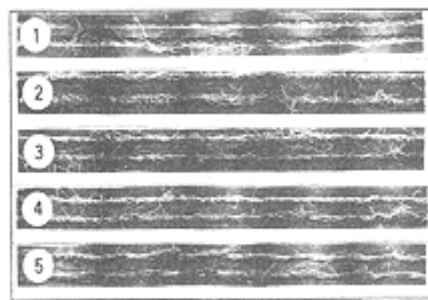
- a. 준비된 실끝(잘 풀어져 있다.)
- b. 이음부
- c. 준비된 실끝(풀어져 있지 않다.)

4. 실험과정

서독 RWTH의 섬유과학기술소에서는 광범위한 연구과정에 착수했는데 스플라이싱 능력을 여러 가지 실이나 섬유의 한 기능 및 방적 인자로서 조사하였다. 이 일련의 연구중에서 단 몇 개의 결과를 본고의 범위내에서 검토해 본다. 스플라이싱 공정에 영향을 주는 인자들이 복잡하기 때문에 어떤 실의 스플라이싱 능력에 대해 일반적으로 언급하기는 거의 불가능하다. 따라서 여기에 제시한 실험결과를 이번 연구에서 시험한 실에만 적용된다.

가. 여러 가지 방적방법

같은 섬유로부터 2개의 링정방사, 3개의 로터식 OE정방사, 2개의 마찰식 OE정방사, 1개의 공기 정방사(Murata타입의 정방), 및 1개의 커버드사(covered yarn)를 생산하였다. 생산자에 따라 섬유의 원료 및 생산되는 실에 따라 알맞은 최적 방적조건을 선택하였다(그림 15). 실을 스피라이싱에 의해 이어줄 때 각각의 실에 따라 알맞은 최적 스피라이싱 조건이 되도록 스피라이싱 장치를 변화시켜 조정하였다.

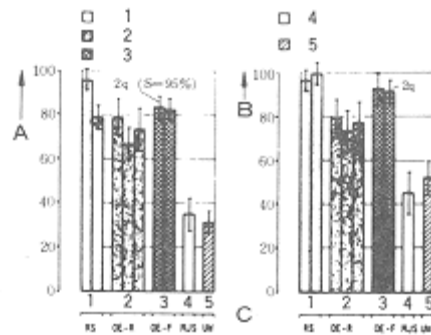


<그림 15> 여러 가지 방적법에 의해 만들어진 면/폴리에스터 35/65 30's

혼방사의 주사형 전자현미경 사진

1. 링 정방사
2. 로터식 OE사
3. 마찰식 OE사
4. 공기 정방사(MJS)
5. 커버드사(Parafil)

그림 16과 17은 각각의 실이 갖는 인장특성치를 나타낸 것이다. 두 링정방사의 최대인장강도의 상대값이 아주 다르게 나타났다. 따라서 방적조건이 스피라이싱 능력에 영향을 줄 수 있는 것 같이 생각된다.



<그림 16> 방적법에 따른 스피라이싱된 실의 원시료에 대한

최대 인장강도 및 최대 하중/신장의 상대값.

A. 최대 인장강도의 상대치(%)

B. 최대 하중/신장의 상대치(%)

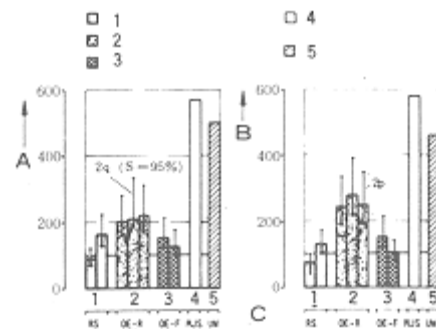
C. 방적법

30^스 면/폴리에스터 35/65 방적사

(1~3은 생산자가 다르다.)

1. 링정방사 2. 로터식 OE사

3. 마찰식 OE사 4. 커버드사(Parafil)



<그림 17> 방적법에 따른 스피라이싱된 실의 원시료에 대한 최대

인장강도 및 최대 하중/신장의 상대 변동계수값.

A. 최대 인장강도의 상대변동계수치(%)

B. 최대 하중/신장의 상대변동계수치(%)

C. 방적법

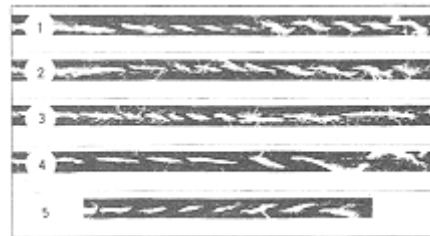
30^스 면/폴리에스터 35/65 방적사

(1~3은 생산자가 다르다.)

1. 링정방사

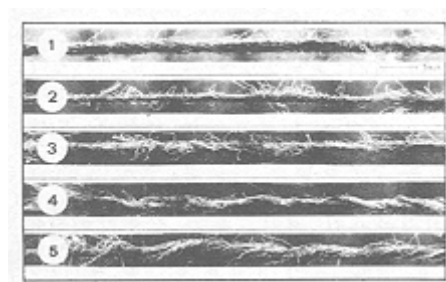
2. 로터식 OE사

공기정방사와 커버드사는 스플라이싱에 의해 실을 잇는 것이 사실상 불가능했다. 인장강도 및 신장률이 매우 낮았으며 높은 변동계수는 각각의 값이 얼마나 변동이 심한지를 보여준다. 이 좋지않은 결과를 실을 준비할 때 실끝이 불충분하게 풀렸기 때문에 나타난 것이다. 광학현미경과 주사형전자현미경 사진에 나타난 대로(그림 18, 19) 섬유가 섞이지 않은채로 두 실끝이 단순히 서로 꼬였을 뿐이다.



<그림 18> 여러 가지 방적법으로 생산된 30's 면/폴리에스터 35/65혼방사를 스플라이싱에 의해 이었을 때의 이음부 모양을 광학현미경에서 찍은 사진.

1. 링정방사 2. 로터식 OE사 3. 마찰식 OE사
4. 공기정방사(MJS) 5. 커버드사(Parafil)

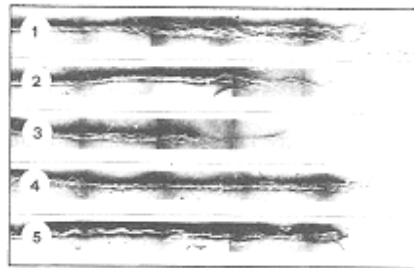


<그림 19> 여러 가지 방적법으로 생산된 30's 면/폴리에스터 35/65 혼방사를 스플라이싱에 의해 이었을 때의 이음부의 모양을

주사형 전자 현미경에서 찍은 사진.

1. 링정방사 2. 로터식 OE사 3. 마찰식 OE사
4. 공기 정방사(MJS) 5. 커버드사(Parafil)

공기정방사는 실 단면 전체가 불균일하게 꼬인 구조를 보여준다. 실 중심에 놓여 있는 섬유들이 사실상 평행하게 배열된 채 실 겉의 섬유에 의해 둘러 싸여있다. 이러한 실의 구조는 우리가 제시한 방법에 의해서는 만족스럽게 실끝을 풀어줄 수가 없다(그림 20). 커버드사에서조차도 섬유뭉치 주위를 꼬아 싸고 있는 필라멘트사를 충분히 제거할 수가 없다.



<그림 20> 여러 가지 방적법으로 생산된 30's 면/폴리에스터 35/65 혼방사의 실끝을 풀었을 때의 모양을 주사형 전자현미경에서 찍은 사진.

1. 링정방사 2. 로터식 OE사 3. 마찰식 OE사
4. 공기 정방사(MJS) 5. 커버드사(Parafil)

예상한대로 링정방사가 가장 좋은 스플라이싱 효과를 나타냈다. 이음부에서의 구조가 겉에 있는 약간의 섬유를 제외하고는 링정방사의 구조와 비슷했다. 마찰식 OE사도 역시 최대 인장강도와 최대 하중/신장의 상대값이 80% 이상의 값을 나타냈는데 이 값은 다음 공정을 수행하는 데 아주 충분한 값이다.

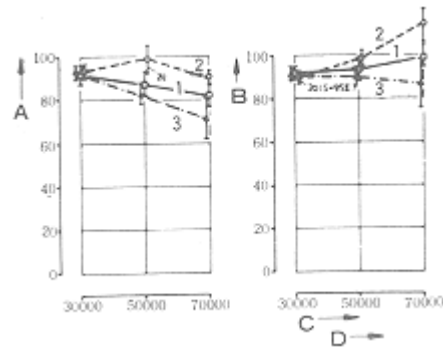
그러나 마찰식 OE 사를 스플라이싱 할 때 실패하는 회수가 비교적 많다고 말할 수 있다. 이것은 아마도 절단된 실끝의 구조가 잘풀리기에 적당치 않아 실끝이 충분히 풀리지 못하기 때문인 것 같다. 로터식 OE사에서는 이러한 결점이 나타나지 않았다. 이 실은 최대 인장강도 및 최대 하중/신장 값이 널

리 흠어져 분포되어 있었는데 이 값의 변동계수가 이러한 사실을 설명해주고 있으며 링정방사나 마찰식 OE사보다 흠어져 있는 정도가 더욱 두드러졌다. 또 로터식 OE사에서는 이음부의 인장강도가 원시료의 인장강도의 50% 이하인 경우가 나타났다.

다음 공정의 조건이 좋지 않으면 나타나는 경우가 적긴 하지만 이러한 이음부에서 실이 끊어지기 쉽다. 그림 20은 절단된 실끝 부근의 커버링 섬유가 어떻게 실끝이 풀어지는 것을 방해하는지를 보여주고 있다. 로터식 OE사와 마찰식 OE사에서 실끝이 풀어지는 정도와 또 그로 인한 스플라이싱의 질은 주로 절단지점의 실끝의 구조에 좌우된다. 재래식 방법이 아닌 새로운 방법으로 만들어진 방적사들(예를 들어 OE사, 공기정방사, 커버드사 등)에 대해 스플라이싱의 효과를 증진시키거나 가능하게 하기 위해서는 실끝을 풀어주는 방법을 개발할 필요가 있는데 이러한 방법은 새로운 방적법에 의해 만들어진 실의 구조가 길이방향뿐 아니라 단면에서도 불균일하다는 점을 고려해야 할 것이다.

나. 로터식 OE사의 경우 로터속도의 변화

35tex(17^s)dml 로터식 면 OE 정방사의 경우 로터의 속도를 변화시킴으로써 커버링 섬유의 구조와 실의 구조를 변화시켰다. 커버링 섬유의 양을 증가시키고 더 단단히 감쌀 경우에 스플라이싱 결과에 대한 스플라이싱 장치의 조정조건에 대한 의존도가 더 커지는 것을 발견했다(그림 21). 반면에 로터의 속도가 30,000rpm일 때, 실을 풀어줄 때의 압력과 공기를 불어 넣어주는 시간은 스플라이싱 결과에 거의 영향을 주지 않았다. 로터속도가 70,000rpm일 때는 차이가 상당히 크게 나타났다.



<그림 21> 스프라이싱에 의해 이은 실의 로터 속도에 따른 최대 인장강도
및 최대 하중/신장의 원시료에 대한 상대값.

- A. 최대 인장강도의 상대치(%)
 - B. 최대 하중/신장의 상대치(%)
 - C. 로터 속도(rpm)
 - D. 커버링 섬유 양의 증가
1. 실을 풀어 줄 때의 압력 = 6.5바아, 시간 = 0.150초
 2. 실을 풀어 줄 때의 압력 = 6.5바아, 시간 = 0.120초
 3. 실을 풀어 줄 때의 압력 = 5바아, 시간 = 0.150초
- 루우터식 면 정방사 17's

다. 마찰식 OE사의 경우 섬유 원료의 변화

100% 면, 25% 면 / 75% 폴리에스터 100% 폴리에스터 섬유와 마찰식 OE사를 만들었다. 면의 함량이 많아질수록 스프라이싱에 의해 이은 실의 최대 인장강도 및 최대 하중/신장 값이 증가하였다(그림 22). 이에 반해 원시료의 경우는 실의 굵기에 따라 면의 함량이 증가할수록 최대 인장강도 및 최대 하중/신장 값이 완연하게 감소하였다.

따라서 마찰식 OE사를 스프라이싱 할 때 폴리에스터사의 높은 인장강도 및 하중/신장 값을 얻으려는 것보다는 평균값보다 낮은 쪽의 최대 인장강도 및 하중/신장 값을 얻으려 하는 것이 더 타당한 일이라 하겠다.