

로터 방적사 직물의 가공에서 최적화의 가능성(I)

- 강력, 촉감, 외관을 중심으로 -

1. 서 론

독일의 가공약제 제조업체들은 1977년부터 로터 방적사로 만든 섬유제품들을 가공하는데 있어 여러 문제점에 직면하게 되었다. 현재까지도 그러한 제품들을 어떻게 가공해야 하는가에 대한 기술적 방법이 구체적으로 정립되어있지 않다. 전문가들의 토론이나 기술문헌들은 주로 로터 방적사의 생산에 중점을 두고 있고, 그 실로써 만든 섬유제품의 가공에 대해서 발표된 것은 많지가 않다.

지금까지는 여러 해 동안 섬유산업 및 방적시설 제조산업의 여러 관련회사들과의 협력하에 이러한 섬유제품들의 강력, 촉감, 외관 및 영구적인 가공효과와 관련하여 로터 방적사를 최적화하기 위해 체계적으로 연구하면서 이 문제를 해결하기 위해 노력해 왔다. 이러한 연구결과들이 여러 기술문헌들을 통해 발표된 바 있다. 지금도, 이러한 연구결과들을 토대로 계속해서 시험을 하고 있는데, 그 이유는 섬유기술은 새로운 개발을 필요로 하는 반면에 패션적 측면에서와 수시로 변하는 섬유제품에 대한 고객들의 욕구는 가공업자들에게 항상 벅찬 도전상대로 존재하기 때문이다.

몇 년 전까지만 해도 로터 방적사는 주로 태번수나 중번수 제품에 사용되었으나 오늘날에는 세번수로서 즉 셔츠, 블라우스 그리고 복지용으로 사용되는 약 Ne 40까지도 생산되고 있다. 이에 따라 로터 방적사가 촉감이나 강력 문제에 있어 크게 걱정하지 않았던 태번수 직물이나 사용된다고 생각하고 있던 가공업자들은 기존의 관념을 재고해야 한다. 로터 방적사로 만든 제품

들을 가공공정에서 최적화해야 될 주요 인자들은 뻗뻗한 촉감과 과도한 강도의 저하이다. 또한, 관점에 따라 이차적인 문제이기는 하지만 광택을 증진시켜야 할 필요가 자주 생긴다<표 1>. 따라서, 가공업자들은 가공해야 될 직물이 링 방적사로 만들어 졌나, 로터 방적사로 만들어 졌나를 알아야 한다. 왜냐하면, 그것에 따라 가공방법을 달리해야 하기 때문이다. 만약, 이 사실을 무시한다면 인장강도가 형편없이 낮은 값을 갖게 되는 결과를 가져올 수 있다. 왜냐하면, 링 방적사의 가공에 일반적으로 사용하는 가공처방(recipe)으로 처리하게 되기 때문이다.

<표 1> 가공공정에서 최적화해야 할 로터 방적사 직물의 특성인자

特 性	優 先 順 位
촉 감	+++
강 도	+++
외 관	+

2. 가공업자의 관점에서 본 로터 방적사와 링 방적사의 차이점

로터 정방이나 링 정방에 의해 생산되는 실은 원리가 다르기 때문에 실의 구조도 다르다. 로터 방적사는 빛의 반사가 아주 작아 이 실로 제직한 직물들은 더 어둡고 더 흐릿하게 나타난다. 따라서, 화섬의 경우 광택을 갖게 하려면, 더 밝고 빛나는 섬유를 사용하는 것이 바람직하다. 셀룰로스에 섬유의 경우, 화학공정에 의해서 높일 수 있는 반사율은 어느 정도 밖에 되지 못한다. 따라서, 기계적인 방법이나 특별한 방법의 전처리를 거칠 필요가 있다.

로터 방적사의 강도는 링 방적사보다 우수하지 못하다. 이것은 가공된 섬유품에 나쁜 영향을 준다. 오픈엔드 정방에 의해 생산된 뻗뻗한 실은 궁극적으로 로터 방적사의 제품이 갖는 심각한 문제점, 즉 밀짚과 같은 딱딱한

촉감을 갖게 한다.

그러나 위에서 언급한 중요한 단점 외에 가공의 관점에서 볼 때 몇 가지 유리한 점도 있다. 무엇보다도 정방기에 따라 균제도가 더 좋으며(실의 가는 결점과 굵은 결점이 적다), 일반적으로 볼륨감이 더 풍부하며 직물에 위단이 적게 나타나고 신장성과 내마모성이 더 좋을 뿐 아니라, 중요한 것은 이후에 행해지는 다른 공정들에서 공정특성이 좋아 더 경제적이라는 것이다.

본고에서는 지금까지의 여러 시험결과들에 대한 평가와 고객들의 조사결과에 대한 평가를 근거로 하여 이러한 장점과 단점에 대해 다시 재검토해보기로 한다.

<표 2> 가공업자의 관점에서 본 로터 방적사의 장단점

장 점	단 점
· 균제도가 더 좋다. · 정방기에 따라 가는 부분과 굵은 부분의 갯수가 적다 · 권취장력이 보다 균일하다(위단이 적다) · 신장률이 좋다 · 工程性이 좋다 · 내마모성이 좋다	· 실의 구조 · 실이 뻗뻗하고 딱딱하다. · 매트와 같은 외관을 갖는다. · 강도가 낮다

3. 강도와 기계적/공학적 인자들에 관한 조사

면이나 비스코스 또는 이들의 혼방으로 만들어진 제품은 일반적으로 셀룰로스용 가교제로 가공하는 것이 보통인데, 소위 합성수지가 사용된다. 이것은 수축 안정성과 방추성을 증진시키기 위해 필요하다. 가교제의 타입은 다를 수가 있으나 오늘날에는 주로 포름알데히드의 함량이 적은 제품들이 사용된다.

섬유제품의 필요조건과 최종 사용목적에 따라 유연제나 발수제와 같은 다

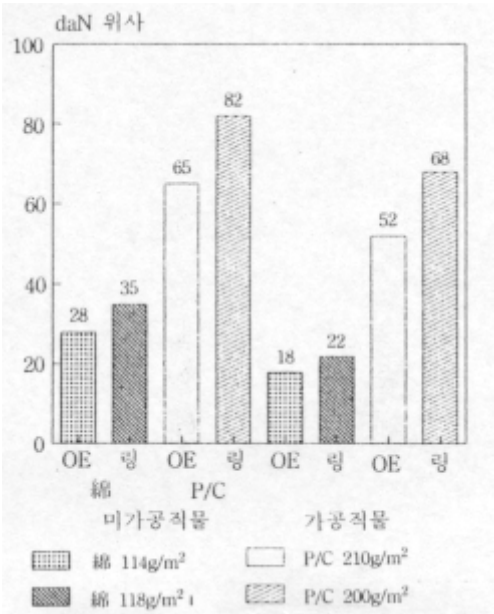
른 약제들이 가공처방에 포함되기도 한다. 우리는 이러한 가공제들이 구김 회복 각도, 인장강도, 내마모성, 팽윤도, 워시 앤드 웨어(wash & wear) 효과, 세탁중의 내수축성, 소수성 등과 같은 기계적 성질들에 미치는 영향을 체계적으로 조사하였는데, 로터 방적사와 링 방적사로 만든 거의 동일한 직물 및 편성포에 대해 시험을 하였다. 여기에서 얻어진 수많은 자료들을 평가하여 이러한 섬유제품들이 여러 가치 가공공정에서 어떻게 반응하는가를 알아내려고 시도했다.

직물들에 대해 행한 모든 실험자료를 본 고에서 다루기는 불가능하기 때문에 필요한 부분만을 다루었다.

가. 인장강도 및 인열강도

셀룰로스용 가교제가 셀룰로스에 섬유의 강도에 나쁜 효과를 준다는 것은 잘 알려진 사실이다. 인장강도와 인열강도를 비교했을 때 가공이 안된 로터 방적사의 강도가 링 방적사보다 거의 25%나 더 낮은 것을 알아냈다<그림 1>. 이것은 매우 중요한 사실인데, 왜냐하면 가교제의 처방과 시스템에 따라 약 20~40%정도로 강도의 저하가 예상되기 때문이다<그림 2>. 따라서, DP 가공을 하려면 가공 이후에 섬유제품이 착용성을 유지할 수 있도록 가공 전의 강도가 충분히 커야 한다. 그러나 셀룰로스와 합성섬유를 혼방한 경우에는 착용성이 100% 셀룰로스 섬유로 만든 직물과 같이 그렇게 크게 영향을 받지 않는다. 왜냐하면, 가공 전의 강도를 적당하게 고려하여 조절할 수 있기 때문이다. 원칙적으로 편성포에 있어서는 위에서 언급한 인장 및 인열강도에 대한 것을 (루프의)파열강도로 적용할 수가 있다. 직물이 뻗뻗할수록 인열강도가 작으며, 직물이 유연할수록 인장강도가 작다는 것은 잘 알려진 사실이다. 뒤의 사실로부터 어떤 경우에는 유연제의 첨가를 제한해야 한다는 것을

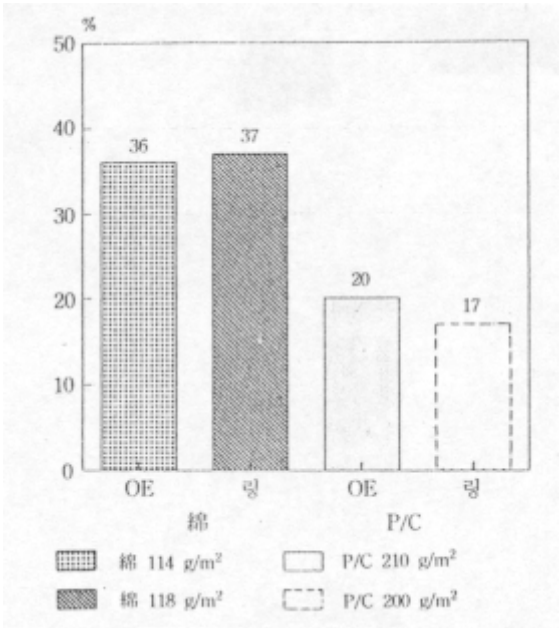
알아야 한다. 왜냐하면, 로터 방적사로 만든 직물들은 이미 인장강도가 낮은데, 유연한 촉감을 갖도록 하면 인장강도가 더 떨어질 수 있기 때문이다. 이러한 이유 때문에 고민을 하게 되는데, 가벼운 직물의 경우 특히 더 그렇다. 왜냐하면, 한편으로는 촉감이 뽀뽀하기 때문에 유연제 특히 실리콘계 유연제의 사용이 필요하나, 다른 한편으로는 이것이 인장강도를 더 떨어뜨려 직물의 효용도를 제한하기 때문이다.



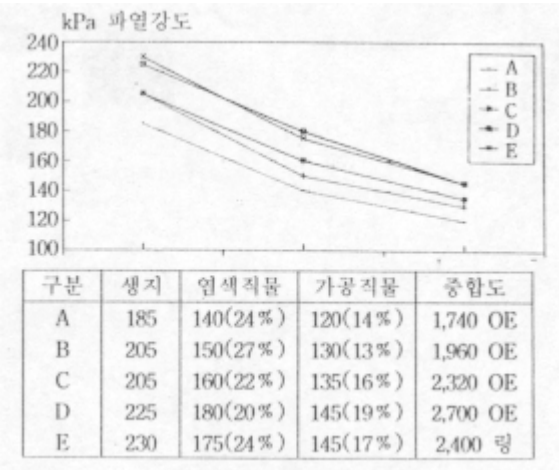
<그림 1> 로터 방적사 직물과 링 방적사 직물의 강도 비교

일반적으로 직물의 강도특성을 검토할 때 가공공정의 결과로서 생긴 강도의 저하만을 고려하게 된다. 그러나 전처리 및 염색공정을 통해서도 약 20%의 상당한 강도가 저하될 수 있으며, 강도의 저하는 DP 가공공정에 의해 특히 심하다는 것이 밝혀졌다. 따라서, 생지로부터 최종적으로 가공된 제품까지 강도의 총 저하율은 50% 정도로 높게 나타날 수 있다<그림 3>. 또한, 강도특성의 최적화는 모든 공정단계의 최적화를 의미할 수 있으며, 어떤 경우

에는 원면을 알맞게만 선택해도 이것을 가능케 한다. 원면의 중합도(질산화 공정)와 방적사의 강도사이의 관계를 정량화할 수 있다. 그러나 이러한 정량적 관계를 적용시켜도 역시 로터 방적사의 강도가 링 방적사보다 못하다. 즉, 중합도가 같더라도 로터 방적사로 만든 생지의 강도가 더 작다.

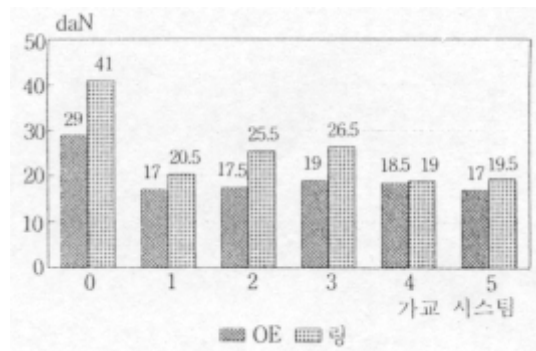


<그림 2> 로터 방적사 직물과 링 방적사 직물의 가공에 의한 강도 저하



<그림 3> 원면의 중합도가 강도에 미치는 영향(면 싱글 저지)

인장강도의 저하에 대한 셀룰로스용 가교제의 영향은 링 방적사의 경우와 비슷하다. 즉, 로터 방적사로 만든 제품에 대해 특별히 좋은 효과를 주는 가교제는 없다. 예를 들면, 멜라민계 가교제는 잘 알려져 있듯이 로터 방적사의 직물에도 마찬가지로 완충적 효과(buffering)를 부여한다<그림 4>. 올바른 가교 시스템과 가공공정을 알아내어 가공된 제품이 최적의 효용성을 갖도록 하는 것은 가공업자에게 달려 있다.



1 DMU NH_4Cl

2 에테르화 DMEU MgCl_2

3 $\text{DM}(\text{OH})_2$ EU/에테르화 PMM MgCl_2

4 $\text{DM}(\text{OH})_2$ EU 저포름알데히드 MgCl_2

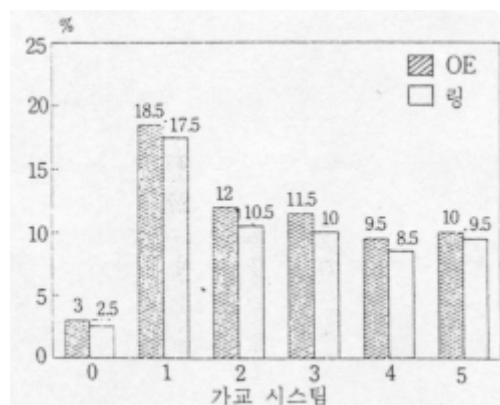
5 $\text{DM}(\text{OH})_2$ EU/에테르화 PMM 저포름알데히드 MgCl_2

<그림 4> 여러 가지 가교제에 따른 절단강도(위사방향)의 차이 : 100% 면
직물(OE 방적사 직물 : $114\text{g}/\text{m}^2$, 링 방적사 직물 : $118\text{g}/\text{m}^2$)

나. 내마모성

인장강도나 인열강도와 마찬가지로 AATCC 시험법에 따른 내마모성 시험도 역시 대부분의 경우에 로터 방적사로 만든 직물이 더 나쁜 것으로 밝혀졌다<그림 5>. 로터 방적사의 경우, 내마모성이 좋다고 알려져 있기 때문에 직물에 있어서 이러한 결과는 아주 모순이 된다. 그러나 여기서 최종 결론을

내리는 것은 불가능한 일이다. 왜냐하면, 이러한 차이가 아주 미미하며 실제에 있어 항상 그런 것이 아니기 때문이다. 만약, 식물에 대해 내마모성을 최적화하는 것이 목적이라면, 특히 비스코스 직물의 경우에 가공처방에 적당한 첨가제를 넣는 것이 바람직하다. 특히, 이럴 경우에 폴리에틸렌계 약제가 이상적이라는 것이 증명되었다.



1 DMU NH_4Cl

2 에테르화 DMEU MgCl_2

3 $\text{DM}(\text{OH})_2$ EU/에테르화 PMM MgCl_2

4 $\text{DM}(\text{OH})_2$ EU 저포름알데히드 MgCl_2

5 $\text{DM}(\text{OH})_2$ EU/에테르화 PMM 저포름알데히드 MgCl_2

<그림 5> 여러 가지 가교 시스템으로 처리한 직물의 내마모성 : 100% 면
 식물(OE 방적사 식물 : $114\text{g}/\text{m}^2$, 링 방적사 식물 : $118\text{g}/\text{m}^2$)

다. 솔기 미끄러짐에 대한 내성(resistance to seam slippage)

경험에 의하면 로터 방적사의 식물들은 ‘후킹’(hooking ; 실들이 서로 갈고리처럼 잘 풀리지 않게 연결되어 걸리는 성질) 경향이 크기 때문에 미끄러짐 문제가 적은 것으로 나타났다. 링 방적사 식물과 마찬가지로 직물의 구조가 역시 결정적 역할을 한다<표 3>. 그럼에도 불구하고 로터 방적사 식물들에

미끄러짐 문제가 발생한다면, 보통은 콜로이드상의 규산으로 만들어진 미끄러짐 방지제를 사용하여 이 문제를 향상시킬 수 있다. 그러나 이렇게 했을 경우, 촉감에 대해서는 어느 정도 손해를 감수해야 한다. 왜냐하면, 이런 약제들은 촉감을 다소 뻣뻣하게 만들기 때문이다. 그러나 최근에 생산되고 있는 최신의 약제들은 유연한 촉감을 갖게 하면서 동시에 내미끄러짐성을 부여하기 때문에 원하는 수준에 도달할 수가 있다.

<표 3> 솔기와 미끄러짐 특성

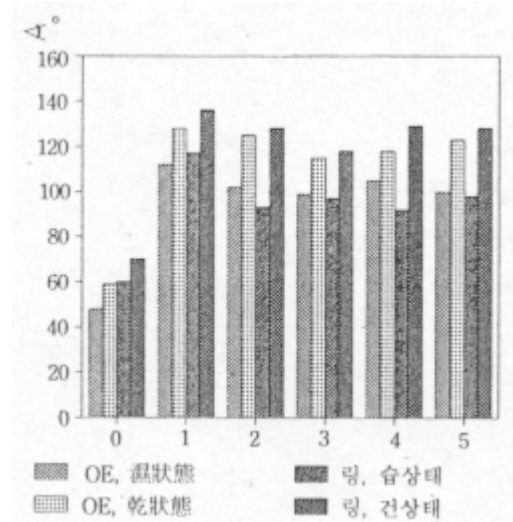
구 분	거 동 ¹⁾	촉 감 ²⁾
로터 방적사 직물	+++	-
링 방적사 직물	+	+-

- 1) 실과 직물의 구조에 좌우된다
- 2) 사용된 미끄러짐 방지제에 좌우된다.

라. 구김성

로터 방적사로 만든 직물의 경우, 가교제 시스템에 따라 일반적으로 건상태의 구김 회복 각도(dry crease recovery angle)는 나쁘지만 습상태의 구김 회복 각도(wet crease recovery angle)는 좋다<그림 6>. 그림에도 불구하고 로터 방적사 직물의 경우에 구김이 많이 가는 경향이 있는데, 그 이유 가운데 하나는 촉감이 뻣뻣하기 때문에 직물의 유연성이 부족하여 구김이 잡힌 채로 있기 때문이다. 따라서, 유연제를 사용하면 구김 회복 각도가 분명히 증진된다. 이 경우, 실리콘계 탄성물질이 가장 좋은 효과를 주는데, 최근 섬유업계에서 새로이 사용하고 있는 미립자상 실리콘계 유화액이 역시 좋은 효과를 준다<그림 7>. 그러나 일반적으로는 로터 방적사 직물의 내구김성을 특별히 증진시키기 위해 추천할 수 있는 타입의 가교제는 없다. 왜냐하면, 로터 방적사 직물에 대한 여러 가지 가교제들의 효과가 링 방적사 직물에 나타난 효과와

비슷하기 때문이다.



1 DMU NH_4Cl

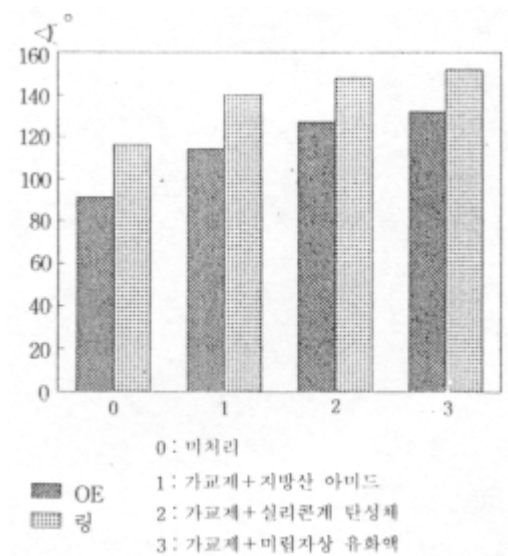
2 에테르화 DMEU MgCl_2

3 $\text{DM}(\text{OH})_2$ EU/에테르화 PMM MgCl_2

4 $\text{DM}(\text{OH})_2$ EU 저포름알데히드 MgCl_2

5 $\text{DM}(\text{OH})_2$ EU/에테르화 PMM 저포름알데히드 MgCl_2

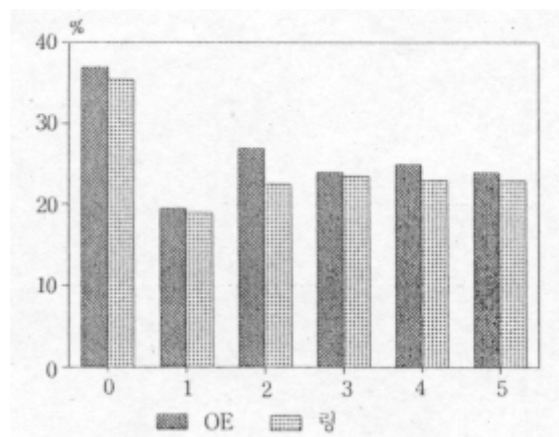
<그림 6> 여러 가지 셀룰로스용 가교제 시스템으로 처리한 직물의 구김거동 : 100% 면직물(OE 방적사 직물 : $114\text{g}/\text{m}^2$, 링 방적사 직물 : $118\text{g}/\text{m}^2$)



<그림 7> 유연제 처리에 의한 구김 회복각도의 증가 : P/C 혼방직물(OE 방적사 직물 : 210g/ m², 링 방적사 직물 : 200g/ m²)

마. 내수축성

공장에서 실제 가공했을 때의 결과는 링 방적사로 만든 직물들이 더 좋은 내수축성 및 워시 앤드 웨어성을 갖는 것으로 나타났다. 그러나 이것을 실험실의 조건에서 증명하기는 매우 어렵다. 그것은 단순히 실제 공장에서 직물에 가해지는 장력을 실험실에서 맞추기가 불가능하기 때문이다. 그럼에도 불구하고 모든 결과들을 평가하여 도출해낸 결론은 링 방적사 직물들이 실제로 더 나은 내수축성을 나타낸다는 일정한 경향을 보여주고 있다는 것이다. 이것은 일반적으로 말해서 링 방적사 직물이 더 낮은 팽윤도를 갖는다는 사실로 설명할 수 있다. 팽윤도가 낮다는 것은 가교제의 가교도가 더 크다는 것을 의미한다<그림 8>.



1 DMU NH₄Cl

2 에테르화 DMEU MgCl₂

3 DM(OH)₂ EU/에테르화 PMM MgCl₂

4 DM(OH)₂ EU 저포름알데히드 MgCl₂

5 DM(OH)₂ EU/에테르화 PMM 저포름알데히드 MgCl₂

<그림 8> 여러 가지 가교시스템으로 처리한 직물의 팽윤도 : 100% 면직물

(OE 방적사 직물 : 114g/ m², 링 방적사 직물 : 118g/ m²)

바. 소수성 및 소유성

로터 방적사는 볼륨감이 크기 때문에 발수성에 대해서는 비교적 성능이 나쁘다. 왜냐하면, 물의 흡수성이 약간 증가하기 때문이다. 더군다나 발수성 시험이나 스프레이 시험에 의한 결과를 시각적으로 측정하기 어려울 때가 자주 있는데, 그것은 아마도 실의 표면이 거칠어 물방울의 부착이 더 많아지기 때문인 것 같다. 그러나 대체로 로터 방적사 직물의 발수거동과 링 방적사 직물과 유사한 것으로 나타났다<표 4>.

<표 4> 방수성 비교 P/C 혼방직물(OE 방적사 직물 : 210g/ m², 링 방적사 직물 : 200g/ m²)

구 분	내수압성(DIN 53886)	공기 투과성(DIN 53887)
링 방적사 직물	+++	++(+)
로터 방적사 직물	++(+)	+++

방수가공의 경우, 우수하고 균일한 효과를 얻기 위해서는 직물의 구조가 아주 중요하다. 일반적으로 가공 이후에 직물들을 더 수축시키기 위해 캘린더링을 하게 되는데, 이로 인해 내수압이 증가하게 된다. 링 방적사와 비교해서 로터 방적사를 사용하게 되면, 많은 경우에 공기 투과성은 더 좋은 데도 불구하고 내수압에 대한 안정성이 약간 떨어지는 경우가 흔하다<표 5>. 이것은 예를 들어 제직이나 캘린더링 도중에 실의 기계적인 연성이 작기 때문인 것으로 설명할 수 있다. 로터 방적사는 볼륨감은 더 크지만 기계적인 공정 중에, 예를 들어 캘린더링 중에 실이 자신의 둥근 형태를 그대로 유지하는 경향이 없다. 링 방적사는 납작해지기 쉬운 성질 때문에 제직이나 편성

에서 조직을 더 조밀하게 할 수 있다. 아크릴(PAN) 천막용으로 로터 방적사를 사용하면 그 결과가 성공적인데, 오늘날 이러한 천막들은 주로 불소계 약제로 가공된다. 이 경우에 발유성, 발수성 그리고 방오성 및 방수성에 있어서 링 방적사로 만든 제품과 어떤 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다. 그 이유는 로터 방적사로 만든 천막용 직물들이 기술수준에 따라 적당한 불소계 약제로 가공되었기 때문인데, 이러한 가공은 아주 효과적이며 다른 부류의 가공제들로는 결코 이러한 효과를 내지 못한다<표 6>.

<표 5> 내수압성과 공기 투과성 : P/C 혼방직물(OE 방적사 직물 : 210g/ m², 링 방적사 직물 : 200g/ m²)

구 분	내수압성(DIN 53886)	공기 투과성(DIN 53887)
링 방적사 직물	+++	++(+)
로우터 방적사 직물	++(+)	+++

불소계 약제로 발수가공한 후 140°C, 66dN/cm로 캘린더링

<표 6> 천막용 직물에 불소계 약제로 가공할 때의 이점 : 100% 아크릴사 직물(OE 방적사 직물 : 274g/ m², 링 방적사 직물 : 276g/ m²)

1. 가공액이 안정하여 공정성과 그 효과가 좋다. 2. 효과의 내구성이 좋으며 특히 어떤 기후조건에서도 내수압에 대한 안정성이 좋다. 3. 가공된 직물에 가공처리된 흔적이 “나타나는” 현상(특히 베이지색이나 회색의 경우 나타나기 쉽다.)이 전혀 없거나 아주 미미하여 어떤 경우라도 묵인할 수 있을 정도로 좋다. 4. 사용할 때 천막의 방오성이 아주 좋다. 5. 링 방적사나 로우터 방적사, 어떤 실로 만들어도 세탁성이 크게 증진한다. 6. 링 방적사나 로우터 방적사, 어떤 실도 만들어도 효과에는 실질적으로 차이가 없다.
--