

## 여러 방적공정간의 경쟁

### 1. 서 언

본 고는 지난 1986년 10월 15~17일 사이 Mulhouse에서 개최된 첫번째 국제 신기술세미나에서 W. Schlafhorst & Co에 근무하는 Ludwig Neuhaus씨가 “오늘날 개발 중에 있는 여러 가지 방적기술의 현황 및 경향”에 대해 발표한 자료를 번역한 것이다.

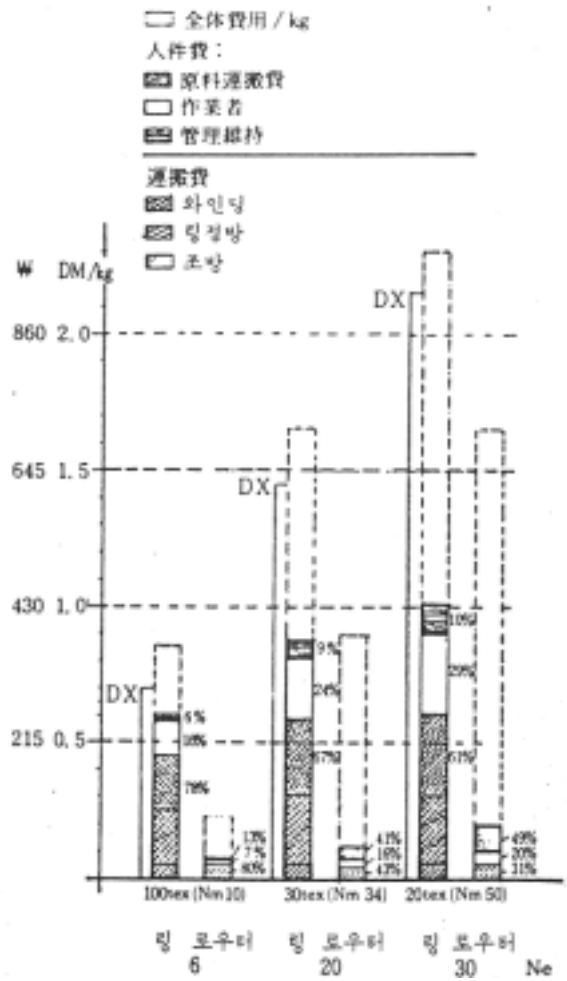
지난 1967년 로터방적법이 처음 소개된 이래 지금까지 이 로터방적의 미래에 대한 다양한 많은 추측이 있어 왔다. 그동안 프릭션방적(friction spinning)과 에어제트방적(airjet spinning)과 같은 새로운 방적법들이 소개되었기 때문에 로터 방적에 대한 불확실성은 아직까지도 더욱 고조된 상태에 있다고 할 수 있다.

따라서 본 고에서는 그동안 밝혀진 로터방적의 한계점과 새로운 방적법인 프릭션방적과 에어제트방적법의 장점과 문제점에 대해 언급해 보기로 한다. 또한 본 고에서는 방적법과 원면과의 상호관계와 새로운 방적법의 경제성에 대해서도 언급해 보기로 한다.

### 2. 경제성 및 최종용도

새로운 방적법의 개발에 대한 욕구와 필요성은 재래 링방적사의 품질특성의 불만족에 기인하는 것이 아니고, 링방적법의 높은 생산비에 기인하는 것이다. 특히 임금이 비싼 국가에서의 실의 방출변수에 따른 링방적에서의 인건비 비율을 보면 100tex(Ne6)의 경우는 전체방적비(연조슬라이버로부터 패키지상태까지)의 70%에 달하고 있고 20tex(Ne30)의 경우에는 44%에 이르고 있다. 따라서 맨처음 새로운 방적법의 개발은 생산비의 절감측면에서부터 시작

되었다는 점을 이해할 수 있다. 자동 로터방적은 공정생략에 의해 링방적에 비해 대폭적인 인건비 절감이 가능하다. 그림1에 100tex(Ne6), 30tex(Ne20) 및 20tex(Ne30) 방출시의 생산비 절감내용이 나와 있다.



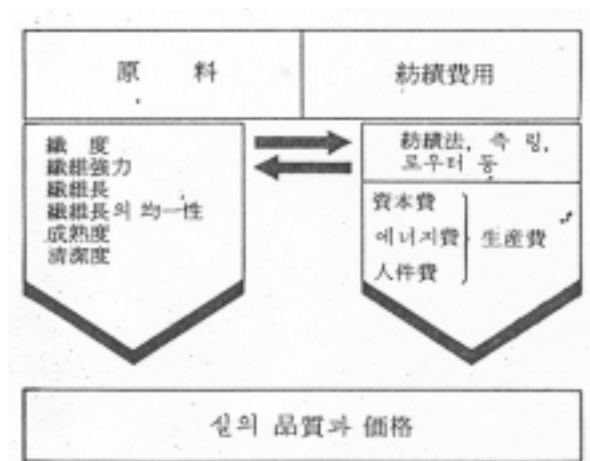
<그림 1> 1kg당의 생산비

로터방적이 소개되어 지금까지 사용해온 경험으로 볼 때 생산원가는 분명히 중요한 비용요소의 하나이긴 하지만 전체비용의 일부라는 점을 보여주고 있다. 또한 생산비 뿐만 아니라 방출된 실과 그 실로 제직한 직물의 품질 역시 아주 중요한 요소이다. 로터방적기술이 소개된 이래 이 방적법의 가장 큰

문제점으로 밝혀진 것이 바로 이 방적사와 직물의 품질이다. 로터방적의 사용경험으로부터, 어떤 새로운 방적기술을 판단할 때는 방출된 방적사와 제직된 직물의 품질을 주의 깊게 관찰하고 고려해야 한다는 점을 배웠다. 가공제품의 품질, 즉 염두에 두고 있는 목표품질에 최소의 노력으로 도달해야 한다. 방적사는 이러한 목표에 도달하기 위한 중요한 인자이다.

### 3. 방적법에 따른 원료의 영향

방적사의 품질과 비용은 주로 두 가지 요소, 즉 원면과 방적공정에 의해 결정된다. 그림2는 이들 두 요소의 상호의존관계를 나타낸 것이다.



<그림 2> 실의 품질과 가격

원면의 품질과 가격은 섬도, 섬유강력, 섬유장, 섬유장의 균일성, 청결도, 성숙도 등의 섬유특성에 의해 결정된다. 방적공정이 실의 특성을 부여하는데, 실의 특성은 주로 방적공정의 형태에 따라 다르다. 실의 특성중에는 객관적으로 측정기록하기가 곤란한 것이 있는 반면 강력, 균제도 등 측정이 용이한 특성이 있다. 생산비는 주로 자본비, 에너지비, 인건비 등으로 구성되어

있다.

원료비가 방출변수에 따라 50~70%를 점유하기 때문에 원면의 선택 및 다양한 방적공정에 대한 원면의 적합성, 가방성은 특히 중요하다. 지금까지는 링방적에 의해 판단의 기준이 정해져 왔었다. 그러나 지금까지 링방적분야에서 얻은 경험을 새로운 방적공정에도 그대로 적용시킬 수는 없는 일이다. 그렇기 때문에 원료와 새로운 방적법사이의 상호관계를 조사해야 하고 원료를 최대한도로 활용할 수 있는 방법을 찾아야 한다.

자주 언급되고 있는 바와 같이 “방적기술(나아가서 방적의 이윤추구)은 원료의 선택기술이다” 라고 할 수 있다. 본 고에서는 로터방적을 예로 들어 원료의 특성이 방적공정에 어떻게 영향을 미치는가와 미래의 발전전망에 대해서도 알아보고자 한다.

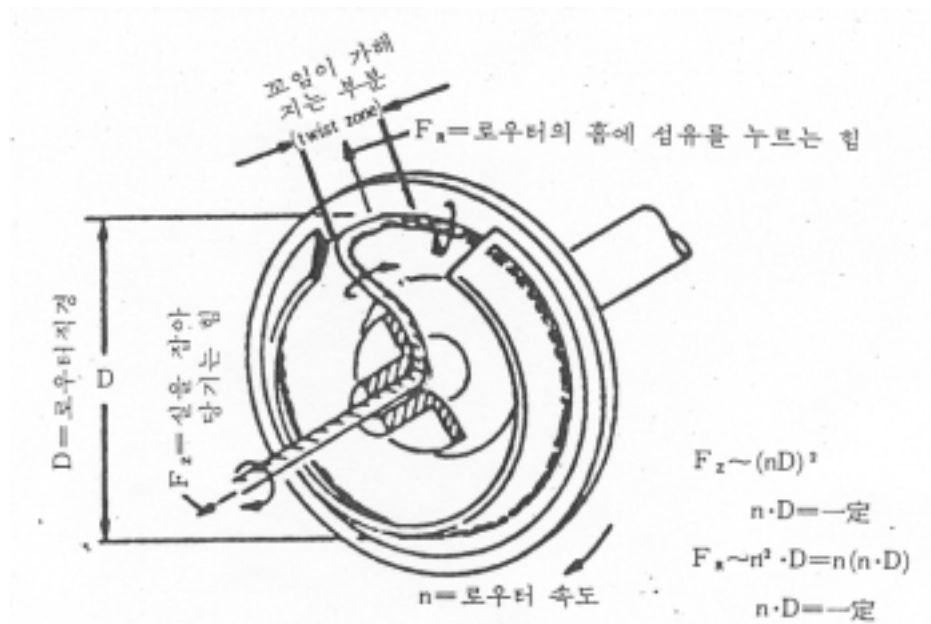
현재 로터방적분야에서 이루어지고 있는 노력은 로터방적의 경제성을 더욱 개선시키고 방출변수를 보다 더 세번수화 시키려는 것이다. 그렇게 하기 위한 방법으로는

- ① 로터의 회전속도를 증가시키고
- ② 연계수를 감소시키며
- ③ 에너지소비를 감소시키는 것이다.

그러나 이들 방법에는 물질적, 기술적인 한계가 있다.

로터방적에서 한 가지 중요한 요소는 그림3에 나와있는 바와 같이 실을 잡아당기는 힘( $F_z$ )이다. 실을 잡아 당기는 힘  $F_z$ 의 평균치는 그 실 절단강력의 10~20%를 초과해서는 안된다. 어떤 주어진 방출변수에 있어서 실을 잡아당기는 힘은 로터의 회전속도와 로터의 직경에 따라서 달라지게 된다.

$$F_z \sim (n \cdot D)^2$$



<그림 3>

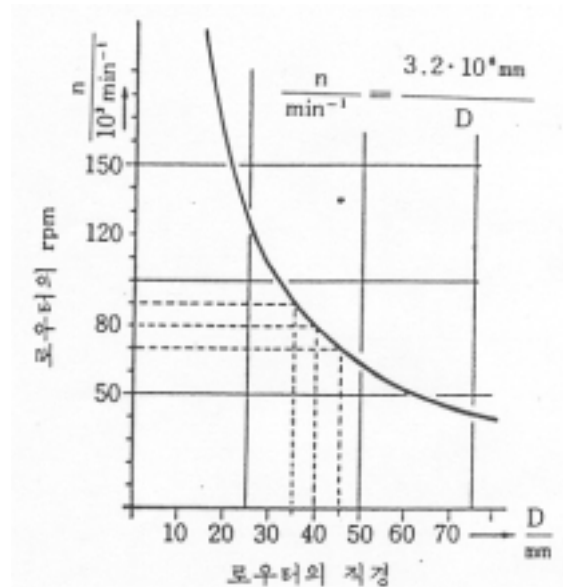
이 실을 잡아 당기는 힘을 일정하게 유지시키려면 로터의 직경에 상관없이  $n \cdot D$ 의 곱을 일정하게 유지시켜 주어야 한다. 만약 실제로 사용하는 최적치가, 예를 들면  $n=70,000\text{rpm}$ ,  $D=46\text{mm}$ 라면 다음식을 구할 수 있다.

$$n = \frac{3.2}{D} \cdot 10^6 \cdot \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

이 식이 그리는 곡선이 그림4에 나와 있으며 이것은 이 분야에서의 그 동안에 겪은 경험치와 일치한다. 오늘날의 로터정방기는 로터의 직경이 46~36mm이고 로터의 회전속도가 70,000~90,000rpm에 이른다.

그러나 지난 1세대, 2세대 때의 로터정방기는 로터의 직경이 56mm였고 로터의 회전속도는 60,000rpm밖에 달하지 못했었다.

$n \cdot D$ 를 일정하게 하면 로터의 원주속도 역시 일정하게 되며 로터의 슬립면(slip surface)의 섬유속도 역시 일정하게 된다. 그러나 로터의 슬립면에서 섬유에 작용하는 원심력은 로터의 홈에 섬유를 누르는 또 다른 힘에 의해 변하게 된다.



<그림 4> 로터의 속도와 로터직경의 최적결합

$$F_R n^2 \cdot D = n \cdot (n \cdot D)$$

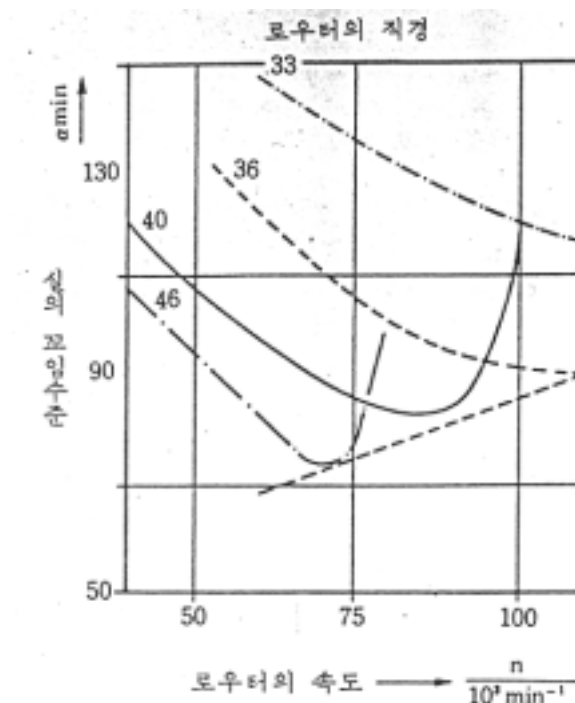
일정

이 공식을 보면 실을 잡아 당기는 힘이 일정하다면 로터의 홈에 섬유를 누르는 힘은 로터의 회전속도에 비례해서 증가하게 된다.

섬유를 로터의 슬립면으로부터 홈으로 밀어 넣는 이 힘은 실의 품질에 영향을 미치게 된다. 힘  $F_a$ 는 로터 슬립면의 경사각  $a$ 에 의해 영향을 받을 수 있다. 따라서 힘  $F_a$ 는 로터의 회전속도를 높임으로써 증가시킬 수 있으며 슬립면의 경사각을 줄이므로써 일정하게 유지시킬 수도 있다. 그림5은 로터의 회전속도에 따른  $a$ 값의 곡선을 나타내고 있다(로터의 직경과 속도에 따른  $a$ 값을 곡선으로 나타냈다). 이렇게 하므로써 로터의 회전속도를 증가시키면 서도 거의 모든 다른 요소들을 일정하게 유지시킬 수 있다. 단지 섬유를 로터의 홈(그림3 참조)에 눌러주는 역할을 하고 로터의 회전속도에 따라 같이 증가하게 되는 힘  $F_R$  (원심력)만이 간단한 방법으로 보정할 수 없다. 이 힘은

섬유속을 보다 더 강하게 압착하게 되고, 로터의 홈에 들어 있는 섬유속에 대해 가해지는 보다 큰 압력으로 인해 섬유속에 꼬임을 주게 되는 토크(torque)가 증가하게 된다. 이로 인해 로터내의 꼬임을 주는 구간(twist zone or binding zone)이 짧아지고 결과적으로 사절이 증가되어 방적성을 감소시킨다. 이것은 실제로 확인된 사실이며 이 점은 다양한 로터직경에 다른 최소연계수 측정치커브와 밀접한 관계가 있다. 즉,

- 로터의 직경이 감소될수록 보다 높은 로터의 회전속도쪽에서 최소연계수점이 형성된다.
- 최소 절대치는 로터의 직경이 감소될수록 증가된다.
- 최소치(즉, 최적 방출조건)는 그림4에서 보는 바와 같이 로터의 직경 및 회전속도와 아주 밀접한 관계가 있다.



<그림 5>

따라서 결정적인 문제는 어떻게 하면 꼬임을 보다 쉽게 가할 수 있느냐, 즉 어떻게 하면 로터내의 꼬임을 주는 구간을 길게 할 수 있느냐 이다.

그간의 실제 경험에서 볼 때 가장 효율적인 방법은 실 단면의 섬유수를 증가시키는 것, 즉 세사 방출시에는 섬도가 보다 가는 섬유를 사용하는 것이 필요하다. 실의 단면에 들어 있는 섬유수는 100~125개 이상은 되어야 한다. 실의 단면내에 섬유의 수를 증가시키므로써, 즉 보다 가는 섬도의 섬유를 사용하므써 로터의 홈내에서 보다 쉽게 꼬임을 가할 수 있다. 실의 꼬임, 생산성 및 제직한 직물의 특성 등의 상호관계에 대한 실예가 표1에 나와 있다. 주목할 만한 특징은 연계수를 감소시키므로써 45%에 달하는 생산성을 증가시킨 점이다. 이것은 실의 강력저하를 조금도 가져오지 않고 달성한 것이다. 섬유의 수를 증가시키므로써 생산비를 감소시킬 수 있고 실과 직물의 품질을 향상시킬 수 있다.

<표 1> 섬도, 실의 꼬임, 생산성 및 제직 직물 특성간의 상호관계

|             |            |                                |                                |
|-------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 실의번호: Ne 24 |            |                                |                                |
| 혼 방         | <u>A</u>   | <u>B</u>                       | <u>C</u>                       |
| 50% 면       |            |                                |                                |
| 강력(g/tex)   | 23         | 24                             | 25                             |
| 마이크로베어치     | <u>4.4</u> | <u>3.8</u>                     | <u>3.3</u>                     |
| 길이(in)      | 1          | 1 <sup>1</sup> / <sub>16</sub> | 1 <sup>1</sup> / <sub>16</sub> |
| 50% 폴리에스테르  |            |                                |                                |
| 강 력         | 낮음         | 평균                             | 평균이상                           |
| 데니어         | <u>1.5</u> | <u>1.25</u>                    | <u>1.0</u>                     |
| 길이(in)      | 1.5        | 1.5                            | 1.5                            |
| 실단면내의 섬유수   | 146        | 171                            | 204                            |
| 연계수         | <u>3.5</u> | <u>3.2</u>                     | <u>3.0</u>                     |
| 로우터속도(rpm)  | 64,000     | 72,000                         | 80,000                         |
| 방출속도(m/min) | 95         | 116                            | 138                            |
| 생산성증가(%)    |            | +22                            | +45                            |
| 직물촉감        | 나쁨         | 평균                             | 부드러움                           |
| (직물커버)      | 막막함        | 평균                             | 좋음                             |



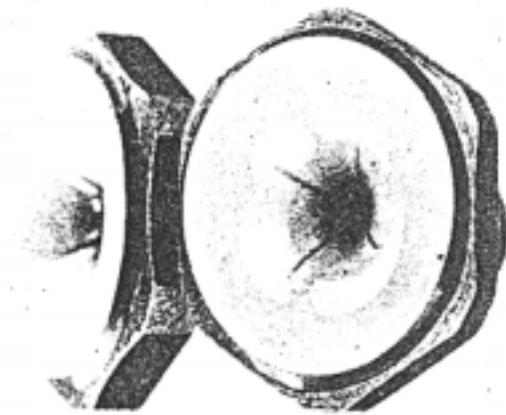
그동안 미국내의 합성섬유제조업계에서는 섬도가 가는 섬유의 중요성을 인식하여 왔다. 그러나 원면의 경우를 보면 오늘날 마이크로네어치가 낮고 성숙도가 좋은 원면을 충분히 또는 적절한 가격으로 사용할 수 없는 점이 있다. 따라서 우리는 모두 면화경작자들로 하여금 보다 가는 섬도의 면화를 재배하도록 설득해야 할 것이다. 불행하게도 미국내의 최근의 면화수확동향을 보면 이와는 반대 현상을 보여주고 있다. 면화경작자들에게도 이들 새로운 방적공정의 중요성을 인식시켜 주어, 새로운 원면시장의 요구를 충족시켜 줄 수 있도록 유도해야 하고 그러므로써 그들의 경쟁력을 향상시킬 수 있도록 해야 할 것이다.

오늘날 면을 적절한 폴리에스테르나 레이온섬유와 혼방하는 것은 일반적인 현상이다. 그러나 합성섬유와 같이 혼합하여 고속의 로터회전(80,000rpm 이상)에서 원만하게 방적하기 위해서는 부가물, 즉 원면의 품질이 더욱 개선되어야 한다. 과거 경험에 의하면 개개 섬유의 섬도가 약 1dtex 정도이면 적절하다. 소면기의 셋팅이 적절히 되어 있기만 하면 이들 섬세한 섬유를 소면 처리하는 데 별 어려움이 없다. 이러한 섬세한 섬유들은 루스 스톡 블렌딩(loose stock blending)방법을 사용하므로써 소면처리를 가장 잘 할 수 있다.

#### 4. 로터방적의 전망

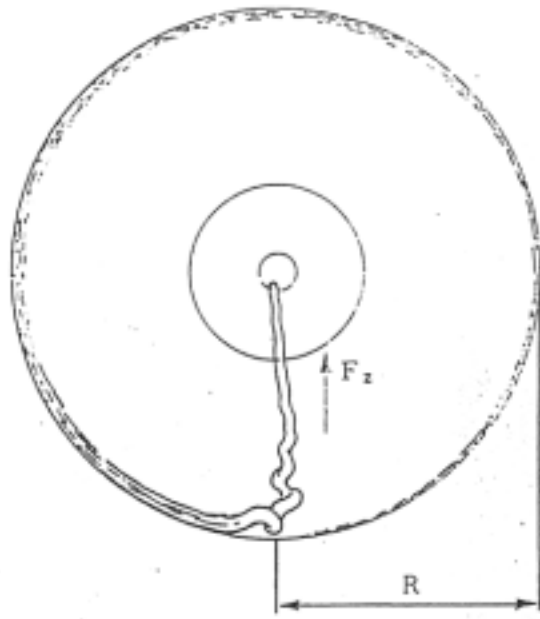
지금까지 방적사단면에서의 섬유수의 중요성과 이와 관련한 방적안정성에 대해 설명하였다. 방적안정성에 영향을 미치는 그 밖의 요인으로는 방적요소(spinning element)가 있다. 그림6에서 보는 바와 같이 얇게 홈이 파인 방출노즐(navel)을 사용하므로써 “진동(vibrate)”을 가한 상태로 실을 방적할 수 있다. 이렇게 하므로써 로터 홈과의 마찰을 줄일 수 있고 섬유속에 꼬임을 쉽게 가할 수 있다. 이 밖에도 섬유끼리의 마찰률과 로터의 표면특성 및 홈의 모

형이 방적안정성에 영향을 미친다. 한가지 확실한 기술적인 한계는 섬유장인데 섬유장은 반드시 로터의 원주보다도 작아야 한다.



<그림 6>

그렇지만 아직까지 이 한계를 결정하는  $\frac{\text{로터의 직경}}{\text{스테이플장}}$  (그림7)의 관계를 명확하게 설명한 경우가 없었다. 우리들의 추측으로 볼 때 이 값은 분명히 0.8이상이 되어야 한다. 따라서 중간정도 품질의 원면을 기준으로 하여 볼 때 그림4에서 보는 바와 같이 로터의 직경은 약 25mm정도 되어야 하고 그에 상응하는 로터의 회전속도는 약 125,000rpm이 된다. 그림8에서 보는 바와 같은 성능이 보정된 트윈 디스크(twin-disc)타입의 로터 베어링을 사용하면 로터의 회전속도를 130,000rpm까지 올리는 데 기술적인 문제는 없다. 그러나 로터 직경 25mm에 대한 얀 가이드 채널(yarn guide channel)과 방출노즐의 설비가 큰 문제점이다. 따라서 기계적인 관점에서 볼 때 실제 로터 회전속도의 최고한도는 125,000rpm정도가 되지 않을까 여겨진다.



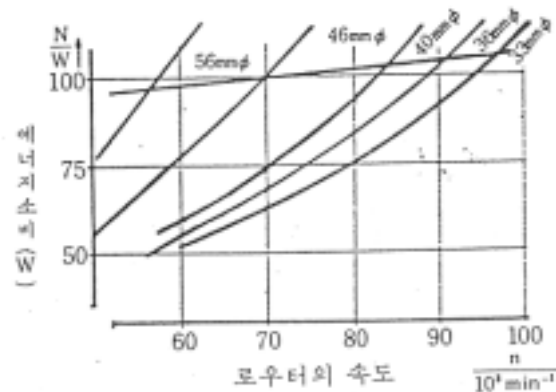
<그림 7>



<그림 8>

극히 중요한 요소의 하나는 로터의 회전속도와 직경에 따라 좌우되는 에너지 소비이다. 그림9는 로터의 직경을 변수로 하였을 경우의 매 스피들당의 구동력 변화의 특성곡선을 나타낸 것이다. 그림4에 나타낸 최적 회전속도 및

로터의 직경은 이 그림9의 곡선과 같이 고려해야 한다. 그림9의 상부의 교차점을 이은 직선, 즉 그림4에 나타낸 로터의 회전속도와 로터 직경과의 최적 결합곡선과 그림9의 로터 직경별 로터 회전속도 증가에 따른 에너지 소비곡선과의 교차점을 이은 직선은 약간 기울어진 상태의 직선을 이루고 있다. 이것은 로터의 회전속도가 증가 함에 따라 에너지의 소비는 거의 변하지 않고 있음을 의미한다. 석션 및 기타 보조장치의 에너지소비는 일정하다. 따라서 고속으로 방적하는 것이 kg당의 에너지 소비를 줄이는 것이 되어서 보다 더 경제적인 방적이 된다.



<그림 9> 로터 직경 및 회전속도에 따른 방출 포지션당의 에너지소비

따라서 로터의 회전속도를 증가시키려고 하는 노력은 값어치 있는 일이다. 만약 오늘날의 로터방적의 생산성을 70,000~80,000rpm의 로터 회전속도에 기초를 두고 생각한다면 앞으로 최고 50%의 생산성을 더 증가시킬 수 있을 것으로 예상된다. 그러나 이러한 목표의 달성여부, 또는 그 시기를 예측한다는 것은 어려운 일이며, 또한 이 문제는 이미 언급한 바 있는 원면의 문제와도 크게 관련되어 있다. 그러나 지금까지와 마찬가지로 앞으로도 이에 대한 발전이 조금씩 조금씩 이루어질 것이라고는 생각해 볼 수 있다. 이와 같은 생

각이 아주 실현 불가능한 환상적인 생각이 아니라는 증거로써, 이미 몇 개월 전부터 100,000rpm의 로터 회전속도로 Nm50(Ne30)의 실을 실제 방적공장의 생산조건하에서 방출하고 있다는 사실을 언급해두고 싶다.

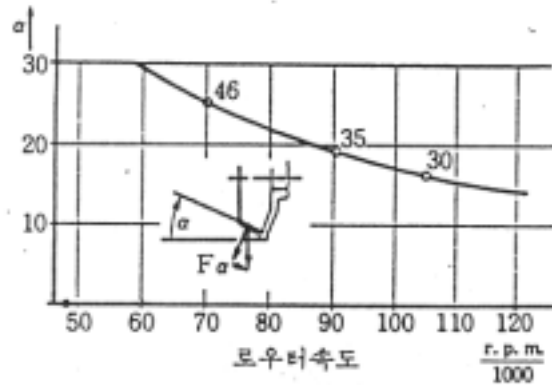
## 5. 링방적과 로터방적의 비교

새로운 방적공정들을 평가하기에 앞서 이들 새로운 방적공정을 올바르게 판단하는 데 중요한, 특히 링 방적과 비교하여 올바르게 판단하는 데 중요한 물리적 관계에 대해 한 가지 언급하고자 한다. 링 방적의 경우 방출시 섬유들은 장력이 가해지고 연신된 상태에서 꼬임이 주어진다. 그러나 로터방적이거나 프리션방적의 경우는 방출시 꼬임이 가해지는 점에서는 장력이 제로이거나 거의 제로 상태이다. 이 점은 일반적으로 하나의 장점으로 여겨지고 있는 반면 다른 한편으로는 단점으로 여겨지고 있다. 실을 형성하는 꼬임은 다소간 평행화된 간추려진 섬유속에 주어져야 한다. 이 말은 실은 토크(torque)를 전달해야만 한다는 점을 의미한다. 그러나 느슨한 상태의 실(loose yarn)에 의해 토크를 전달한다는 것은 매우 어렵다는 것은 상식적인 말이다. 실에는 나선형태의 꼬임이 주어져 있다면 토크의 전달은 보다 더 용이해지게 된다.

전형적인 한가지 예가 로터 방적 중 로터의 홈 앞에서 실에 형성될 수 있는 나선형이다. 로터의 홈에 가장 가까운 부분의 실에 장력이 가장 작다. 그림10에서 보는 바와 같이 방출노즐의 높은 위치에 달할수록 비례 이상으로 장력이 커짐을 알 수 있다. 따라서 실의 꼬임을 전달할 수 있는 능력은 결정적으로 중요한 것이다. 이와 같은 고임을 전달하는 능력은 다음의 두 가지 요소에 의해 결정된다.

- ① 작용하는 장력
- ② 실의 단면에 들어 있는 섬유의 수

섬유속이 유연할수록, 즉 실의 단면내의 섬유수가 증가할수록 꼬임은 더욱 잘 전달된다.



<그림 10> 로터의 회전속도와 로터 직경에 따른 슬립각  $\alpha$  (단,  $n.D$ =일정)

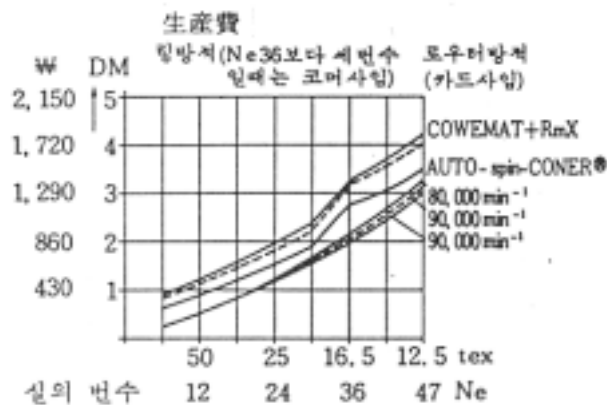
앞에서 이미 언급한 바와 같이 로터 방적의 꼬임이 가해지는 점에서는 장력이 주어지지 않기 때문에 실 단면의 섬유수는 로터방적에서 결정적으로 중요한 인자이다.

그러나 링방적에서는 앞에서 열거한 두 가지 요소가 모두 존재한다. 이것은 로터방적에 유리한 조건, 즉 실의 단면에 섬유수가 많이 존재하는 것이 링방적의 방적성이나 실의 품질에도 유리한 조건으로 작용한다는 점이다. 이 점이 또한 보다 섬세한 원면의 개발 및 경작을 보다 더 장려해야 하는 이유 중의 하나이다.

이에 반하여 링방적공정이 로터방적공정에 비해 실 단면의 섬유수가 보다 적을 때의 방적에 더욱 용이하다. 바꾸어 말하면 링방적은 로터방적보다 원면의 품질에 대해 영향을 덜 받는다고 할 수 있다. 그러나 원면비가 전체생산비에서 차지하는 비중이 가장 크기 때문에 이 사실은 전체적인 경제성을 고려할 경우 매우 중요한 요소가 된다.

이와 같은 상호관계는 사용하는 원면품질의 방적한계부분에서 방출할 경우, 즉 주로 세번수의 실을 방출할 경우에 매우 명백하게 된다. 이와 같은 관계는 또한 앞으로 링방적에 대해 다른 새로운 방적법들과 더불어 링방적 고유의 기준위치를 지킬 수 있도록 해줄 것이다. 링방적으로 세번수 실 방출 시 얻을 수 있는 절대적인 실의 장력은 그동안 꾸준히 증가되어 온 새로운 방적공정으로의 대체압력에 대항케 하는 하나의 중요한 인자이다. 링방적공정에 의해 달성할 수 있는 원면의 이용도, 즉 방적사의 강력은 다른 어떤 새로운 방적공정에 의해서도 뒤따를 수가 없다.

스프라이싱(splicing)기술은 보빈의 크기를 더욱 감소시켰으며 보다 적은 에너지 소비로 생산성을 증가시킬 수 있는 길을 열었다. 결국 링방적기와 오토 코너(Autoconer)사이의 운반자동화는 인건비의 감소에 기여하고 있다.



<그림 11>

링방적과 로터방적의 경제성에 관한 언급은 다음과 같은 고찰내용을 마지막으로 끝내기로 한다. 그림11은 연조슬라이버로부터 패키지상태까지의 실 생산비를 나타낸 것이다. 예로 들은 링 방적공장의 생산비는 500추의 링방적기와 Cowemat를 사용하는 것을 근거로 하였고 로터방적은 원형매거진과 자

동도핑장치가 있는 Autoconer에 기초를 두었다. Nm60(Ne36)보다 세사인 경우는 정소면공정을 포함시켰다. 비교에서 재래의 링방적공정이 가장 많은 제조비를 나타내고 있다. 1,000추의 링정방기와 Cowemat를 연결한 연결시스템과 Autospinconer를 사용했을 경우는 비용을 대폭적으로 줄일 수 있다. 80,000rpm과 90,000rpm으로 방직한 로터방적공정의 생산비는 링방적공정의 해당 변수에 대한 생산비보다 월등히 낮다. 그러나 오늘날 로터방적의 실제적인 방적한계는 약 Nm60(Ne36)정도라는 것을 고려해야 할 것이다. 인건비가 미치는 영향을 알아보기 위한 한가지 시도로 연결시스템형식의 링방적과 로터방적에 대해 년 4%의 생산비 상승율을 감안하여 앞으로 10년 후의 생산비를 점선으로 표시하여 보았다. 링방적공정이 언제나 로터방적에 비해 노동집약적이기 때문에 인건비의 상승은 더욱 심한 상태이며, 따라서 재래식 링방적공정에서 인건비가 차지하는 비율은 오늘날의 수준이 될 것으로 보인다. 로터방적에 있어서는 로터의 회전속도를 80,000rpm에서 90,000rpm으로 증가시키는 것 만으로도 인건비의 상승분을 보상할 수 있다.

이것은 링방적을 발전시켜 나가야 할 방향을 보여주고 있다. 즉, 링방적공정의 운반에 관한 부분을 더욱 자동화시키므로써 노동집약적인 면을 자본집약적인 쪽으로 전환시켜 나가야 할 것이다. 또한 이 같은 사항을 고려하여 볼 때 경제적인 측면에서 보면 로터방적공정으로는 Nm60(Ne36)보다 더욱 가는 세사를 방출하는 것이 유익하다는 점을 알 수 있다.

## 6. 프리션방적

약 3년 전부터 프리션방적에 대한 연구 및 개발이 이루어져 왔다. 여기에서는 Ernst Feher 박사로부터 입수한 노우하우(know-how)와 사용허가가 그 기초를 이루고 있다. 그동안 Schlafhorst사에서는 Suessen사와 협력하여 훌륭한



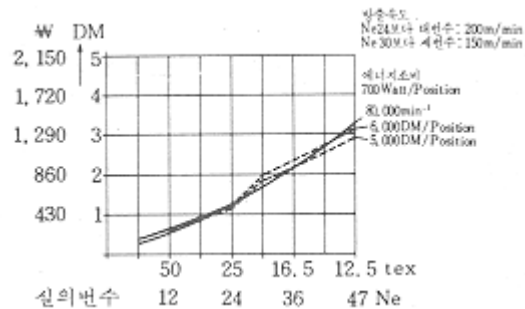
발전을 이룩하여 왔지만 프리క్ష방적의 신뢰할만한 미래를 예측할 정도의 발표단계는 아니다.

그러나 현재의 진전상태로 볼 때 다음과 같은 판단은 가능하다고 본다. 즉, 이 프리క్ష방적으로는 Nm60(Ne36)까지의 실을 150~200m/분의 방출속도로 방적할 수 있다는 점이다. 더욱 바람직스럽고, 원칙적으로 가능한 생산속도의 증가는 섬유공급장치의 발전여부에 달려있다. 스피닝 닙(spinning nip)에 규칙적이고 평행한 상태로 섬유를 놓는 문제가 프리క్ష방적에서는 가장 큰 문제이다. 현재 개발된 장치로서는 세번수화 될수록, 그리고 방출속도를 증가시킬수록 실의 품질이 저하되고 있다. 실의 균제도(Uster-CV%)는 로터방적사와 거의 맞먹는 수준이며 부분적으로는 오히려 더 좋은 경우도 있다. 아직까지도 부족한 면은 실의 강력인데 로터방적사보다 약10~15% 낮다.

이 부분에 개선이 가능하게 될지 어떨지의 여부는 현재로서는 예측하기가 매우 어렵다. 이것 역시 주로 실 형성공정과 섬유공급장치에 달려있는 문제이다. 이보다 더욱 큰 문제는 스핀들마다의 꼬임의 재현성 문제이다. 실제 시험을 한 일부 스핀들에서는 꼬임의 변동이 10%까지 나타났다. 이와 같이 꼬임의 변동이 심하게 나타나는 이유는 주로 닙의 기하학적인 측면, 공기의 압력, 오염등 정방기의 많은 변수들에 의해 마찰에 차이가 생기기 때문이다.

끝으로 프리క్ష방적의 경제성을 조심스럽게 평가해 보고자 한다. 그림12는 Autocoro로터정방기를 80,000rpm의 로터 회전속도에서 가동했을 때와 비교하여 프리క్ష정방기의 생산비를 보여주고 있다. 1개의 스핀들에 대한 투자비를 DM 5,000(W2,150,000), 자동화된 정방기의 경우에는 1개의 스핀들당 DM 6,000(W2,580,000)의 투자비를 가정하였다. 방출속도는 Nm40(Ne24)까지는 200m/분으로 하였고, Nm40(Ne24)보다 세번수일 경우는 150m/분으로 하였다. 이들 견적은 현재까지 알려진 바에 기초를 둔것으로 타당성이 있는 것이다.

이와 같은 조건하에서는 로터방적과 비교하였을 경우 프릭션방적은 특별한 경제적 이점이 없다. 프릭션방적의 경제성을 개선시키기 위해서는 에너지비용을 줄여야 하고 방출속도를 더욱 증가시켜야 한다.



<그림 12> 로터정방기와 프릭션정방기의 생산비 비교

프릭션방적의 다음 두 가지 면은 어느 한정된 범위내에서 가능할 것으로 보인다. 즉, 로터방적사와는 다른 방적사 특성을 가지며 링방적보다는 낮은 방적비로 방적이 가능한 점이다. 로터 방적사와는 다른 실의 구조 때문에 프릭션방적사에서는 강력한 스나알 현상이 일어나게 되는 데 이것은 주로 가해진 꼬임에 의해 좌우된다. 프릭션방적사를 스팀처리하거나 습도가 높은 실 내에 장기간 보관하므로써 이 점은 해결할 수 있다. 꼬임을 적게 주어( $\alpha$ -metric=110~120), 방적을 하게 되면 실 표면의 섬유들이 확실하게 결속되지 않게 된다. 또한 이런 실을 사용하는 후속공정에서는 먼지가 더욱 많이 발생하게 된다. 이 문제는 꼬임을 증가시키므로써 어느정도 조절이 가능한 데 꼬임을 증가시키면 실은 보다 더 딱딱해지고 단단하게 되어 실의 특성이 변하게 된다. 또한 꼬임을 증가시키면 촉감이 나빠지게 된다.

아직까지는 프릭션 방적사로 제직한 직물의 착용특성에 대한 신뢰할만한 발표자료가 없다. 이 프릭션 방적기술이 실제 방적공장에서 사용될 때까지는

아직도 몇 년이 더 지나야 될 것으로 생각된다. 방적분야에서의 기술개발은 급작스런 도약형태가 아니라 조금씩 조금씩 꾸준히 이루어지는 형태이다. 이와 같은 사실은 로터 방적기술의 발전과정에서 경험할 수 있었고, 또한 앞으로 전개될 다양한 에어제트 방적공정의 발전과정에서도 겪게 될 것이다.

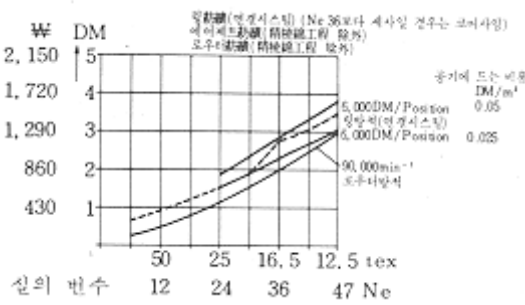
Murata, Toray 및 Toyoda사에서 그동안 에어제트 정방기를 소개해 왔다. 에어제트방적사는 내부에는 평행한 상태의 섬유속이 있고 그 주위를 다른 섬유들이 둘러싸고 있는 상태의 랩사(wrapped yarn)이다. 이러한 방적원리 때문에 사용되는 섬유는 어느 일정한 섬유장을 유지해야 하고 유연성이 커야 한다. 그러지 위해서는 직사각형 모형의 스테이플 다이어그램(staple diagram)을 가지는 합성섬유가 특히 적합하다. 미국에서 현재 방출되는 에어제트방적사는 주로 폴리에스테르 65% 면 35%를 혼방한 혼방사이다. 전기와 같은 이유가 있다고 할지라도 순면사 방적은 까다롭기는 할망정 불가능하지는 않다고 본다. 에어제트방적사 역시 단면에 많은 수의 섬유를 필요로 한다. 다시 말하면 사용되는 섬유는 섬세해야 하고 강력이 커야 한다. 내부섬유를 둘러싸고 있는 랩섬유가 보다 더 단단하게 또는 느슨하게 둘러싸도록 조절하므로써 매우 좁은 범위에서나마 방적사의 특성을 변경시킬 수 있다. 보다 느슨하게 둘러싸도록 하므로써 촉감을 개선시킬 수는 있는 데 그러나 이 경우에는 실의 강력이 떨어지게 된다.

## 7. 에어제트방적의 경제성

경제성을 비교하기 위하여 에어제트 정방기의 스핀들당 DM 6,000 (₩2,580,000)정도가 소요되는 것으로 가정하였다.[미국의 한 출판물에서는 US\$2,000(₩1,738,000)로 발표한 바 있다. 이 에어제트정방기의 방출속도는 150m/분으로 하였다. 스핀들당의 공기소모량은 1분간에 56l로 잡았다. 1m<sup>3</sup>의

공기를 공급하는 데는 2.5Dpf(W10.75)의 비용이 드는 것으로 하였다. 전문가의 말을 빌리면 공기 1m<sup>3</sup>당의 비용은 2.5~7.5Dpf(W10.75~32.25)라고 한다. 에어제트방적에서는 정소면공정이 필요치 않다고 가정하였다.

비교결과가 그림13에 나와 있다. 앞에서 예로 들었던 와인딩공정이 연결된 링방적과 비교하여 보면 Nm50(Ne30)까지는 에어제트방적이, 비록 최적의 방적조건이라 할지라도 이익이 없음을 알 수 있다. 에어제트방적의 경우 Nm60(Ne36)을 방출하는 데에는 정소면공정이 필요한 것으로 계산(이 범위에서는 정소면공정이 필요한 것으로 여겨진다) 하였는데 비용이 적게 드는 것으로 나타났는데 이 점이 흥미롭다. 역시 압축공기에 소요되는 비용이 결정적인 역할을 하는 요소이다.



<그림 13> 생산원가 비교

## 8. 결 론

· 링방적공정은 다른 어떤 새로운 방적공정도 비교할 수 없는 기술적인 장점이 있다. 링방적공정으로는 다소 조잡한 원면으로도 방적이 가능하고 방적사의 강력이 아주 높다. 뿐만 아니라 스플라이싱기술과 운반의 자동화로 앞으로는 지금보다 더욱 경제적인 방적이 가능하게 될 것으로 여겨진다.

· 로터 방적공정은 가장 경제공정은 가장 경제적인 방적공정이고 인건비

가 작은 비율을 차지하고 있기 때문에 미래의 인건비 상승에 크게 영향을 받지 않을 것이다. 로터방적은 아직까지도 계속 생산성의 증가를 이룩하고 있지만 이 점은 원면의 품질특성에 크게 영향을 받는다. 앞으로도 로터방적의 경제성을 더욱 개선시키는 것을 기대할 수도 있을 것이다. 결국 적은 작업인원으로 작업이 가능하고 경제적 이점이 큰 것은 지금까지로는 Autocoro 로터정방기 뿐이라고 말할 수 있을 것이다.

· 프리션방적은 세번수(Ne24이상)방적분야에서는 아직 실용단계가 아니지만 많은 가능성을 보여주고 있다. 따라서 앞으로 이 방적법에 대한 개발 및 분석이 수년간은 더 계속될 것이다.