

# 부가가치 기술을 목표로 한

## 혁신방적의 전망

### 1. 서 언

1980년대에 들어서 일본을 포함한 선진국의 방적업체는 점점 인건비의 상승, 인력부족 등의 문제가 크게 대두되어 방적공장의 자동화, 저임금 국가로 방적공장의 이전 또는 전업 가운데 어느 한 길을 선택하지 않으면 안될 상황이 되었다. 1990년대에 들어서에는 환경문제가 크게 대두되면서 작업자들의 환경개선과 지역주민이 환경보전의 개선을 요구하게 되어 소음, 塵埃, 생산물과 폐기물의 처리, 노동재해 등의 관리 기준이 엄격해졌다. 또 한편으로는 의류산업으로부터 다품종, 소로트, 단납기 등이 요구됨과 동시에 새로운 연구로 건설, 감성을 고려한 고기능 제품의 개발을 원하고 있다.

이상과 같은 배경에서 시대에 맞는 방적공장으로 개량, 개선을 해보아도 링 정방기의 생산성이 다른 공정의 기계에 비하여 극히 낮다는 것이 커다란 장벽이 되고 있다.

최근에는 스피들의 회전수가 20,000~25,000rpm의 고속 링 정방기가 개발되고 있으나, 이러한 한계에 가까운 고속회전이 성공하더라도 Ne 30의 경우 방적속도는 높아야 30~35m/min 밖에 되지 않아 스피들과 트래블러를 사용하는 한, 이 속도가 한계라고 생각된다.

링 정방기의 약점인 생산성의 저하를 개량하기 위하여 세계 각국의 방적 기술자가 1870년대부터 혁신 정방기의 연구, 개발에 참가하여 과거 120년간에 다수의 혁신 정방기가 개발되었으나 실용적으로 방적공장에 사용하고 있는 것은 로터식(터빈식) 오픈 엔드 정방기들(이후 OES라 함)와 가연기술을

이용한 에어제트 정방기(이후 AJS라 함)와 프리션 정방기(DREF)등 만으로, 이러한 혁신 정방기는 방적공장의 근대화 즉, 인력절감, 공정단축, 공간절감 등에 커다란 기여를 하였으나 약점으로는 링 정방기와 같이 범용성이 크지 못하기 때문에 아직 많은 방적공장에서는 링 정방기가 주로 사용되고 있는 것이 현실이다.

앞으로 혁신방적에 대해서 언급하기 전에 지금까지 실용화되고 있는 개개의 혁신방적에 대한 장·단점을 설명하기로 한다. 그리고 여기서 언급하는 혁신 정방기는 방적공장에서 실제로 생산에 이용되고 있는 것을 대상으로 하였으며, 연구개발 단계에 있는 것은 제외하였다. 실제로 생산에 이용되고 있는 혁신 정방기는

OES : Schlafhorst, Rieter, Savio, Toyoda, Checo (BD 200)와 여러 회사

AJS : Murada, Toray, Sussen와 여러 회사에서 개발중

프리션 : DREF, Platt-Sacorowell(현장시험중)

셀프 트위스트 : Platt-Sacorowell(Repco)

랩 트위스트 : Sussen(방적사의 주위에 필라멘트를 감음)

등이 있고 가장 널리 보급되고 있는 것은 OES로서 독립국가연합의 400만 추를 중심으로 전 세계에 800만추 이상 사용되고 있다. 또, OES는 다수의 메이커들이 제조하고 있고, 각 메이커마다 기계의 성능, 실의 품질, 자동화율등이 다르기 때문에 여기서는 가능한 한 최신OES의 성능을 기본으로 하여 비교평가하였다. AJS는 Murada사의 MJS가 미국을 중심으로 전세계에 약 2,000대(12만종)가 사용되고 있으나, Toyoda, Sussen 兩社の 제품은 몇 개 회사만이 실제 생산에 이용하기 때문에, 링 정방기나 OES와 비교평가할 경우 Murada의 MJS의 성능을 기본으로 하였다. 프리션에 대해서는 실제 생산에 사용하고 있는 것은 DREF만으로 Nm 5이상의 태사에 한정되어 있고, 일반적이지

않은 Platt-Sacorowell사의 제품은 현장시험중으로서 생산에 사용되는 기계로 평가하기에는 아직 시기상조라고 생각하여 비교평가의 대상에서 제외하였다. 랩 트위스트도 특수 복합사로서는 아주 흥미있는 정방기이나 일반적인 정방기로 인식되어 있지 않기 때문에 평가대상에서 제외하였다. 결과적으로 혁신방적의 평가분석은 링 정방기를 기준으로 하여 OES와 AJS에 대하여 실시하였다. 그리고 이 평가분석으로부터 금후의 혁신 정방기에 대한 기술예측을 해보고 싶은 생각이다.

## 2. 범용성

정방기의 범용성으로 가장 중요한 일은 방적 가능변수의 범위와 원료상태 (특히, 섬유장)의 적응범위가 되고 있으나, 링 정방기는 <표 1>과 <표 2>에 나타나 있는 것처럼 방적가능변수의 범위가 넓어 모든 원료를 사용할 수 있는 만능 정방기이다.

섬유장도 짧은 것이 좋아서, 길어지면 부적합하여 모와 같은 장섬유는 사용이 불가능하다. 단, 코우머 노일과 같은 극단섬유인 경우에는 링 정방기에서도 양호한 실을 방적할 수 없으나, OES의 경우 균제도가 좋은 실을 방적할 수 있는 것이 최대의 이점이다.

한편, OES는 태번수에 적합하며 실이 가늘어지면 부적합하게 됨과 아울러 AJS는 방적가능변수의 범위가 OES보다 아주 넓고 OES의 결점인 중번수로부터 세번수까지 가능하며 더구나 장섬유 등에도 가능하지만, 유일한 결점은 길이가 25mm보다 짧은 면 100%에는 부적합하다는 것이다. OES와 AJS의 방적가능변수의 범위의 차이는 드래프트 장치에 기인하는 것으로 생각된다. 이미 알려진 바와 같이 OES는 일반적으로 드래프트는 코우밍 롤러로 하고, 드래프트된 섬유는 공기류로 꼬임을 넣는 롤러의 내벽에 수송되어 집속되었으

나, 코우밍 롤러와 로터 사이는 섬유가 완전히 해섬된 상태로 공기류에 의해 수송되기 때문에 로터 내에서 섬유가 집속된 때에는 섬유의 배열상태가 나빠, 구부러지거나 틀어져서 평행도가 떨어져서 최저필요구성 올수가 많아져 세번수의 방적이 어렵게 된다. 그리고, 다른 이유중의 하나로 OE방적사는 링 방적사와 같은 형태이고, 實撚絲이면서 링 방적사와 구조가 다른 것은 실의 外周에 래핑 섬유가 있어, 이 래핑 섬유가 실의 강력에 기여하지 않는 것도 세번수 방적을 어렵게 하는 것으로 생각된다.

<표 1>

短纖維(52mm 이하)

| Nm    | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 120 |
|-------|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| 량     |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
| O E S |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
| A J S |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |

長纖維(52mm 이상)

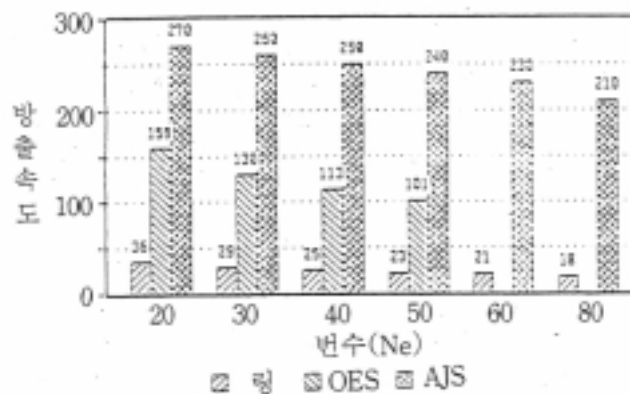
| Nm    | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 120 |
|-------|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| 량     |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
| O E S |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
| A J S |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |

<표 2>

| ○ : 가능    △ : 조건부 가능    × : 불가능 |          |         |   |     |     |
|---------------------------------|----------|---------|---|-----|-----|
| 구분                              | 소재명      |         | 량 | OES | AJS |
| 短纖維                             | 綿 100 %  | 25mm 이하 | ○ | ○   | ×   |
|                                 |          | 25~30mm | ○ | ○   | △   |
|                                 |          | 30mm 이상 | ○ | ○   | ○   |
|                                 | 合纖/綿 混紡  |         | ○ | ○   | ○   |
|                                 | 合纖 100 % | 38mm    | ○ | ○   | ○   |
|                                 |          | 51mm    | ○ | △   | ○   |
| 長纖維                             | 羊毛       |         | ○ | ×   | ○   |
|                                 | 合纖       |         | ○ | ×   | ○   |

### 3. 생산성

방적업계에서 가장 중요한 요소의 하나는 생산성이다. 링 정방기의 생산성이 너무 낮기 때문에 투자효과가 나쁘고 일다 설비를 구입하면 20년 이상 사용하지 않으면 안되며, 링 정방기 메이커도 자동화나 실의 품질을 검사하는 센서등을 부착하여 근대적인 기계로 개량하고 싶어도 기계의 가격이 높아져서 투자효과가 점점 떨어지기 때문에 고속의 링 정방기를 개발하는데만 중점을 두고 있다. 최근에는 링 정방기에서 20,000~25,000rpm으로 운전되는 것이 개발되어 20,000rpm으로 조업하고 있는 공장도 나오고 있다. OES도 같은 양상으로 ITMA 91에서는 110,000~120,000rpm으로 운전되는 것도 출현하였고, 실제 생산되는 기계는 100,000rpm으로 조업하고 있는 공장도 나오고 있다. AJS도 고객의 요망에 따라 ITMA 91에서 Ne 35를 300m/min으로 운전하였는데, 최근에는 250~260m/min으로 조업하고 있는 공장도 출현하고 있다. 이와 같이 각 방적 메이커의 개발 테마에는 필히 생산성을 높이는 문제가 포함되어 매년 생산성이 향상되고 있다. 링 정방기는 20,000rpm, OES는 100,000rpm으로 운전할 때의 각 변수에 대한 방출속도가 <그림 1>에 나타나 있다(단, 연계수는 링 = 3.2 OES = 3.6을 사용).



<그림 1> 최근 정방기의 방출속도(m/min)

링 정방기와 OES는 실제 꼬임이 가해지므로 스핀들, 트래블러, 로터 등을 고속으로 회전시킬 수 있는 현재의 기계기술 수준으로 보아 실용적으로 생산 가능한 속도는 링 정방기에서는 20,000rpm OES에서는 100,000rpm이 한계라고 생각된다. AJS는 고속으로 회전시켜도 문제가 되는 부품이 없기 때문에 링 정방기의 10배, OES의 2배 이상을 달성할 수 있어 금후 가연의 연사효율을 향상시킴에 따라 더욱 고속화 할 수 있다고 확신한다.

#### 4. 작업성과 전방공정의 관계

<표 3>에 링 정방기, OES AJS의 대표적인 전방공정을 나타내 보았다. 여기서 확실하게 OES는 연조공정이 1회 적고, 링 정방기와 AJS 보다 우수하다. 그리고 AJS가 조방 대신에 연조를 사용하므로 링 정방보다 우수하다.

<표 3>



OES가 연조공정을 1회 생략가능한 이유는 코밍 롤러에서 드래프트를 하기 때문으로, 링 정방기와 AJS는 롤러 드래프트를 사용하여, 특히, AJS는 슬라이버로부터 직접 실을 만들기 때문에 섬유의 팽행도가 더 좋은 슬라이버를 얻기 위하여 연조를 여분으로 한번 더 통과시키는 것이 필요하다. OES는 코밍 롤러에서 섬유가 흩어져 있기 때문에 필요 이상으로 섬유이 팽행도가 좋은 슬라이버를 사용할 필요는 없고, 어느 쪽이든 슬라이버의 중량분산을 적게 하는 것이 중요하여 제2연조에 오토레블러를 부착하는 공장도 있다. OES의

코밍 드래프트의 또 하나의 우수한 점은 소면공정, 연조공정에서 약간 청소 상태가 나빠 풍면 덩어리가 슬라이버에 혼입되어도 코밍 롤러에서 재차 풍면 덩어리를 개선했다. 슬립과 같은 결점이 생기는 것을 적게 하지만, 링 정방기와 AJS의 롤러 드래프트는 풍면 덩어리를 개선시키는 일이 불가능하여 실의 결점(슬립)이 되기 때문에 링 정방기와 AJS는 OES의 슬라이버보다도 더 높은 품질의 슬라이버를 요구하게 된다.

## 5. 省人化

OES, AJS 모두 링 정방과 비교하여 소요인원이 1/3로 줄었다고 많은 방적 공장으로부터 보고되어 있으므로 상세한 분석은 추후로 미룬다.

## 6. 勞務環境

OES와 AJS는 링 정방기에 비하여 소음이 적고, 풍면과 먼지도 아주 적으나 다른 산업과 비교할 경우 OES, AJS 모두 더욱 소음이 적고 풍면, 먼지가 적은 기계로 개량할 필요는 있다.

## 7. 품질관리

최신의 OES와 AJS는 실을 방출하면서 동시에 실의 결점을 검사하여 관리 한계 외의 불량사가 나오면 그 錘를 정지시키기 때문에 원료의 낭비가 없고 다음 공정에 불량사가 흘러들어가는 일이 없기 때문에 보다 안정된 작업이 가능하다.

## 8. 실의 품질

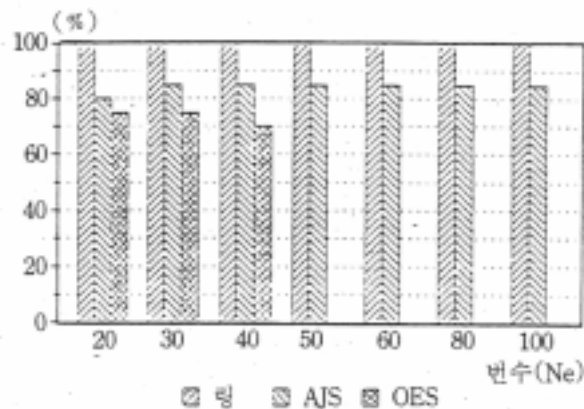
실의 품질에 대해서는 실제로 생산공장에서 동일한 원료, 동일한 공정을

사용하여 방적된 실의 품질 데이터를 토대로 하여 정리하였다.

#### 가. 실의 강력

##### 1) 폴리에스터/면 혼방의 경우(단사)

<그림 2>에 나타나 있는 바와 같이 링 방적사의 강력 100에 대하여 AJS는 85%, OES는 75%가 일반적이다.



<그림 2> 사강력의 비교(단사) - 폴리에스터/면 혼방의 경우

##### 2) 면 100%의 경우(단사)

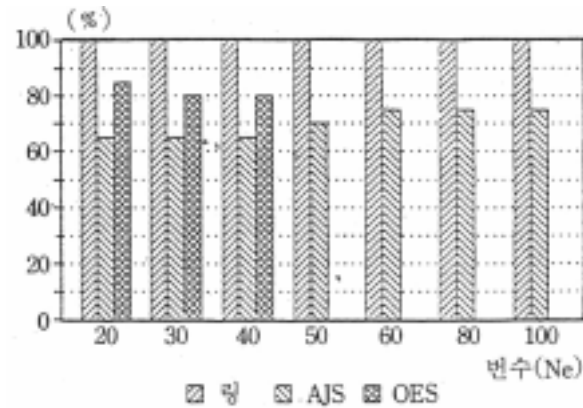
<그림 3>에 나타나 있는 바와 같이 링 방적사의 사강력에 대하여 AJS는 Ne 40 이상의 태번수로 65% 정도, Ne 50보다는 가는 번수로 75%정도로 AJS의 사강력은 링 정방에 비하여 크게 낮아, 니트용 실로서는 사용가능하지 만 직물로 사용하기에는 충분한 강력이라고는 말할 수 없다. 반대로 OES는 링 방적사에 비하여 85%의 사강력을 나타내고 AJS보다도 강해서 폴리에스 터/면 혼방과 완전히 반대의 결과가 되고 있다.

##### 3) 면 100%의 쌍사의 경우

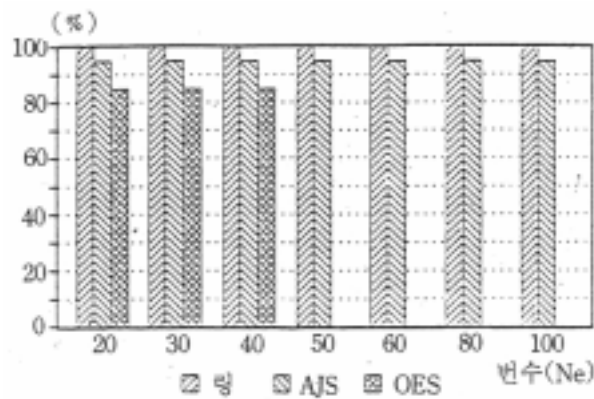
<그림 4>에 나타나 있는 것처럼 쌍사의 경우, 면 100% 에서도 링 방적사



에 비하여 AJS는 95%전후의 사강력이 되어 OES의 쌍사보다도 강력이 강하게 된다.



<그림 3> 사강력의 비교(단사) - 면 100%의 경우



<그림 4> 사강력의 비교(쌍사) - 면 100% 혼방의 경우

이상과 같이 링 정방은 사강력에 대해서는 가장 적합한 방법으로 링 방적사는 실에 강력이 가해졌을 때 연각도가 변화하고 열축의 섬유가 내축의 섬유를 압축함에 따라 섬유 사이의 마찰이 증가하여 안정된 강력이 나온다. 한편, AJS는 실에 장력을 가하여도 링 방적사처럼 실제 꼬임이 없기 때문에 섬유 사이의 마찰이 증가하지 않아서, 면처럼 굵고 짧은 섬유 사이의 마찰이

낮은 원료에서는 실의 강력이 떨어지고, 역으로 폴리에스터처럼 섬유 사이의 마찰계수가 높은 것은 사강력이 높아진다. OES가 링방적사보다 강력이 낮은 이유는 코밍 롤러에서 드래프트됨에 따라 섬유의 평행도가 나빠지는 것과 실의 외주에서 발생하는 랩 섬유가 실의 강력에 기여하지 않기 때문이다. 또, 합섬은 코우밍 롤러에 의해 약간 손상을 받은 섬유가 절단되는 것도 하나의 원인이 되고 있다.

#### 나. 균제도

실의 균제도는 일반적으로 OES와 AJS는 링 방적사에 비해 우수하고 카드 면에서는 2~3%, 코머 면에서는 0.5~1% 정도 U%가 우수하다. 이것은 OES의 경우 슬라이버를 코밍 롤러에서 수백배로 더블링함에 따라 균일한 실이 얻어지는 것이다. 또한, AJS의 드래프트 장치는 링 정방기와 같은 롤러 드래프트이나 슬라이버를 사용하기 때문에 링 정방기보다 균제도는 우수하다. 링 방적사의 경우, 조사에 꼬임이 들어있기 때문에 이 꼬임의 저항에 의해 섬유가 균일하게 드래프트되는 일이 어려워 IPI치 중에서 굵은 결점(Thick place)이 OES와 AJS보다 증가하여 균제도가 나빠진다.

#### 다. 클래시매트(Classimat) 데이터

클래시매트 데이터는 실의 태사결점을 크기별로 분류한 것으로 <표 4>에 나타나 있다.

A~D는 결점의 길이, 1~4는 굵기를 나타낸 것으로 일반적으로 와인더 공정과 AJS에서는 큰 결점들이(A4, B4, C4, D4, A3, B3)얀 클리어러에서 제거된다. 그러나 A1과 같은 넵 형태의 작은 결점은 제거할 수 없다. 이 A1의 결점은 OES와 AJS에서는 링 정방기보다 매우 적고, 특히 카드 면과 같은 단섬유가

많은 원료를 사용하면 OES와 AJS는 링 정방기보다 매우 양호한 상태가 된다.

#### 라. 잔털

OES는 링 정방기보다 매우 적고, AJS는 잔털수를 조정할 수 있어 OES와 같은 정도로 적게 하는 일도 링 정방기와 같이 많이 하는 일도 가능하다.

<표 4>

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| A4 | B4 | C4 | D4 |
| A3 | B3 | C3 | D3 |
| A2 | B2 | C2 | D2 |
| A1 | B1 | C1 | D1 |

#### 마. 실의 외관

링 방적사는 실연으로 전섬유가 같은 각도로 꼬임이 가해져 있기 때문에 과액이 있고 불균일한 외관을 나타내고 있다.

OES는 실연의 실이지만 랩 섬유이기 때문에 링 방적사처럼 광택이 나지 않으나 링 방적사처럼 외관이 불균일하지 않고 균일하다.

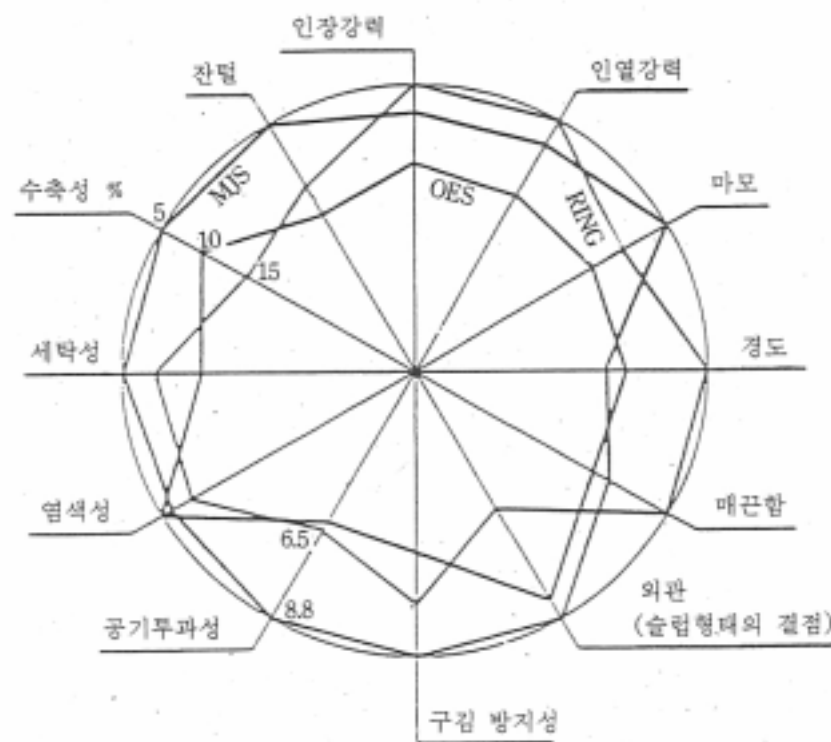
AJS는 실연이 없고 결속섬유에 의해 이루어지므로 링 방적사보다 광택이 적지만 OES와 같은 실의 굵기 불균제가 적고 균일한 외관을 나타낸다.

### 9. 포의 품질

<그림 5>에 각 방적사에서 동일한 원료를 사용하여 포의 품질을 체크한 결과를 나타냈다.

원의 외주에 배치되어 있는 정도가 우위에 있는 상태를 의미한다. 이 결과로부터 일반적으로 링 정방은 인간의 감성에 관한 촉감, 광택면에서 아주 우

위에 있고, AJS는 포의 내구성에서 우수하며, OES와 AJS는 포의 결점에 있어서 우수한 점을 보이고 있다. 이 결과에 의하면 일반적으로 내구성이 요구되는 산업용자재에는 AJS 다음으로 링 정방이 적합하고, OES는 부적합하다고 말할 수 있다. 또한, 인간의 감성을 중요시 하는 의류용 소재에는 링 정방이 가장 우수하고 AJS와 OES는 거의 동일한 수준이나 링 정방보다는 떨어진다.



<그림 5> 포의 품질

## 10. 장래의 혁신방적의 전망

<표 5>에 현재의 각종 혁신방적의 장점과 단점을 일람표를 정리하여 보았다. 이 결과로부터 장래에 OES와 AJS에 대하여 무엇을 개량하지 않으면 안 될까, 또는 장래에 어떠한 형태의 새로운 목표를 가지고 혁신방적분야의 개발을 할 것인가에 대해 다음과 같이 정리하여 보았다.

<표 5>

◎: 우수함 ○: 양호함 △: 조건부 양호함 ×: 불가능 또는 나쁨

| 項 目             |               |               | 重要度 | 방 | O E S | A J S |
|-----------------|---------------|---------------|-----|---|-------|-------|
| 汎 用 性           | 번 수           | 太번수(Ne 20 이하) | A   | ◎ | ◎     | ○     |
|                 |               | 中번수(Ne 20~40) | A   | ◎ | △     | ◎     |
|                 |               | 細번수(Ne 40 이상) | A   | ◎ | ×     | ◎     |
|                 | 原 料           | 25mm 이하(綿)    | A   | ◎ | ◎     | ×     |
|                 |               | 25~30mm(綿)    | A   | ◎ | ○     | △     |
|                 |               | 30~38mm(綿)    | A   | ◎ | ○     | ○     |
|                 |               | 38mm(綿・合纖 混紡) | A   | ◎ | ○     | ◎     |
|                 |               | 51mm(合纖)      | A   | ◎ | △     | ◎     |
| 51mm 이상(合纖, 羊毛) | A             | ◎             | ×   | ◎ |       |       |
| 生 産 性           |               |               | A   | × | ○     | ◎     |
| 省 人 化           |               |               | A   | △ | ◎     | ◎     |
| 少로트・多品種         |               |               | B   | ○ | △     | ○     |
| 勞 務 環 境         |               |               | A   | × | ◎     | ◎     |
| 品 質 管 理         |               |               | B   | × | ○     | ◎     |
| C I M 化         |               |               | B   | × | ○     | ◎     |
| 실의 品質           | 실의 強力         | 綿(30mm 이하)    | A   | ◎ | ○     | △     |
|                 |               | 綿(30mm 이상)    | A   | ◎ | ○     | ○     |
|                 |               | 綿・合纖 混紡       | A   | ◎ | △     | ○     |
|                 |               | 合 纖           | A   | ◎ | △     | ○     |
|                 |               | 双 糸           | A   | ◎ | △     | ○     |
|                 | 均 齊 度         |               | A   | △ | ◎     | ◎     |
|                 | Classimat(AI) |               | B   | △ | ◎     | ◎     |
|                 | 실의 外觀         | 光 澤           | B   | ◎ | △     | △     |
|                 |               | 缺 點           | A   | △ | ◎     | ◎     |
| 직물의 缺點          | 布 强 力         |               | A   | ◎ | △     | ○     |
|                 | 필 링           |               | A   | ○ | ×     | ◎     |
|                 | 磨 耗           |               | B   | ○ | ×     | ◎     |
|                 | 洗 濯 性         |               | B   | ○ | △     | ◎     |
|                 | 染 色 性         |               | B   | ○ | ◎     | ◎     |
|                 | 유 연 성         |               | A   | ◎ | △     | △     |
|                 | 매 끈 함         |               | A   | ◎ | △     | △     |
|                 | 外 觀           | 光 澤           | A   | ◎ | △     | △     |
|                 |               | 缺 點           | A   | △ | ◎     | ◎     |

### OES에 기대되는 것

- 1) 중번수, 세번수의 안정된 방적
- 2) 고속화(적어도 250m/min)
- 3) 부드럽고 광택이 있는 직물

4) 내구성이 있는 직물

AJS에 기대되는 것

1) 면 100%(특히, 섬유장 30min 이하)의 강력향상

2) 부드럽고 광택이 있는 직물

향후 10년내에 기대되는 혁신방적

1) 생산속도가 400~500m/min

2) 적어도 심야에는 무인으로 작업

3) 각각의 패키지에 대한 품질관리

4) kg당 에너지가 현재의 링 정방기보다 30~50%감소

5) 완전히 CIM화에 대응

6) 다품종, 소로트에 대응

7) 부드럽고 미끈한 직물로부터 까칠까칠하고 거친 직물까지 가능

8) 링 정방에서 불가능한 제품도 가능