

세계적 수준의 제직공장

- 무사절 제직을 목표로 -

1. 서 론

귀사의 제직공장은 세계적인 수준에 이미 도달하였습니까? 아니면 세계적 수준으로 향하는 선도적 단계입니까?

본고는 ITT(Institute of Textile Technology)의 ‘전략적 차원의 제직공장 현대화 계획’ 프로젝트에 참가하였던 연구팀이 유럽과 일본의 제직 설비에 제조회사의 세계적 수준의 제직공장을 방문한 보고서의 일부 내용을 발췌한 것이다.

일본의 한 제직공장에서는 정소면사로 경·위사 밀도 120×110 의 100% 면 직물을 800rpm 이상의 제직속도에서 95%의 효율로 조업하고 있었다. 이 공장의 내부는 청결하였고, 경사의 품질은 완벽하였으며, 공장 내에는 사람들이 별로 눈에 띄지 않았다.

일본은 공장 자동화에 믿기지 않을 정도로 많은 비중을 두어 왔다. 직물의 도핑으로부터 검사공정까지는 실제적으로 ‘완전 자동화’ 수준에 도달하였다. 일본에서는 심각한 노동력부족으로 인해 공장 자동화가 적극적으로 추진되고 있다. Mckissick씨에 의하면, 일본의 산업 총 생산은 미국보다 훨씬 많지만, 산업계의 고용인원은 불과 3,500만명에 불과하다고 한다.

일본의 경우,공장 경영자들의 관심은 공장 자동화를 추진함에 있어서 인건비 절감으로 투자비를 회수할 수 있는지의 여부에 있는 것이 아니라, 자동화를 완료한 후에도 직원들이 계속 그곳에서 근무하기를 원하겠느냐에 쏠려있다. 왜냐하면 현재의 인원이 극히 적은 상태이므로 바로 그들이 자동화 설비를 직접 운전해야 하기 때문이다.

또한, 일본에서는 정경과 가호공정에 쏟는 관심이 매우 크다. Shiotani공장에서는 정경에서 5백만m당 2회 이상의 경사절이 발생했을 때 그 경사를 불합격품으로 처리할 정도였다.

슬래서 가호기는 건조 실린더의 온도를 비교적 낮게 하여 저속으로 운전하고 있었다. 또한, 대부분의 슬래서 가호기는 실의 잔털을 감소시키기 위하여 냉각 로드(chill rod)를 사용하고 있었다. 또한, 호액의 조제는 호제의 배합을 균일하게 하기 위해 고압에서 이루어지고 있었다.

사침작업 역시 매우 유연하게 이루어지고 있었으며, 경사의 영킴현상은 전혀 발생하지 않고 있었다. 앞으로 일본에서는 거의 무한대의 경사길이에 대해 경사의 품질을 개선시켜 나갈 것이며, 그 결과는 이른바 ‘수퍼 경사(super warps)’이다.

한 경영자는 위사절을 보수하는 작업은 누구라도 2주일 이내에 훈련시킬 수가 있지만, 경사절 보수작업에 능숙한 숙련공을 훈련시키는데에는 2년간의 훈련기간이 필요하다고 말하고 있다. 따라서 ‘세계적 품질수준의 경사’를 사용함으로써 경사절에 의한 정대를 없애는데 많은 노력을 기울이고 있다.

일본의 Nakano 공장에서는 850ppm의 제직속도에서 폭 64in이 하이슬레이(high-sley)직물을 제직하고 있었으며, 그곳 공장장의 말에 의하면 하루 24시간동안 발생하는 직기 1대당 경사절수가 3회에 불과하다고 한다. 비록 이것이 위입 100,000회당 3회의 경사절이 일어나는 것이라고 하더라도 그 성능은 믿을 수 없을 정도이다.

세계적 수준의 제직공장에서는 또한 그에 걸맞는 최선의 관리체계를 개발하여 왔다. 이들 공장에서는 교대반장에 의한 관리체계 대신에 자체 관리팀을 성공적으로 활용하고 있었다. Marui공장에서는 1973~1974년 이후 교대반장에 의한 관리방법을 사용하지 않고 있다.

합섬 제직공장에서는 매번 첫번째 교대반에서만 경사 빔의 교체작업이 이루어지고 또한 경사의 연경작업도 이때에 한번 이루어질 정도로 직기의 가동시간이 일정하다.

따라서, 일부 공장에서는 첫번째 교대반에만 보전원을 배치하여 ‘예정된 보전작업’을 수행한다. 만약, 보전원이 배치되지 않은 다른 교대반의 작업 도중 기계상이 문제점이 발생하게 되면 훈련과정을 거친 기술자가 그 문제점을 보고한 후 직기를 다시 가동시킨다.

위사보관장소는 직기 바로 옆에 자리잡고 있으며, 역시 첫번째 교대반의 작업시에만 위사가 보충된다. 실제로 직기 틀보기는 위사 패키지가 전부 소모된 다음에만 패키지를 교환하기 때문에 제직공정이 극도로 유연하게 되고, 따라서 직물의 품질은 상당히 좋아지게 된다.

Mckissick씨는 “현재 우리보다 훨씬 고가의 전력비(0.14달러/kWh)와 임금조건에서도 성공적으로 운영되고 있는 공장들을 볼 수 있었다”고 말한다. 이들 공장은 최고경영자의 확고한 기술적인 신념 아래에서 유연성이 있으면서도 창조적인 관리체계와 기술 및 교육훈련에 막대한 투자를 통해 전사적으로 이러한 불리한 점들을 극복하여 왔다.

2. 제직공장의 현대화 전략

이번 연구 프로젝트를 수행하며 확인한 사실은 현재 최신의 설비를 갖춘 새로운 섬유공장들이 세계 곳곳에서 건설중에 있다는 것이었다. 이전에는 일본이 공장부지 및 건축비 문제로 인해 새로운 공장을 신축하지 않을 것으로 예견되었으나 이러한 예상이 빗나가고 있었다.

일본 Taku시의 Shiotani 공장에서는 매우 큰 경사빔을 사용하는 최신의 광폭 에어제트 직기를 갖추고 있었다. 직경 1,500mm의 경사 빔은 표준직경

800mm의 경사 빔에 비하여 3.5배 정도의 경사를 공급할 수 있다. 따라서, 800~900ppm의 속도로 직기를 가동하더라도 경사 빔의 교체기간을 거의 1개월까지 연장 시킬 수 있다. 이와 같이 경사 빔의 용량이 커짐에 따라 작업의 유연성은 크게 저하되지만, 이 공장의 경우에는 생산성 증가가 최대의 목표이다.

의문의 여지없이, 세계적 수준의 제직공장들은 자동화에 박차를 가하고 있다. 그 한 예로 직기에 경·위사를 공급하고 제직이 완료된 클로드 빔을 다른 장소로 운반하는 운송용 로봇이 빠른 속도로 보급되고 있다. 이런 공장에서는 제품에 부가가치를 부여하지 않는 공정에는 거의 인력을 소모하지 않는다. 원료의 운송과 취급은 거의 경사 빔 교체 로봇과 같은 자동운송장치에 의해 이루어지고 있다.

자동화의 영향력은 엄청난 것이다. 세계적 수준의 제직공정에서 가장 중요한 요소는 “정확하고 완벽한 경사준비”에 있다. Kanamaru와 같은 최신의 정밀 가호기로 가호한 경사를 사용하면 120올/in의 밀도를 갖는 직물을 900ppm의 제직속도로 생산하면서도 제직효율을 95%까지 유지할 수 있다.

이와 같은 최신의 슬래셔 가호기는 독특한 디자인을 제외하고는 현재 공장에서 사용하는 일반적인 슬래셔 가호기와 유사하지만 그 성능은 세계적인 수준이다.

현재 신축중에 있는 세계적 수준의 자동화된 제직공장들은 기존의 일반적인 공장에 대해 가격경쟁 측면에서의 압력을 가하게 될 것이다.

오늘날 미국의 제직공장에서는 외국으로부터 수입한 직물과 의류제품이 주된 위협요소가 되고 있다. 그러나 장기적으로는 현재 증가하고 있는 외국계 현지공장이 이들 섬유제품의 수입에 비해 더욱 큰 위협요소가 될 수도 있다. 이러한 세계적 수준의 외국계 현지공장들은 미국 제직공장에 바로 근

접하여 건설되고 있다. 이미 일부 공장이 완공되었으며, 앞으로도 더욱 많은 공장이 들어서게 될 것으로 예상된다.

대부분의 공장은 최신식으로 건설될 것이며, 따라서 미국 제직공장에게는 힘겨운 경쟁상대가 될 것이다. 세계적 수준인 한 제직공장의 사장은 “비국의 산업은 변화를 주저하기 때문에 현재 그 경쟁력을 상실하고 있다”라고 말하고 있다.

급속한 변화하고 있는 현대의 변화를 주저하면, 필연적으로 회사의 경쟁력은 점차 잠식당하게 될 것이다. 또한, 미국 기업의 경쟁상대들도 미국 기업이 변화에 대응하는 속도가 느리다는 것을 확신하고 있다.

물론, 미국 산업계는 이미 수백만 달러를 공장의 현대화에 투자하였다. 그러나 기존 공장의 현대화와 세계적 수준의 공장을 신축하는 것에는 실제적인 차이점이 있다.

즉, 기존의 공장을 현대화시킴으로써 세계적 수준의 공장이 만들어질 수는 없다는 것이다.

세계적 수준의 공장은 재래식 공장이 아무리 신설비를 도입하고, 또한 최신의 경영기법으로 훌륭하게 운영된다고 하더라도 도저히 경쟁할 수 없는 생산능력을 갖게 된다.

필요한 만큼의 충분한 투자를 하더라도 다음의 항목 가운데 단 한가지의 실수를 하게 되면, 세계적 수준의 공장들이 이룩하고 있는 생산능력을 보유하지 못하게 된다.

가. 생산능력을 고려하지 않는 설비의 배치

이러한 문제는 구식 설비와 최신식 설비를 동일한 생산 라인에 배치함으로써 발생한다. 이와 같이 생산량이 높은 설비와 낮은 설비를 동일한 생산라

인에 함께 배치하면 그 결과는 마찬가지이다. 즉 높은 생산량을 갖는 최신식 설비의 가치를 떨어뜨리는 결과를 초래하는 것이다.

이것은 설비와 사용년한의 문제가 아니라 생산능력의 문제이다.

나. 기술투자의 분산

공장에서는 전통적으로 ‘점진적인 현대화’ 전략에 따라 공장의 현대화를 추진하여 왔다. 즉, 한 공정에는 최신식 설비를 도입하여 현대화를 추진하면서 그 밖의 다른 공정은 그대로 방치하는 것이다. 이들 나머지 공정은 추후에, 어떤 경우에는 5~10년 후에야 현대화를 추진하는 형편이다.

한정된 투자비를 매년 분산하여 조금씩 투자해서는, 세계적 수준의 공장들이 보유하고 있는 기술수준에 도달하는 공장이 한 곳도 없을 것이다. 세계적 수준의 공장들은 집중적으로 기술투자를 한다. 이들 소위 ‘생산 라인의 교체’라고 하는 현대화 추진 전략을 이용한다. 이것은 모든 생산 라인을 동시에 동일한 생산능력을 갖추도록 추천하는 것을 의미한다.

다. 개인적 기술수준

장기적인 측면에서 볼 때 기술투자의 실패보다도 더욱 치명적이고도 어려운 문제는 생산 라인에 종사하는 기술자가 최신의 설비를 갖춘 현대식 생산 라인에서 필요로 하는 첨단기술을 구축하는 데 실패하는 문제이다.

기술투자를 소홀히 하는 것은 회사 전체를 점진적으로 도태시키는 것과 같다. 즉, 기술교육에 대한 투자를 하지 않는다고 해서 그 회사가 단번에 도태되지는 않지만, 이것이 누적되면 그 회사의 경쟁력을 강화시키는 결과를 초래하게 된다.

결국, 한 공장에서 새로운 기술을 습득하고 이를 활용할 수 있는 능력은

그 공장에 종사하고 있는 기술인력의 기술수준에 달려 있다. 이러한 능력을 소위 ‘기술습득능력(technology absorption capacity)’이라고 한다. 설비부문에 아무리 많은 투자를 하더라도, 결국 그 설비의 성능은 그것을 운전하는 기술자의 기술수준에 의해 결정될 것이다.

ITT에서는 현재 가동중인 공장을 3년, 5년 또는 7년이라는 한정된 기간 내에 세계적 수준의 공장으로 전환시키는 ‘전략적 차원의 제직공장 현대화 계획’을 수립하였다. 여기에서 가장 일반적인 기간은 5년이었다.

3. 무사절 제직으로의 지향

제직 도중의 경사절은 그 단독으로는 제직효율을 감소시키는 가장 큰 요인이며, 이는 경사빔의 교체, 직기의 보전 및 기타 요인으로 인한 정대시간을 훨씬 증가하는 수준이다. 또한, 사절율과 직물의 품질과는 깊은 상관관계가 존재하는 것으로 알려져 있다.

세계적 수준의 제직공장에서는 사절율 ‘제로(zero)’ 수준까지 낮추는 것이 필수부가결한 요소라는 것을 깊이 인식하고 있다. 이러한 공장에서는 직기 1대에서 1시간당 발행하는 경사절의 빈도로서 사절율을 측정하기 시작한 1970년대 이후부터 이와 같은 목표를 향하여 꾸준히 기술개발에 주력하여 왔다. 이러한 기술 개발의 단계는 사절율 측정방법의 변화로서 구분된다.

- ① 직기 1대에서 1시간당 1회 사절율 = 1교대당 8회의 사절율
- ② 위입 100,000회당 3회의 사절율 = 1교대당 6회의 사절율
- ③ 1교대당 3회의 사절율 = 1교대당 3회의 사절율

4. 제직공장의 완전 자동화

섬유산업의 자동화는 급속히 진전되고 있다. 방적공장에서의 자동화 경험

을 이미 축적하고 있기 때문에 제직공장에서 이와 동일한 과정으로 공장자동화를 추진할 경우에 이에 소요되는 경과기간을 예측할 수 있다.

1980년대 초, 상품화된 자동정방기가 섬유기계전시회에 출품되었다. 이 자동화 설비는 실제로 약 5~7년 정도의 기간이 경과한 '80년대 후반에 가서야 생산공장에 설치되었다. 물론, 이 기간동안에 시험생산은 계속되었다.

한편, 지난 7년간 제직설비의 자동화 기술이 여러 전시회에서 소개되어 왔다. 따라서, 정방기의 경우에서 5~7년간의 경과기간을 감안할 때, 최초의 완전 자동화된 제직공장은 앞으로 3~4년 내에 실현될 것으로 예상된다.

제직공장 자동화의 기본요소는 이미 기술적으로 개발이 완료된 상태이며, 현재 다양한 수준에서 자동화가 이루어지고 있다. 이러한 기술적인 요소들은 <표 1>과 같다.

<표 1> 제직공장 자동화의 기본요소

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">(1) 컴퓨터화된 직기 모니터링 시스템(2) 직기에서 특정기능의 자동화(3) 자동 위사절 보수장치(4) 자동 경사절 보수장치(5) 자동 경사 빔교체장치(6) 자동 위사 패키지 교환장치(7) 자동 클로드 빔 도핑장치(8) 자동 결함진단장치(전문가 시스템)(9) 연속 린트 청소장치(부분적 자동화)(10) 자동 직물검사장치 |
|---|

최초의 자동화된 제직공장은 10개의 기본요소 중 5개 정도를 채용하므로 자동화율은 50%가 될 것이다. 현재 일반적으로 제직공장의 자동화율은 10~20% 정도로 추정된다.

최초의 자동화 제직공장은 다음 6가지 자동화 요소 중 최소한 5가지를 포함할 것이다.

- (1) 자동 급유를 포함한 일부 작동기능의 자동화 기술
- (2) 공정의 모니터링 기술
- (3) 자동 위사절 보수장치
- (4) 위사 패키지의 자동 교체장치
- (5) 경사 빔의 자동 교체장치
- (6) 클로드 빔의 자동 도핑장치

이 정도의 자동화로서도 200대의 직기를 가동하는 제직공장에서는 상당한 수준의 인원절감 효과를 얻을 수 있을 것이다.

<표 2>는 인원절감 효과를 나타낸 것이다.

<표 2> 세계적 수준의 제직공장에 대한 소요 인원

자동지기 200대 규모의 제직공장에서의 교대 작업반별 소요인원과 업무분담	
업무분담	교대 작업반별 인원
감독자/1급 기술자	0.5
틀보기/기술자	2.0
1급 기술자	2.0*
경사 빔 교체	1.0
기타 보조업무	0.5
합 계	6.0
*첫번째 작업반에만 배치함	

4. 현재기술수준에서의 부분적인 야간 무인화 운전의 가능성

비록 현재의 기술수준으로는 야간 무인화 운전은 가능하다. 이는 다음의

두 가지 중 한가지 방법으로 가능하게 될 것이다.

① 부분적인 무인화 운전

② 간헐적인 무인화 운전

부분적인 무인화 운전에서는 직기의 정대나 작업의 오류가 발생할 가능성이 적은 즉, 작업의 신뢰성이 높은 공정이 대상으로 될 것이다.

작업원들이 작업하고 있는 그 외의 인접한 공정에서는 소등을 하지 않게 되며, 소등한 채로 무인화 운전을 하고 있는 공정으로부터 보수요청에 응할 수도 있게 된다.

이때, 인접한 무인화 공정에서 어떤 종류의 보수를 요청하는지를 지시해주는 경보 등이나 컴퓨터 모니터링 시스템이 이용된다.

작업의 신뢰성이 높거나 중단된 작업공정에서 자동적으로 그 원인을 제거하여 다시 재가동시킬 수 있을 정도로 자동화율이 높은 제조공정에 이러한 야간 무인화 운전의 대상이 된다.

이런 공장에서 공장 전체의 조업상태를 감시하거나 제조공장 중에 발생할 수도 있는 비상사태에 대비한 단 한 사람의 안전요원만을 필요로 한다.

그러나 현재는 제직공장의 신뢰성이 부분적이 아닌 완전 무인화 작업을 추진할 수 있을 정도로 높지는 않다. 만약, 사절율과 작업상의 오동작 비율이 충분할 정도로 낮아진다면, 부분적인 무인화 작업 도중에 정대한 직기를 다시 재가동시키지 않는 것에 대한 원가절감 효과를 계산할 수도 있을 것이다.

간헐적인 야간 무인화 운전의 개념은 제직공장에서 직기의 정대요인을 제거하여 다시 재가동시킬 수 있을 정도의 자동화 수준에 도달하게 되면 그 실현가능성이 높아지게 된다.

5. 세계적 수준의 소규모 제직공장

일정한 수준의 자동화율을 갖춘 다음 세대의 제직공장은 그 규모가 100~300대의 직기를 가동하는 정도의 비교적 소규모가 될 것이다. 공장을 소규모로 억제하는 것은 관리체계를 단순화시키는 데 중요한 요건이다.

이러한 단순화 작업은 미래의 세계적 수준의 제직공장에 있어 가장 근본적인 특징이다. 제직공장의 인력수요는 공정의 자동화와 단순화를 통해 감소될 것이다.

제직공장의 모니터링과 단순화 작업은 공정의 관리 측면에서 중요한 영향을 미치게 하는 반면에 자동화 작업은 인력수요를 줄이는 데 가장 큰 영향을 미치게 될 것이다.