

링 방적에서 자동화에 의한 품질 및 효율성 개선

1. 서 론

최근 스위스의 Linthal에서 최신의 완전 자동화된 링 방적공장이 완성되었다. 이 링 방적공장은 6대의 F 4/1 조방기와 17대의 G 5/2 링 정방기 및 자동 권사기를 갖추고 있다. 이 공장의 설비들은 링 정방기에 공급하는 조사의 이음장치를 제외하고는 조사 보빈의 도핑으로부터 시작하여 크로스 와인딩형 콘의 도핑에 이르기까지 모든 작업이 완전 자동화, 통합화 되어 있다.

본 고에서는 자본투자, 인력 및 가격구조, 예상되는 품질의 향상도, 기존 건물구조에의 적합성 여부 및 설치면적 등과 같은 자동화에 관련된 여러 가지 문제점들에 대해 알아보고자 한다.

2. 품질향상

설비의 자동화에 따른 실의 품질향상이라는 문제를 좀 더 알기 쉽도록 설명하기 위하여 이를 기존제품의 품질과 비교하는 방법을 사용하도록 하겠다. 여러분이 어느 양조장 주인과 함께 지하 포도주저장실에서 좋은 포도주를 마시면서 앉아 있다고 가정해 보자. 여러분은 포도주를 입 안 가득 넣고 그 향기를 음미하면서 다음과 같은 생각을 해 본 경험이 있을 것이다. 만약 포도주를 만드는 모든 작업, 예를 들면 포도의 수확, 압착, 숙성 및 포도주를 벼에 채우는 작업들을 모두 로봇이 하더라도 과연 이와 같은 맛있는 포도주가 만들어질 수 있을 것인가?

물론 가능할 것이다. 그러나 섬유제품의 생산에서는 왜 이와 같은 개념이 적용되지 않는 것일까? 일반적으로 설비를 자동화시키더라도 극히 드문 경우를 제외하고는 우리가 일반적으로 인식하고 있는 바와 같이 ‘실의 품질’이

향상되지는 않는다. 실의 품질은 원료, 적절한 설비의 선정, 작업조건 및 노하우에 의해 결정된다. 이 중에서 설비와 관련되는 후자의 조건들은 설비 메이커의 A/S 부서뿐만이 아니라 공장관리직과 경영진의 풍부한 기술적인 요소에 의해 주로 충족된다.

제품의 납기단축과 공정의 유연성 증대에 좀 더 효율적으로 대처하기 위해 ‘품질’이라는 용어가 널리 사용됨에 따라 조방기와 링 정방기 그리고 권사기를 서로 연결시킴으로써 혹시 생산공정에 나쁜 영향을 미치는 요소는 없는가에 대한 검토를 해야만 한다. 그러나 그 동안의 현장경험으로 살펴볼 때 공장 내의 조직이 적절히 구성되어 있다면, 이에 대한 우려는 하지 않아도 되는 것으로 생각된다. 모든 생산단계에서 로트가 동시에 변경되더라도, 방적공장에서 병목지점(bottle neck)에 해당되는 정방기의 가동효율에는 아무런 손실도 발생하지는 않는다. 생산단계를 서로 연결시켜 주는 컨베이어 시스템을 채용함으로써 재공품의 양이 감소되는 것에 따른 실질적인 이득효과는 여기에서는 논의하지 않겠다.

실질적인 규모의 자동화를 추진할 때에는, 고급인력에 대한 수요가 대폭 늘어난다는 것을 반드시 고려해야만 한다. 여기에서의 고급관리직은 최종제품의 생산공정에 이르기까지의 모든 생산공정을 완벽하게 파악하고 있어야만 하며 네트워크 개념의 사고능력을 겸비하고 있어야만 한다. 즉, 생산공정을 자동화하기 위해서는 고도로 훈련된 고급관리직의 확보가 필수불가결한 요소이다.

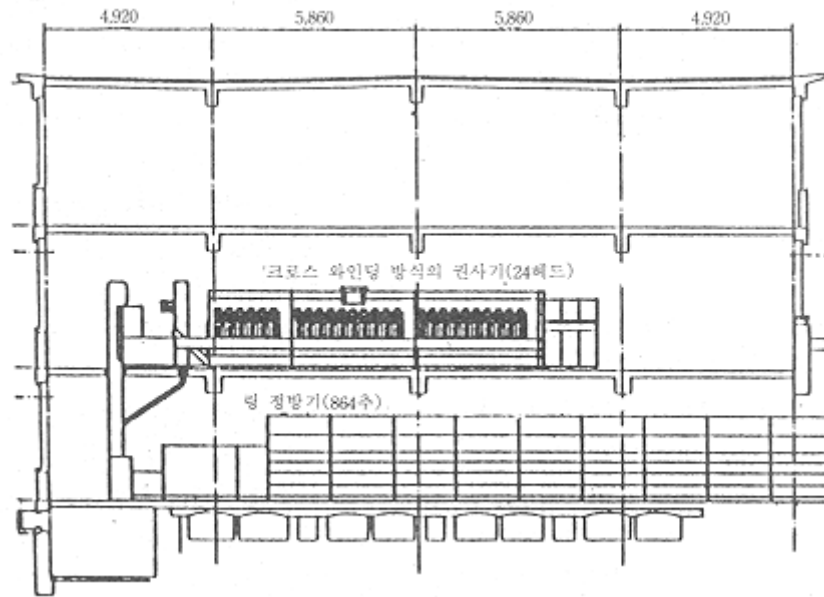
3. 사전계획

‘기존의 공장건물과 땅을 그대로 사용하면서 통합화된 자동화공장을 건설할 수는 없을까?’ 하는 의문이 제기되고 있다. 이 문제에 관해서는 역시 경

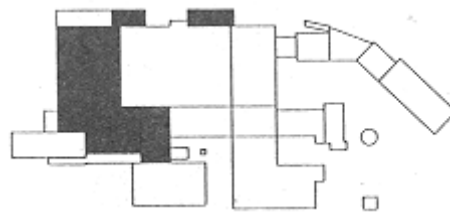
힘에 의해 명확하고 확실한 대답을 해줄 수가 있다. 그러나 기존의 공장대지를 그대로 사용한다고 하더라도 이에 따라 반드시 충족되어야만 하는 조건이 있으며 또한 치밀한 사전계획이 필요하다.

사전계획을 치밀하게 함으로써 기존의 공장대지를 그대로 사용하면서도 미래의 공장조업에 지장을 받지 않도록 적절하게 설계할 수 있다. 이때에는 지형학적인 조건에서부터 공장의 증축에 대한 가능성과 현재의 생산기반 시설의 활용에 대한 모든 측면을 검토해야만 한다. 이러한 모든 요소들을 감안 함으로써 물류의 이상적인 흐름과 함께 대지의 활용을 유용하게 할 수가 있다. 사전계획을 충분히 해야만 기존의 건물을 합리적으로 사용할 수 있으며, 또한 새로운 건물을 건설하든가, 기존의 건물을 개조하는 데에 있어서 시기 적절한 판단을 내릴 수 있다. 이와 함께 엄격한 시간적 제한을 두지 않고 미래에 대한 대책을 미리 강구할 수도 있다. 여기에서 기본적인 구속요건은 항상 자동화 추진의 실행순서에 있다. Linthal에 있는 Spinnerei Kunz공장은 사전 계획에 따라 2개의 레일을 연결하여 물류의 이상적인 흐름을 완성시킨 전형적인 예이다. 기존공장의 건물이 오래 전에 세워진 것이었고, 설비들이 각기 다른 층에 분산되어 설치되어 있었기 때문에 물류의 흐름이 복잡하고 많은 비용이 소요되었으며, 설비가 너무 적기 때문에 운전원의 적절한 배치가 어려웠다.

사전계획을 통하여 권사기를 제외한 모든 생산 라인을 1층에 설치할 수가 있었으며, 그에 따라 물류의 흐름이 효율적으로 되었다<그림1>. 또한 필요한 생산기반시설을 기존의 건물에 그대로 설치할 수가 있었다. 다만 공조설비만은 새로 도입하였다. 이러한 작업에 있어서 최종적인 개념은 역시 좌우가 대칭이 되도록 공장을 확장가능하게 하는 것이었다<그림2>.



<그림 1> 자동 링 방적공장(2층 건물)에서의 링 정방기와 권사기의 배치 예
권사기(크로스 와인딩 방식의 24개 와인딩 헤드) 링 정방기(864추)



<그림 2> Spinnerei Kunz 공장의 건물 배치도

원면창고와 최종제품 저장창고 사이에 있는 약간 경사져 있는 경사로를 통해 서로 다른 층 사이에서 최종제품을 반송한다. 링 정방기와 바로 한 층 위에 설치되어 있는 권사기를 직접 연결하는 이른바 서로 다른 층간의 물류 이동은 ‘Servodisc’자동 콥 컨베이어를 채용함으로써 기존의 건물을 그대로 사용하는 범위 내에서 해결할 수 있었다.

4. 자동화의 필요개소

자동화의 가능성이 있는 곳을 파악할 때에는 다음의 기준들을 준수해야만 한다.

① 자동화는 우선 노무비가 많이 소요되거나 육체적인 노동력이 많이 요구되는 곳부터 시작되어야만 한다.

② 실제적인 자동화의 대상은 몇 가지 종류의 단순한 동작으로 구성되어 있는 공정이어야만 한다.

③ 생산성이 각각의 동작에 의해 크게 좌우되는 부분일수록 자동화의 효과가 좋다.

자동화를 결정짓는 가장 중요한 조건은 인건비이다<표1>.

<표1>에서 각 공정별 인원상황을 살펴보면 정방기(항목번호 3)와 전반적인 운반작업(항목번호 6과 8) 그리고 조방기(항목번호 2)에 인원이 집중적으로 투입되고 있음을 알 수 있다. 만약 이와 같은 인원상황을 작업별로 좀더 세분하여 보면 조방공정을 제외하고는 생산 모니터링, 운전 중 소재, 캔 운반, 랩 도핑, 각종 기계의 정대요인 제거 등과 같이 매우 다양한 것으로 밝혀졌다. 한편 항목번호 1에 해당되는 방적준비공정인 소면, 정소면, 연조공정의 인건비를 살펴보면 이와 같이 다양한 작업들을 자동화하는 데에 있어서 발생하게 되는 기술적인 어려움은 별개의 문제로 하더라도 경제적인 측면에서도 자동화의 타당성이 매우 적다. 그런 전체적인 작업이 매우 단순한 조방공정과 정방공정에서는 문제가 달라진다. 설비가 가동중이거나 정대하였을 때의 소재와 보전작업에는 비교적 많은 인원이 필요하다. 동작 그 자체는 단순하지만 다양성이 있기 때문에 이들 동작의 자동화는 매우 어렵다. 또한 이들 동작들은 생산과 직접적인 관련이 없다. 따라서 자동화는 정방공정과 조방공정에 초점을 두고 추진해야만 한다

<표 1> Ne 40/1 방적사 생산시 인건비 분석자료

항목번호	생 산 단 계	백분율(%)
1	방적준비공정 : 소면, 정소면 및 연조 공정(보전작업포함)	16.5
2	조방기	9.9
3	자동 도핑 장치가 부착된 링 정방기	24.0
4	링 정방기 보전	12.5
5	크로스 와인딩(실 이음작업 포함)	12.9
6	콕과 콘의 운반(크로스 와인딩)	4.5
7	포장(수동)	3.3
8	원면 베일의 저장, 방적준비공정, 방 적공정 및 최종제품 보관창고로의 운 반작업	9.4
9	예비 인원	7.0

5. 자동화의 우선순위

또 한 가지의 문제점은 각각의 작업에 대한 자동화의 목적이다. 여기에서
도 역시 가장 중요한 기준은 인원문제이다. Ne 40/1의 실을 방적하는 데에 소
요되는 인원상황을 <표2>와 <표3>과 같다.

<표 2> 조방공정의 작업분석 자료

(방적사 100kg 기준)

항목번호	생산단계	공정작업 시간	백분율(%)
1	조방기(RieterF4/1) : 캔 교환시간	0.038	7.3
2	패키지 교환시간	0.218	41.7
3	조사 이음시간	0.052	9.9
4	운전중 소제시간	0.181	34.6
5	정대중 소제시간	0.034	6.5
	전체 작업시간	0.523	100

<표 3> 링 정방공정의 작업분석 자료

(방적사 100kg 기준)

항목번호	생 산 단 계	공칭작업 시간	백분율(%)
1	자동 도핑 장치가 부착된 링 정방기 (Rieter G5/1D) : 도핑시간(순회점 검, 가동)	0.362	18.7
2	패키지 교환시간	0.365	18.9
3	조사 이음시간	0.096	5.0
4	사절 이음시간	0.535	27.7
5	순회 도보시간	0.574	29.7
	전체 작업시간	1.932	100

이를 살펴보면 자동화의 비중과 우선순위가 명백하여진다.

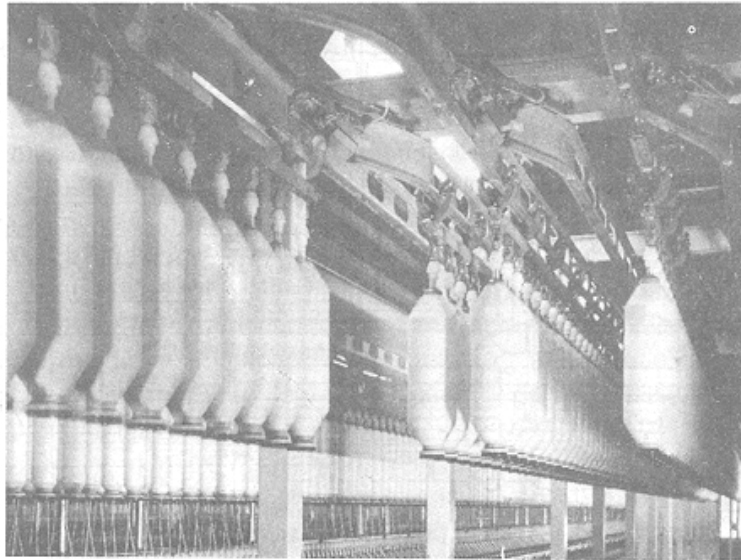
우선 조방공정에서는 패키지 도핑작업을 들 수 있다. 이에 대한 자동화는 논쟁의 여지가 없다. 여기에 영향을 미치는 요소는 경제적인 측면뿐만이 아니라 인간공학적인 측면도 있다. Linthal의 Spinnerei Kunz공장에서는 이 분야에 ‘Robolift’를 채용하였다.

콤파 도핑은 링 정방에 있어서 가장 주된 분야이다. 현재는 오토 도퍼를 대부분 채용하고 있지만, 구식의 도퍼 장치는 여전히 틀보기가 기계를 순회하면서 도핑 작업을 점검해야만 한다. 이들 장치들은 인원을 대폭적으로 감소시켜 주는 ‘Robodoff’ 장치로 대체시켰다.

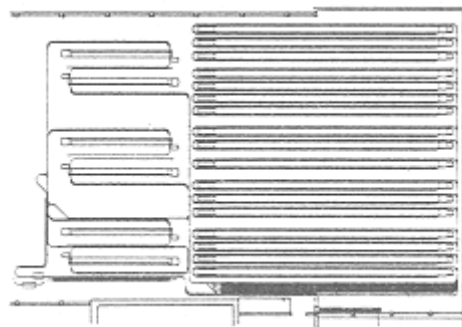
크릴에서의 보빈 교환장치(Robocreel)와 실이음장치(Robofil) 그리고 여러 가지의 다양한 로봇 시스템들이 개발되었다.

조방기의 Robolift와 Robocreel의 논리적인 연결작업은 Schonenberger사와 Rieter사의 Servotrail 자동 컨베이어 시스템에 의해 이루어졌다.

<그림3>과 <그림4>는 이러한 Servotrail 자동 컨베이어 시스템의 전체적인 레이아웃을 나타낸 것이다.



<그림 3> 조방기의 패키지 반송 시스템, ‘Servotrail’



<그림 4> 패키지 반송 시스템 ‘Servotrail’의 전체적인 레이 아웃

6. 자동화 이후의 인원상황

자동화 이후의 인원상황은 <표4>와 <표5>를 각각 분석하여 보면 명백히 알 수 있다.

<표 4> 자동화 이후, 조방공정의 작업분석 자료

(방적사 100kg 기준)

항목번호	생산단계	공칭작업 시간	백분율(%)
1	조방기(RieterF4/1) : 캔 교환시간	0.038	17.0
2	패키지 교환시간	-	-
3	조사 이음시간	0.052	13.2
4	운전중 소제시간*	0.100	44.6
5	정대중 소제시간	0.034	15.2
	전체 작업시간	0.224	100
	절감시간	0.299	55.5

<표 5> 자동화 이후, 링 정방공정의 작업분석 자료

항목번호	생산단계	공칭작업 시간	백분율(%)
1	자동 도핑장치가 부 착된 링 정방기 (Rieter G5/1D) : 도핑시간(순회점검, 가동)	-	-
2	패키지 교환시간	-	-
3	조사 이음시간	0.098	63.2
4	사절 이음시간	0.027	17.8
5	순회 도보시간	0.029	19.0
	전체 작업시간	0.152	100
	절감시간	1.780	92

조방기와 정방기가 서로 완벽하게 연결되어 있을 때에 조방공정과 정방공정의 일부 작업을 자동화함으로써 인원이 대폭적으로 감소되었음을 알 수 있다. Robofil을 채용하더라도, 여전히 틀보기가 기계를 순회하면서 패키지 교

환작업을 해야 하므로 Robofil의 단독 채용으로는 경제성이 없다. 마지막으로 자동화에 대한 실의 품질향상에 대해서는 다음과 같이 말할 수 있을 것이다.

만약 실의 품질에 문제가 있다면, 우선 인력자원에 대한 기초와 고급기술 훈련사업에 투자를 하고, 그 후에 자동화를 추진해야만 한다.

그렇게 해야만 트레이블러 교환과 같은 전문적인 분야로까지 자동화가 진전 될 수 있을 것이다.