

권사/포장 공정에서의 운반 자동화

김 경 백

1. 서 론

원료를 가공하여 제품을 생산하는 제조업의 공정은 반제품 및 제품을 생산하는 직접 공정과 이 반제품 및 제품을 다음 공정에서 사용될 수 있도록 운반하고 준비하는 물류 공정으로 구분할 수 있으며, 성공적인 생산을 위해서는 이 두가지가 적절히 조화된 생산 라인의 구비가 필수적이다. 특히 물류 시스템의 설계시에는 생산 라인 전체에 대한 분석(작업량, 소요경비, 품질에 미치는 영향)이 이루어져야 하며 이러한 분석을 통해 자동화의 정도, 우선 순위 등이 결정되어진다. 산업에 따라 차이는 있지만 과거에는 물류 시스템의 수준이 낮은 단계에 머물러 있어 전체 생산 라인의 결정에 있어서 중요한 결정 변수로 채택되지 않았으나 기술이 발전하고 단위 생산당 인력이 급격히 감소함에 따라 물류 시스템의 설계는 중요한 변수로 자리잡게 되었다. 실제로 생산 공장 설계시 과거에는 직접 설비를 위주로 공장 설계가 이루어지고 여기에 물류 시스템이 덧붙여졌으나 최근의 공장 설계시에는 물류 시스템이 먼저 결정되고 여기에 적합하도록 직접 공정을 설계하는 추세로 바뀌어 가고 있다. 물류 시스템은 크게 직접공정과 연결시스템, 운송시스템, 정보전달시스템의 세 가지로 구성되어 있으며 성공적인 물류 시스템의 구축을 위해서는 이 세가지가 조화를 이루어야 하며 미래에 있을지도 모르는 생산공정의 변화에 유연하게 대처할 수 있어야 한다.

방적공장에서의 물류 자동화는 물류의 형태에 따라 캔 운반, 로빙 운반, 콤팩트 운반, 콘 운반, 제품 하조 등으로 구분할 수 있으며 우리나라의 경우

이중 콤팩트 운반은 1980년대를 시작으로 하여 정방권사 1:1 link 방식이 주로 채택되고 있고 제품 하조는 그 방식이 비교적 간단하여 많은 공장에서 자동(반자동)화를 실현하고 있으나 기타의 부분에 있어서는 활발한 투자가 이루어지지 않고 있다.

2. 본 론

방적 공정에서의 권사/포장 자동화 시스템이란 링 또는 OE 공장에서의 권사기 또는 정방기에서 생산된 콘(또는 치즈)를 하조하는 장소까지 운송한 후 목적에 맞게 분류하여 포장하는 기능을 수행하는 시스템으로서 콘 자동운반, 콘 자동포장, 저장 운영의 세가지로 구분될 수 있으며 각각의 세부 구성은 Table 1과 같다.

이러한 시스템을 설계하기 위해서는 이 시스템과 연결이 필요한 보조 기능들(콘 검사, 품종별 분류, 세팅 또는 동화 등)이 고려되어야 하며 각 해당 공장의 필요에 맞추어 다양하게 설계될 수 있다.

위에서 말한 자동화 기술중 콘 자동 포장은 이미 국내에 상용화되어 있고, 저장의 운영은 콘 운반 방식 및 포장 방식에 의해 결정되므로 본 고

Table 1. 권사/포장 자동화의 구성

콘 자동운반	콘 자동 포장	저 장
1. 도핑	1. 콘 공급	1. 콘 저장
2. 운반	2. Sealing	2. 박스 저장
3. Down loading	3. 박스 준비	
4. 검사	4. Encasing	
	5. Banding	
	6. Marking	
	7. Pallettizing	

에서는 콘 자동 운반 시스템과 관련된 부분만 설명하기로 한다.

2.1. 콘 자동 운반 시스템의 환경 분석

콘 자동 운반 시스템을 결정하는데 있어서 가장 먼저 검토해야 할 점은 효율성에 대한 판단으로 이러한 시스템을 채택했을 경우의 투자비 대비 인력 절감 효과를 가장 먼저 검토해야 하며, 이러한 분석을 바탕으로 자동화 정도를 선택적으로 수용해야 한다. 다음 검토할 사항은 개별 공장의 특성에 맞는 자동화 시스템을 선택해야 한다는 점이다. 예를 들어 화점사와 같이 반드시 세팅이 필요한 제품을 생산하는 공장에서는 콘 자동 운반 장치와 세팅기와의 연결을 고려하여 시스템을 결정하여야 하며, 생산되는 품종이 수시로 변하거나 비교적 많은 품종을 동시에 생산해야 하는 공장에서는 품종 분류에 대한 자동화 가능성 및 비용을 중점적으로 검토하여야 할 것이다. 또한 이러한 자동화 시스템은 성격상 시스템 운영상에 문제가 있을 경우 그 영향이 전 생산 라인에 파급되므로 시스템 안정성에 대한 면밀한 고려가 필요하다. 소프트웨어 측면에서 볼 때 콘 자동 운송의 핵심은 콘 도핑 순서의 결정 및 품종 구분 로직(logic), 자동 하조기와의 연결을 위한 저장 방식 등에 있으며 이러한 소프트웨어에 따라 동일한 수준의 자동화를 이루는데 필요한 투자 경비가 크게 좌우되며 권사기의 효율을 저하하는 요인이 가감된다. 예를 들어 무작위로(생산되는 순서대로) 도핑할 경우 품종 분류를 위해서는 별도의 장치가 필요로 하게 되며, 품종 그룹별로 순차적으로 도핑할 경우에는 다음 품종 도핑시 중복되는 것을 방지하기 위해 빠른 속도의 운송이 요구된다(그렇지 않을 경우 권사기에서 도핑된 콘이 대기상태에 걸리게 되어 그 파급이 권사기 개별 드럼까지 미칠 경우 권사기의 효율을 저하시키는 요인이 된다).

최근에는 콘 자동 운반 장치에 권사 드럼별 생산 데이터를 모니터링할 수 있는 장치 및 소프트웨어를 추가하는 시스템들이 나오고 있어, 이를 이용하면 드럼별 생산량 분석을 통한 이상 드럼 색출 등의 작업을 행할 수도 있다.

2.2. 콘 자동 운반 장치의 구조적 이해

이러한 시스템들의 구조는 앞에서 언급한 바와 같이 도핑 방법, 운송 방법, 분류 방법, 저장 방법 등 4개 분야를 생산 공정의 특성에 맞게 어떻게 개발하였는가가 무엇보다 중요하다.

도핑 방법은 OE사인지 링사인지, 품종의 개수가 얼마나 되는지, 또 1 콘을 생산하는 시간은 얼마나 되는지 등의 환경요소에 따라 적절한 방식이 결정된다. OE사의 경우 보통 도핑 주기가 번수에 따라 차이가 있지만 4시간 이상이며 로우터의 수도 200개가 넘는 것이 보통이다. 이런 경우에는 도핑을 연속으로 진행하여 생산성을 높이는 것이 중요해진다. 그러나 링사의 경우에는 권사기의 드럼 수가 60개 이내이며 콘의 도핑 주기도 OE사에 비해 짧기 때문에 연속형(continuous type) 이외에도 전문적인 도핑 장치를 쓰는 것도 무난해진다. 또한 연속형과 전문 도핑 장치의 특징을 이용한 시스템도 개발이 가능하다. 이외에도 링사의 경우에 동일한 품종이 여러 대씩 나란히 생산되는 일반적인 방적공장의 특징을 이용하여 동일 품종을 생산하는 경우 여러 대의 권사기에서 콘을 동시에 지그재그 방식으로 도핑하는 방식 등 종합적인 측면에서 개선한 시스템도 있다.

운송은 도핑과 연계되어 진행되며 도퍼의 효율을 최대한 올려 물류의 이동을 원활히 하는 것이 그 목적이다. 그러나 이 부분에도 기술적인 면과 현장에서의 편이성 등을 고려하면 개선될 부분들이 있다. 즉, 운송 중에 콘의 표면을 손상시키는 일이 없어야 하며 운송 후 내려놓는 과정을 생각해야 한다. 사충붕괴가 심하지 않은 품종의 경우(OE 태번수사 등)는 큰 문제가 되지 않지만 링 세번수사 등에는 문제가 되는 경우가 있다. 또한 자동으로 운송을 하게 되면 콘의 품질 검사, 특히 외관 검사 부분이 생략되게 된다. 이를 위하여 자동 콘 검사 장치 등이 개발되어 있으나 지나치게 고가이고 그를 위한 시스템의 설계에서 오는 불합리한 면이 크며 저렴한 시스템의 경우는 그 효과가 미미한 편이다. 따라서 장치에 의한 검사를 하지 못하는 경우 작업자가 필요한 검사를 충분히 할 수 있도록 시스템 상에서

배려하는 것이 필요하며 이는 각 시스템에서 option 및 설계상으로 반영되어야 할 문제이다. 또한 운송된 콘은 그 용도에 따라 진공세팅기 및 동화실 등을 통과할 경우가 있다. 따라서 운송 수단은 단순한 운송만을 담당하는 것이 아니라 세팅 및 동화 시스템과의 효율적인 연결 방법이 필요하게 되며 사람으로 이동시킬 경우 생각하지 못했던 여러 가지 문제(공간 문제, 콘을 종류별로 나누는 문제, 후속 포장을 위해 콘의 개수를 맞추거나 남은 콘을 처리하는 문제 등)가 생긴다.

분류 방법은 생산품종의 라인을 먼저 고정시켜 놓고 활용하는 방안과 동일한 라인으로 운반 후 마지막 부분에서 분류하는 방식 등이 있으며 마지막 부분에서 분류하는 경우에는 콘 단위의 분류, 섞인 콘의 분류 등 도핑 및 운송방식과 연계되어 다양하게 처리할 수 있다. 이것은 생산품종의 종류와 생산 속도, 운송 수단의 공급 속도 등과 어울려 결정되어야 한다. 이외에도 이 분류 방식은 운송 방식, 도핑 방식과 더불어 포장시 생기는 혼입 사고를 예방해야 하는데 있어서 매우 중요하며 콘 자동 운반 시스템의 마지막 부분에서의 작업자의 작업 방식 및 업무량 등에 의해 조정될 수 있다. 예를 들어 여러 종류의 콘이 동시에 소량씩 공급된다면 분류 공간 및 운반차가 많이 필요해지며 작업자의 부담이 커지게 된다. 이는 오히려 작업자가 권사공정에서 분산 처리할 수 있는 것을 집중화하여 문제를 야기시키는 결과가 된다. 따라서 이러한 경우에는 이런 복잡함을 처리할 수 있도록 시스템의 설계를 변경하여야 한다.

저장 방식은 팔레트 단위로 물류를 이동시킬 때 버퍼로 이용하기 위해 박스 단위로 저장하는 방식과 콘 단위로 저장하는 방식이 있다. 또 콘 이동 중 세팅이나 동화실 등 운영과 연계하여 운반도구에 적재된 상태로 저장하는 방식도 있다. 가장 경제적이고 안전한 방식은 콘을 박스 상태로 하여 보관하는 방식이 경제적인 것으로 알려져 있으나 보통은 콘 방식과 창고에 넣어 보관하는 방식이 쓰이고 있다.

이상과 같은 특징에 따라 어떻게 이러한 요소

들을 결합하여 시스템을 구성하는가에 따른 사소한 차이가 시스템 전체의 큰 차이를 유발한다. 또한 이중 어떤 기술 요소들은 서로 결합하기가 어려운 기술들이어서 한 가지를 채택하면 다른 요소들이 자동적으로 결정되는 경우도 있다. 따라서 이런 종합적인 기술요인들과 사용자의 편의성을 고려한 시스템의 설계가 매우 중요한 성패 요인이 된다. 또한 이에 따른 제작 비용과 사용자의 개선 효과 등을 종합적으로 고려하여 사용자 입장에 맞는 시스템을 설계하는 것이 필요하며, 사용자의 특성에 맞도록 다양한 국부적인 변화가 가능하도록 미리 준비하여야 좋은 시스템이 될 수 있다.

2.3. 콘 자동 운반 시스템의 종류

현재 콘 자동 운반 시스템으로서 소개되고 있는 시스템 중 작동 원리가 차별화되는 대표적인 시스템들을 살펴보면 Table 2와 같다

품종별 doffing-hook type : 이러한 시스템의 대표적인 예는 Murata 시스템으로 이 시스템을 예로 들어 설명하면 다음과 같다.

각 권사기 끝에 리프트가 설치되어 도핑된 콘을 들어올려 연속적으로 순환하는 운송 hook중 해당 품종으로 지정된 hook가 지나갈 때 그 hook에 걸어준다. 이렇게 걸린 콘은 hook에 품종 정보가 인식되어진다. 이렇게 hook에 걸린 콘은 해당 품종의 저장고로 운송되어 품종별로 적재되어진다(Figure 1).

이 시스템의 장점은 설비가 비교적 단순하며 분류 가능한 최대 품종수가 크다는 데 있으나 품종별로 저장할 수 있는 창고가 필요하고, 자동 하조 라인과 연결이 불가능하여 수작업이 수반되는 단점이 있다.

기대별 doffing-conveyor belt type : 이러한 시스템의 대표적인 예는 UTIT 시스템으로 이 시스템을 예로 들어 설명하면 다음과 같다.

각 권사기 끝에 리프트가 설치되어 도핑된 콘을 한개씩 들어올려 대기한다. 이렇게 대기하고 있던 콘은 해당 기대의 도핑 신호가 떨어지면 정지하고 있는 컨베이어 벨트로 올려진다. 이렇게 한 대에서 도핑된 콘들이 컨베이어 벨트상에 적

Table 2. 콘 자동 운반 시스템의 비교

Type	품종별 doffing-hook type	기대별 doffing-컨베이어 벨트 type	품종별 doffing-컨베이어 벨트 type
대표적인 시스템	Murata(일본)	U.T.I.T.(이태리)	우림(한국)
도핑	권사기 끝에 설치되어 콘을 1개씩 올려 주어 운반용 hook에 걸리게 정리해 줌	권사기 끝에 설치되어 1개 콘씩 올려주어 짧은 벨트를 이용해서 컨베이어 벨트에 올려줌	권사기 끝에 설치되어 한번에 여러개(최대 6개)의 콘을 동시에 도핑하여 컨베이어 벨트에 올려 줌
운송	권사기 드럼 수(생산량)에 따라 수백 개의 hook가 지속적으로 주행하다가 도핑해야 할 콘 정보가 들어오면 도핑해서 운송.	기대별로 도핑하여 운송 기대 순으로 도핑함	기대 그룹별로 동시에 도핑하여 운송 품종별 생산 속도에 따라 도핑 빈도 결정
분류	각 hook별로 운송해야 할 품종이 지정되어 있음	한번에 권사기 한대씩 도핑-운송	한번에 한 품종씩 도핑-운송
저장	품종별로 콘차에 연속적으로 적재	품종별로 각각 버퍼 컨베이어에 적재, 자동 하조 라인에 연결 가능	자동 하조 라인에 바로 연결 가능

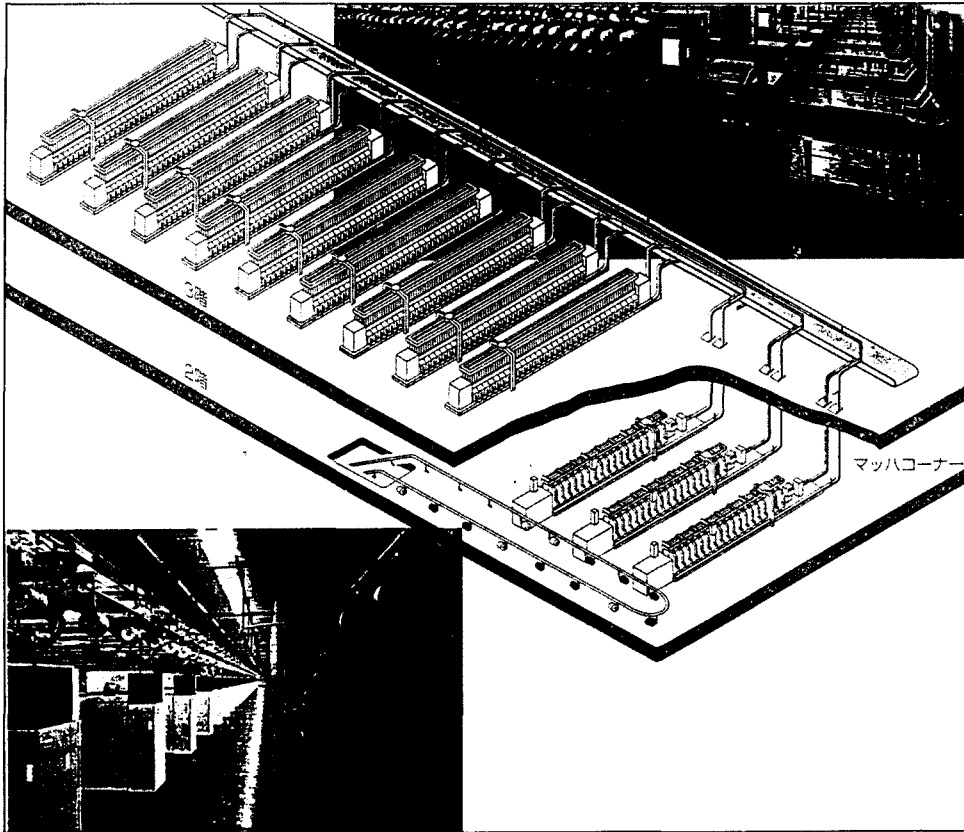


Figure 1. Murata system을 이용한 콘 운송 예.

재되면 컨베이어 벨트는 고속으로 운전되어 권사기 끝부분이 비워지고 다음 도핑되는 품종과 구분될 수 있도록 일정한 길이를 전진한다. 이렇게 품종별로 그룹화된 콘은 검사 장소를 거쳐 각각 지정된 버퍼 컨베이어 벨트로 운송되어 하조대기를 하게 된다(Figure 2).

이 시스템은 자동화면에서 완성도가 높아 콘 검사 장소 설정, 자동 하조기와의 연결이 가능한 장점을 갖고 있으나 권사기가 가동하는 상황에 따라 도핑 순서가 결정되므로 도핑 후 다음 도핑이 일어나기 전까지 권사기 끝부분을 비워 주어야 하므로 컨베이어 벨트의 속도가 높을 수 밖에 없어 컨베이어 벨트상에서 콘의 손상이 올 수 있으며, 품종별 버퍼로서 컨베이어 벨트를 채택함으로써 이 버퍼에서의 jamming을 방지하기 위해서는 상당히 긴 길이의 공간을 필요로 하는 공간상의 제약이 따른다.

품종별 doffing-conveyor belt type : 이러한

시스템의 대표적인 예는 유럽 시스템으로 이 시스템을 예로 들어 설명하면 다음과 같다.

각 권사기 끝에 한 번에 여러개(최대 6개)의 콘을 도핑할 수 있는 리프트가 설치되어 해당 품종의 도핑 신호가 떨어지면 한꺼번에 컨베이어 벨트상에 내려 놓으며 이렇게 콘이 내려지면 컨베이어 벨트가 작동되어 일정한 길이를 전진하게 된다. 이렇게 품종별로 그룹화된 콘은 바로 자동하조기로 연결되는데 이 때 하조 사이즈의 배수에 해당하는 콘은 바로 자동하조기와 연결될 수 있으며, 여분의 콘(예를 들어 54개의 콘이 운송되었고, 박스당 콘 수가 12개일 경우 $54 = 12 \times 4 + 6$ 이므로 6 콘은 여분의 콘이 됨)은 별도의 장치(또는 수작업)에 의해 따로 저장되어 수작업에 의해 하조되게 된다(Figure 3).

이 시스템에서는 품종별 도핑 순서가 컨베이어 벨트의 전진 방향과 기억장치에 입력되어 있는 품종별 생산 속도에 의해 정해지게 되므로 시

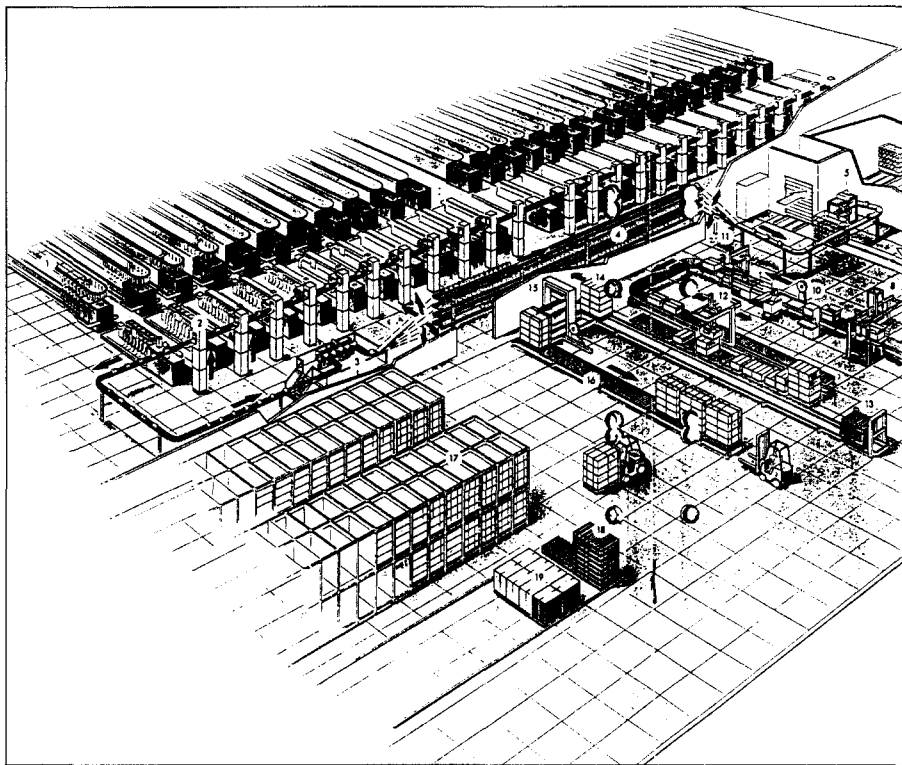


Figure 2. U.T.I.T. system을 이용한 콘 운송 예.

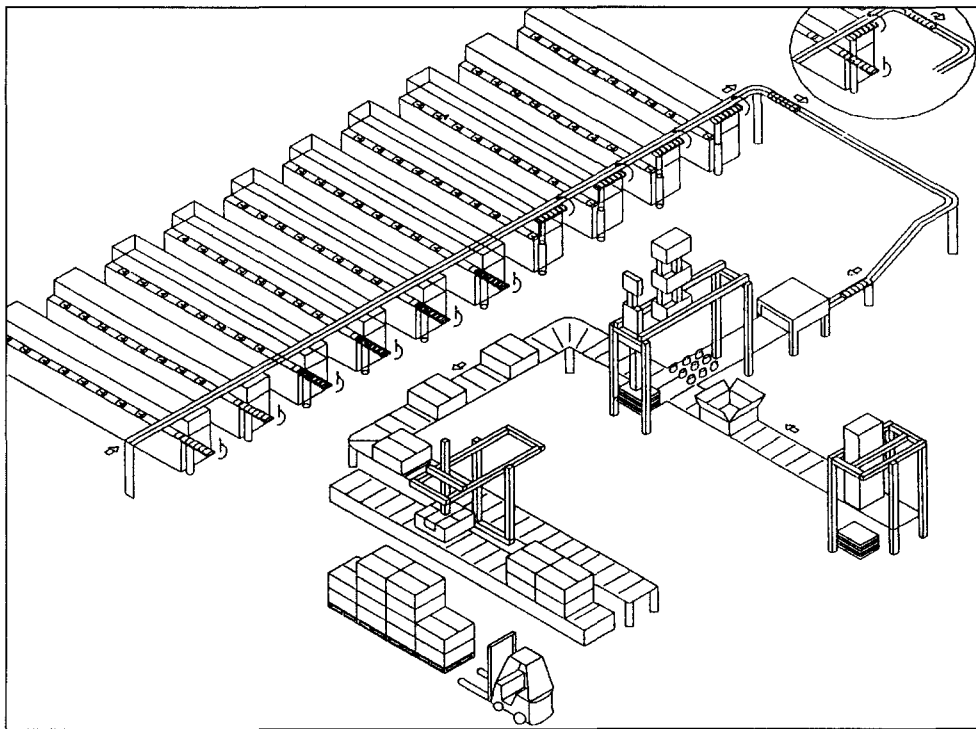


Figure 3. Urim system을 이용한 콘 운송 예.

스텝상으로 도핑 순서 및 위치가 예측이 가능해 컨베이어 벨트의 이동 거리를 최소화시킬 수 있으므로 컨베이어 벨트의 길이 및 속도를 크게 줄일 수 있어 제조 경비 면에서 타 시스템에 비해 강점을 갖고 있다.

기 타 : 위에서 설명한 시스템 외에도 운반용 로봇에 의해 콘을 도핑, 운반하여 팔레트 위에서 변수별로 분류한 후 완성된 팔레트를 자동으로 수축포장하는 방식 등 다양한 방식이 선진국을 중심으로 채용되고 있다.

3. 결 론

현재 세계적으로 링 방직은 1억추 이상이 있으며 과거의 방직 주요 생산국에서 최근 부상국까지 고루 분포되어 있다. 콘 자동 운반 시스템은 주 목적이 어렵고 힘든 작업을 대체하는 것으로 그 외의 부가가치를 창출하지 않는다는 점을 생각해 보면 방직 설비를 가동하고 있는 국가 중

콘 운반 자동화 시스템을 채택할 수 있는 국가는 주로 인건비가 높거나 인력난이 심하여 인력 확보가 어려운 국가가 될 것이다.

우리나라의 경우를 예로 들어보면 콘 자동 운반 장치를 채택함으로써 얻을 수 있는 인력 감소는 중변수사를 생산하는 50,000추 정도의 3교대 공장에서 콘 운반부터 하조까지 전 라인을 자동화 했을 경우 10~15명 정도(콘 도핑 및 운반원, 하조 작업원)로 볼 수 있으므로 이 시스템을 채택할 경우에 이 정도 인원의 인건비 절감을 통해 보상될 수 있는 범위 내에서 투자가 이루어져야만 경제성이 있으나 현재 우리나라의 인건비 수준과 자동화 투자비를 비교해 보면 보상이 보장되는 시스템을 설계하기가 쉽지 않다. 그러나 공장 특성에 맞는 자동화 범위 및 시스템을 설계할 경우에는 보상이 가능할 수 있으며 실제로 자동 운반 시스템을 이미 채용한 공장도 있다.

또한 이러한 인력 절감을 위한 자동화 효과 외에도 시스템에 따라서는 권사기의 효율 및 드럼

별 생산성을 부가적으로 확인하여 모니터링하는 기능 등을 사용하면 부수적인 효과를 얻을 수 있으며 콘별로 분류하는 기능이 있을 때에는 권사 드럼이나 부분별로 다른 번수의 실을 동시에 권사하는 것이 가능해지며 관리 착오에 의해 다른 품종이 같이 포장되는 혼입 사고를 예방할 수 있다. 이 외에도 재고 관리 시스템으로 연결도 가능하며 인력 고용이 불안정하거나 파업 등의 가능성이 높은 지역 등의 경우에는 경제성과 관계 없이 다른 측면의 효과를 노리며 사용될 수 있다.

이상에서 살펴 보았듯이 콘 자동 운반 시스템

의 채용시에는 각 공장의 생산 상황, 기술력 및 운영상의 노하우가 조화된 시스템을 채용하여야만 경제적이며 성공적인 시스템을 구축할 수 있으며, 완전자동화를 고집하기 보다는 필요로 하는 제한적인 목적을 문제점 없이 수행할 수 있는 안정적인 시스템을 채택하는 것이 중요하다. 덧붙여 가능하면 생산 조건(생산량 증가, 품종 구조 변화) 및 투자 환경(인력 수급, 자동화 기술 발전)의 변화에 대처 가능하도록 변형 및 응용성이 높은 시스템을 채택하는 것이 유리하다.