

전자제품 조립라인에서의 셀형 제조시스템 도입 방법론

윤철주**, 김석철*
Chul Joo Yoon, Suk Chul Rim

Abstract

기존의 셀형 제조시스템에 관한 연구는 부품과 기계간의 유사성(Similarity)을 분석하여 복잡하고 큰 규모로 인해 통제 및 조정이 매우 힘든 제조시스템을 최소의 물류비용을 갖는 개별 하부 제조 시스템(Manufacturing Cell)로 분해하여 도입하는 방법론이 많다. 그러나 이러한 연구는 설비의 비중이 큰 작업장에서 설비의 효율적인 활용을 목적으로 하는 방법론이기 때문에 전자제품 조립라인과 같이 설비보다 작업자의 비중이 더 큰 라인에서는 별도의 연구가 필요하다. 현실적으로 셀형 제조시스템을 도입하여 가시적인 성과를 거둔 사례는 전자제품 조립라인의 경우가 훨씬 많다. 본 연구에서는 전자제품 조립라인에서 적용할 수 있는 조립 셀의 개념을 확립하고 성공적인 조립 셀의 도입을 위한 방법론을 제시하고자 한다.

* 아주대학교 산업정보시스템공학과 교수

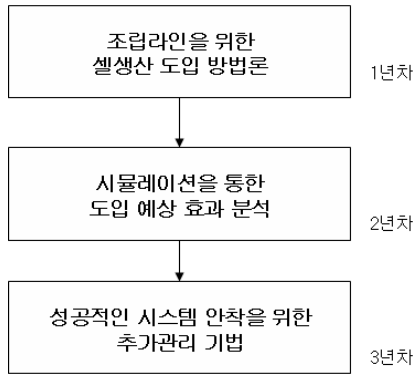
** 아주대학교 산업정보시스템공학과

1. 서론

전통적인 셀형 제조시스템 도입에 관한 연구는 배치형 제조시스템에서 Group Technology 기법을 통해 작업준비시간(Set up Time)의 단축, 재공품 재고(Work In Process Inventory)의 축소 및 작업 소요시간(Throughput Time)을 단축시킬 수 있게 함으로써 생산성을 향상시키는 제조시스템의 형태로 부각되어 국내외에서 많은 연구가 수행되었다. 즉 셀형 제조시스템은 부품과 기계간의 유사성(Similarity)을 분석하여 복잡하고 큰 규모로 인해 통제 및 조정이 매우 힘든 제조시스템을 최소의 물류비용을 갖는 개별 Sub 제조시스템(Manufacturing Cell)로 분리함으로써 전술한 장점을 얻게 하는 제조시스템이다. 최근의 추세를 살펴보면 셀형 제조시스템의 가시적인 성과는 위에서 언급한 전통적인 제조시스템을 가진 공정에서보다는 복사기, 노트북과 같은 전자제품 조립 라인에서 그 성과가 두드러지게 나타나고 있다. 이러한 현상은 전자제품 조립 공정이 전통적인 제조 공정보다

공정의 길이 및 복잡도 면에서 비교적 단순하며 산업의 소비패턴 변화에 의한 다양성이 경제활동을 지배하고 있는 요즘의 제조업 활동에 있어서 유연 생산 방식의 일종인 Cell Line(이하 셀라인)의 필요성은 절실하다. 특히 최근에는 1인 셀 라인까지 출현하고 있다. 하지만 전자조립산업에서 기존에 연구된 셀형 제조시스템의 도입에 관한 연구를 적용하는 것은 상이한 공정특성 및 생산 스케줄, 구성 공정 요소 등에서 많은 차이가 있기 때문에 성공적인 도입과 운영이 어려운 실정이다. 때문에 기존에 성공적인 셀 제조시스템 도입 사례로 꼽히는 전자제품 조립업체들도 기존의 연구를 참고하여 제조시스템의 혁신을 이룬 것이 아니라 모두 자체적인 경험과 시행착오를 이루면서 생산시스템의 혁신을 이끌어 내왔다. 따라서 본 연구에서는 전자제품 조립라인에서 셀형 제조시스템 도입을 위한 방법론과 그것이 기존의 제조라인을 위한 셀형 제조시스템 도입 방법론과 어떻게 다르며 무엇이 차별화 되어야 하는가를 중점적으로 연구해보고자 한다. 본 연구는 <그림 1>과 같이 총 3년에 걸쳐 다양한 산업현장의 조립 셀 도입 사례를 분석하고 국내에

서 가



<그림 1. 조립 셀 연구 계획>

장 성공적으로 조립 셀을 도입하였다고 평가받는 국내의 한 기업을 선정하여 업체와 공동으로 조립 셀의 성공적인 도입을 위한 연구를 진행하기로 하였다.

2.1. 조립 생산 공정을 위한 셀 생산

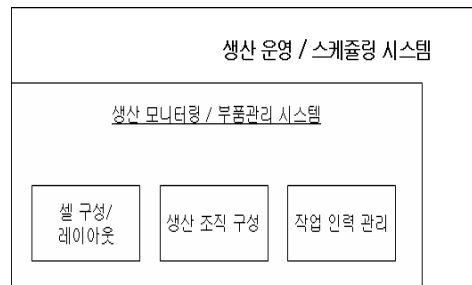
일반적으로 셀을 편성한다는 것은 설비배치 형태화 자재 투입방법을 결정하고, 다기능 작업훈련을 실행하며 운영에 있어서 몇 개의 셀을 편성하여 운영할 것인지를 결정하는 것을 말한다. 셀 생산시스템이라는 개념은 보통 전자조립라인에서 쓰이는 개념이라기 보다는 설비위주의 가공이나 가공물 조립라인에 의해서 많이 소개되었다. 또한, 대부분의 기존 논문들도 가공이나 가공물 조립라인을 대상으로 하고 있고, 다루는 주제들도 대부분 설비배치 문제나 이동거리 단축, 제한된 조건에서의 설비 가동율 향상, 기능적 측면의 적정 셀 수 결정을 테마로 하고 있다. 또한 가공라인에서는 MGM(Machine Grouping Method), GT(Group Technology) 기법을 근간으로 작업순서(OperationSequence)를 고려한 셀간, 셀내 자재이동 횟수를 최소화시키는 발견적 해법으로 이론적인 셀 구성과 설비배치를 도출하는 경우가 일반적이다. 그러나 전자조립 라인의 경우는 주어진 제품별 작업순서가 단순, 유사하고 설비 투자비가 가공라인에 비해 훨씬 저렴하기 때문에 이동거리의 문제, 설비 가동율의 문제 등은 무시할 수 있을 정도이다. 이러한 관점에서 전자조립라인의 셀 편성 접근방식은 자재 이동거리 측면 보다는 셀 라인 구축 시 재고감소 효과, 라인트러블 감소효과, 소량주문 흡수효과, 생산관리 인원 감소 효과등의 측면에서 실질적으로 검토되어야 한다. 셀의 사상은 품질 및 효율성 개선에 관한 것으로, 다른 시간, 다른 구역에서 한 컴포넌트에 많은 인원이 작업하지 않고 셀에서는 서로 가깝게 서서 작업을 하게 된다. 이는 문제가 발생할 경우 즉시 알 수 있으며 작업자가 함께 문제를 해결 할 수 있는 것을 의미한다. 전통적이 조립 라인을 이용하는 대신, 직원, 기기, 그리고 유닛을 생성하기 위해 필요한 부품과 우수한 관리 시스템 모두가 하나로 통합된다. 이러한 중앙 집중형 구조는 직원이 부품과 기기를 찾기 위해 다른 조립 구역들까지 걸어야 할 필요가 없도록 주는 시간 절약적 절차들로 조성되어

있다. 따라서 본 연구에서는 셀 도입 시 전자조립 산업의 인적 다기능 조건과 인원구성, 자재이송 방법, 감독자의 역할, 자재납입 프로세스, 셀 설비의 조건, 셀의 구성, 운영조직의 구성 등에 대한 연구 결과를 사례와 함께 제시하고자 한다.

2.2. 성공적인 조립셀 설치 및 운영을 위한 요소

조립 셀은 하나의 생산 기법이기 때문에 이를 업체에서 성공적으로 도입하여 운영하기 위해서는 조립 셀을 위한 몇 가지 관리 기법이 필요하게 된다. 기존의 생산 운영 관리 시스템을 고수한 상태로 현장의 생산 시스템만을 조립 셀 시스템으로 바꾸는 상충되는 어떤 효과도 기대할 수 없다.

국내에서 조립 셀을 도입한 업체들의 경우 각각 다른 도입동기를 가지고 조립 셀 생산 시스템을 도입했지만 현재 운영하고 있는 생산 시스템의 개요는 대부분의 업체가 <그림2>와 같았다.



<그림 2. 조립 셀 생산 운영 시스템>

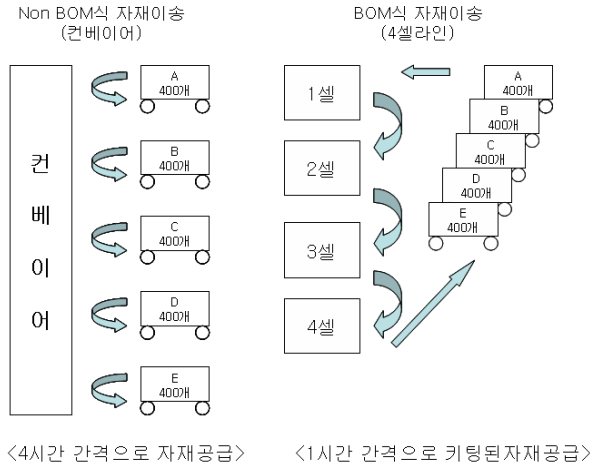
2.2.1 전문적인 작업자 교육과 관리

셀 라인의 편성에 있어서 작업자는 다양한 작업을 소화해야하기 때문에 작업자들의 다기능 수행 여부는 매우 중요하다. 작업자들의 능력 측정을 위해 업체마다 다양한 방법으로 관리를 하고 있는데 일반적으로 다기능 측면과, 숙련도 측면을 주된 지표로 삼아서 관리하게 된다. 실제로 복사기 제조업체인 L사는 작업자가 근무하는 셀의 입구에 해당 작업자의 숙련도와 다기능여부를 나타내는 차트를 부착하여 MIDAS라 불리는 전문 작업자가 숙련도나 다기능성이 떨어지는 작업자를 지도하며 작업을 진행하고 있었다.

2.2.2 BOM식 자재공급방법

컨베이어 라인을 다수의 셀 라인으로 편성은 생산 능력을 증대시키지 않음을 가정할 때 한 라인의 피치타임이 길어지고 한 라인당 자재 투입 단위량이 적어지게 한다. 즉 다수의 셀 라인이 생겨 난다면 단위셀 기준으로 볼 때 해당 제품별 부품구성비에 맞추어 다빈도 소모트의 자재공급(BOM)을 받는 라인으로 구조적 전환을 해야한다는 것을 의미한다. 아래의 그림은 S사의 컨베이어생산과 조립 셀의 경우 각기 상이한 자재이송 방법을 도식화 한 것이다. <그림 3>을 보면 두 방식은 자재이송 거리는 큰 차이가 없지만 자재이송을 준비하는 과정에는 큰 차이가 있다. 셀에 대한 자재이송을 위해서는 BOM식 자재이송 대차가 필요하고 자재를 BOM에 맞추어 공급하는 사전 키팅(Kitting)작업이 필수적

이다. L사의 경우 생산하는 모델별로 분화된 작업 라인내에 자재납입만을 전담하는 작업자가 1명씩 배치되어 해당 라인내의 모든 셀에 대해 1일 단위



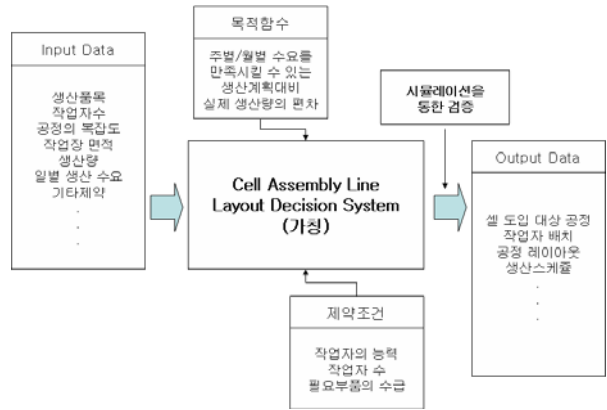
<그림 3. 두 방식간 자재이송 방법의 차이>

의 작업스케줄을 참고하여 필요한 자재를 불출해서 대차에 키팅한 후 각 셀에 전달하는 업무를 수행하고 있었다. 이는 곧 현재 보유 재고 수준의 정확한 파악을 가능하게 하고 자재의 손,망실 방지 및 셀 내 작업자의 자재의 소중함에 대한 인식 제고로 L사는 재고의 관리 수준을 한 단계 끌어올릴 수 있었다.

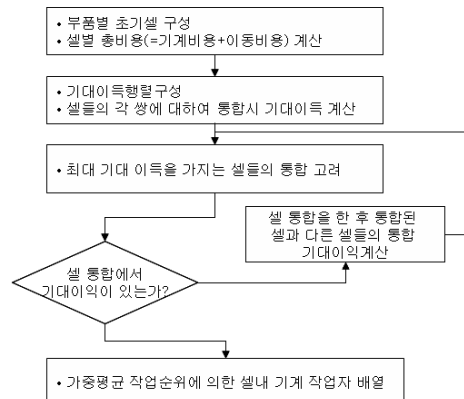
2.2.3 셀 구성 레이아웃 결정 시스템

현장의 셀의 숫자 및 크기, 배정 작업자 등을 결정하는 것이 셀 구성 레이아웃 결정 시스템의 역할이다. 셀 라인을 개선한다는 것은 하나의 대형 컨베이어 조립다란을 다수의 라인으로 분할을 한다는 것을 의미한다. 이 과정에서 분할되는 셀 수 만큼의 조립기기, 검사기기, 부대설비, 소모공구, 자재이송대차 등의 추가적으로 필요하게 되는데 현재 있는 컨베이어 라인에서의 1세트 설비를 감안한다면 셀 수를 n이라 할 때 n-1세트의 설비가 추가로 필요하게 된다. 따라서 셀 라인의 도입 시 투자비와 효과를 비교하여 적정 셀 수를 결정하는 시스템을 구축할 수 있다. <그림4>는 조립 셀 추진 담당자가 기획단계에서 셀 수와 도입효과를 사전에 예측하는 근거자료로 활용하는 것이지 실제 구축단계에서는 회사의 정책, 미래 수요 패턴 변화, 제품 및 라인의 특성을 종합적으로 고려하여 결정되어야 할 것이다. L사의 경우 생산하는 제품군중 HIGH-END급에 해당하는 초고급 제품의 경우 1인 셀을 적용하여 생산을 하고 있었는데 이는 비록 매우 값비싼 제품이며 고부가가치의 제품이라는 하지만 전수요를 고려했을 때 이 제품의 생산에 1인 이상의 작업자가 투입되는 것은 비효율적이라고 판단했기 때문이다. 이처럼 시장의 수요와 작업자의 전문성을 고려하여 적정한 셀의 크기를 결정하는 것은 매우 중요하다. 또한 Decision System의 알고리즘은 전자산업의 공정특성을 반영하여 설계되어야 하며 적용되는 각 사업장의 특성을 반영하여 커스터마이징된 알고리즘을 적용하여야 한다.

2.2.4 라인 구성원의 역할 재설정



<그림 4. Cell Assembly line Layout Decision 시스템 개념도>



셀라인을 도입한 기업들의 경우 예외 없이 자재(부품)이송을 전담하는 요원(feeder)을 배치하여 운영하고 있었다. 이는 앞서 언급한 BOM식 자재이송을 위한 조치이기도 하지만 이렇게 자재 이송자, 작업자, 감독자의 역할을 구분하여 설정함으로써 자재 이송자가 감독자의 일부 역할을 맡아 실시간 상황 인식과 처리를 동시에 처리할 수 있다. 이를 통해 감독자는 인원조정과 개선활동에 전담하도록 하여 운영의 효율을 높이도록 하고 있다.

구분	컨베이어		셀 라인	
역할	작업 자재공급	작업자	작업	작업자
			자재공급	자재이송자
	생산속도 조정 인원조정 개선	감독자	생산속도 조정	자재이송자
			인원조정 개선	감독자

<표 1. 현장 업무의 역할 분담>

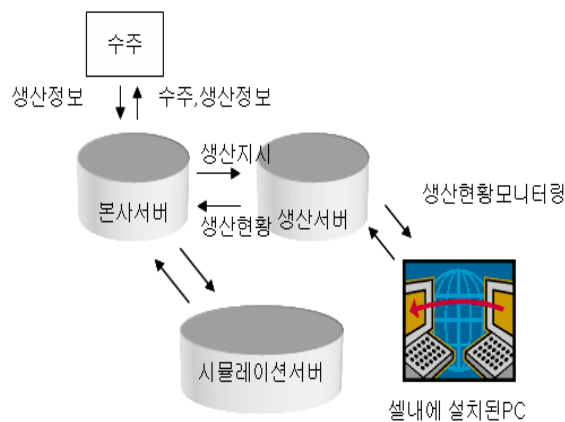
2.2.5 운영 조직의 재편

조립 셀을 적용함에 있어 L사는 조직의 개편을 같이 단행하여 그 효과를 배가시킨 대표적인 사례이다. 대부분의 기업들은 수직화된 전통적인 조직

체계를 유지하고 있는데 반하여 L사는 제품별로 조직을 분화하여 소사장제와 유사하면서도 내부적으로 경쟁을 유발하여 제품의 품질을 향상시키고 작업자의 작업동기를 촉진시키는 결과를 낳았다. 제품별로 분화된 조직 내의 책임자는 자신이 담당 한 제품의 생산과 품질관리에 전념할 수 있어 한층 고수준의 관리를 실현할 수 있다. 조직은 제품별로 구분되어 있지만 조직별 소속 작업자는 회사 전체의 제품 생산스케줄에 맞추어 각 조직을 넘나들며 변경된 생산계획에 맞추어 추가된 셀에 투입되기 때문에 인력관리에 있어서 낭비는 적은 편이다.

2.2.6 생산 모니터링 시스템

조립 셀은 제품별 작업 현장이 여러 곳에 흩어져서 분포되어 있기 때문에 자칫 생산현황의 신속한 파악이 늦다는 단점이 있다. 다품종의 소량주문에 신속하게 대응하면서 부품재고 수준을 낮추려면 영업과 본사, 생산현장을 연결하는 <그림5>와 같은 정보시스템이 필수적이다. 즉 고객의 수주정보가 원격에서 발생하여 이를 본사 서버에 저장하고 본사의 서버는 시뮬레이션 일정계획 S/W를 이용하여 생산 계획을 수립한다. 수립된 생산 계획은 조립 셀 생산 현장으로 지시되며 현장의 서버는 이를 바탕으로 시스템은 각 셀에 설치된 PC를 통해 데이터를 주고받으며 생산현황을 체크하고 관리자 및 작업자에게 필요한 메시지를 송출하며 본사의 생산 일정 계획의 수립 및 수정의 의사결정에 도움을 줄 수 있다.



<그림 5. 원격 모니터링 정보시스템>

3. 결론

본 연구는 조립 셀 구축의 필요조건(특징)과 성공적인 추진절차에 초점을 맞추어 기술하였다. 조립 셀에 관한 연구를 추진하면서 국내외에 많은 사례를 접할 수 없어 어려움을 겪었지만 조립 셀 도입을 의욕적으로 추진하고 있는 L사의 도움으로 실제 생산현장에서 고려되어야 할 사항을 파악할 수 있었다. 이 방법론은 현재도 현업에 계속 적용하면서 보다 구체적이고 시행착오를 줄일 수 있는 셀 구축시스템으로 보완 중에 있기 때문에 향후 조립 셀 구축에 도움이 되는 기초자료가 될 것으로 생각한다. 향후 연구에서는 조립 셀에 사용되는 각 셀의 종류와 역할, 명칭에 관한 개념 정립이 이루어

져야 한다. 또한 본문에서 언급한 Cell Assembly layout Descision System은 이미 수많은 연구가 진행된 생산 셀의 설비배치 연구를 참고하여 조립 셀의 고려 변수를 파악한 후 조립 셀에 최적화된 알고리즘을 도출하기 위한 연구를 진행한다면 좋은 성과가 있을 것으로 기대한다. layout Descion System은 향후 생산 모니터링 시스템 및 작업자의 이력, 근태관리를 포함하여 일단위로 최적화된 셀을 구성하여 자체적인 시뮬레이션을 거친 후 그 효율을 예측하여 생산의 유연성을 극대화 할 수 있는 종합 의사결정 시스템으로 구축할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 최형호./노인규, “셀형 유연조립시스템에서의 셀배치설계”, 한국경영과학회, 춘계공동학술대회, pp 299~302, 1997
- [2] 최형호/노인규, “작업 순서와 기계 용량을 고려한 유연조립 시스템의 독립 셀 형성”, 공업경영학회지, 제19권 제40호, pp 253~p~261, 1996
- [3] 최형호./노인규, “셀형 유연조립시스템에서의 통합 배치설계”, 한국경영과학회지, 제29권 제4호, pp133~149, 1996
- [4] 강성룡, “셀 시스템 구축을 통한 부품조립공정의 혁신에 관한 사례 연구”, 한국생산관리학회지, 제10권 제3호, 2002
- [5] 육군효, “셀 제조시스템의 핵심성공요인, 수용태도, 성과간의 관련성에 관한 연구”, 경영과학, 제18권 제1호, 2001
- [6] 김유겸/강재관, “글로벌 제조 환경을 위한 생산현황 원격모니터링 시스템”, 정보통신연구소 제1집, pp. 77~85, 2001