

합성수지 생산공정의 JIT 생산 시스템 도입에 대한 실증적 연구*

임치환

서원대학교 경영학부

An Empirical Study on JIT Production System's Implementation in a Synthetic Resins Manufacturing Process

Lim, Chee Hwan

School of Business Administration, Seowon University

The basic purpose of the JIT(Just In Time) production system is to increase profits by reducing costs—that is, by completely eliminating waste such as excessive stocks or workforce. To achieve cost reduction, production must promptly and flexibly adapt to changes in market demand without having wasteful slacks. Such an ideal is accomplished by the concept of JIT, producing the necessary items in the necessary quantities at the necessary time. The JIT production system is supported by the following: reduction of setup time, smoothing of production, standardization of jobs, improvement activities, design of machine layout, Kanban system, automation etc. This study examined the present state of the domestic JIT production system and introduced the empirical case of JIT application a small and medium manufacturing company. A synthetic resins manufacturing company applied JIT principles to its processes and achieved the great performance.

Keywords : JIT production system, case study, synthetic resins manufacturing process

1. 서론

오늘날 많은 산업들이 근본적인 변화를 겪고 있다. 이제 기업은 더 이상 동질적인 시장을 위해서 표준화된 제품과 서비스를 만들어내는 데 초점을 맞추지 않는다. 대량생산이라는 낡은 패러다임(paradigm)을 던져 버리고 유연성과 신속한 대응으로 다양성과 고객화를 창조하는 새로운 패러다임인 메스커스터마이제이션(mass

customization) 방식을 추구하고 있다. 이러한 패러다임의 변화로 고객으로부터의 주문량은 작아진 반면 품종의 다양화 및 단납기화로 인해 작업 전환이 빈번해지고 이에 따른 추가 인력의 필요성이 증대되고 있다. 이에 생산자 측에서는 고객의 요구 변화와 시장 흐름의 변화에 맞추어 제품(products), 품질(quality), 원가(cost), 안전(safety), 납기(delivery)를 균형 있게 관리할 수 있는 관리시스템이 필요하게 되었다[1].

* 이 연구는 2002년도 서원대학교 학술연구조성비 지원으로 연구되었음

JIT(Just In Time) 방식은 이러한 시대의 변화과정에서 일본 도요다 자동차공장을 중심으로 생성 발전되어온 생산관리시스템으로서 생산 흐름의 원활화와 공정 및 제품의 지속적 개선을 통한 재공품 재고, 납기 및 생산 준비시간의 감축을 도모하고자 꼭 필요한 물자를, 꼭 필요한 양만큼, 꼭 필요한 장소에서, 꼭 필요한 시간에만 생산하고 유지하려는 생산시스템이다[1,3,4,8,10,11]. 본 연구에서는 합성수지재료를 생산하는 한 중소기업을 대상으로 JIT 생산시스템의 주요 기법들을 적용함으로써 합성수지 생산라인의 공정개선과 생산 효율화 사례를 실증적으로 분석하고자 한다.

2. JIT 시스템 및 국내 현황,

2.1 JIT 시스템

기존의 대량생산방식인 Push형 시스템은 후 공정의 작업능력이나 상황에 관계없이 전 공정에서 작업이 끝나면 후 공정으로 넘겨주는 생산방식으로, 공정간에 작업시간이 균형을 이루지 못할 경우 대기 및 정체 공정이 발생한다. 그러나 다품종 소량생산에서는 빈번한 준비작업(setup time)과 소 로트 생산으로 인하여 작업의 정체 및 대기, 낭비와 불합리한 점들이 발생하는데, 이러한 것들을 제거한 새로운 생산혁신 방식이 바로 JIT이다. JIT는 생산시스템의 낭비요소를 과잉생산, 대기, 운반, 불필요한 생산과정, 불필요한 재고, 불필요한 행동, 불량품의 생산 등 7가지 범주로 분류하고 있다[5,6,9]. 이와 같은 낭비요소들을 제거하게 되면 생산에 필요한 인력, 공간, 재고, 시간과 불량품 등이 최소화 될 것이므로 린생산(Lean Production) 시스템이라고도 한다. JIT 시스템의 운용기법으로는 생산준비시간의 단축, 간판방식, 다능공화, U라인, 라인스톱제, 오토노메이션, 평준화 생산 등이 있다[2,3,4].

2.2 JIT 시스템의 국내 현황

JIT 생산시스템의 토대를 구축하는 과정에서 소집단에 의한 개선제안 활동과 5S, TPM(Total Productive Maintenance) 등은 필수적인 기본사항이다. 국내 기업의 규모측면에서 살펴 볼 때 JIT 생산시스템의 기반 구축 정도는 아직까지 중소기업보다는 대기업 중심으로 보다 적극적으로 이루어지고 있는 실정이다[2]. 현재 JIT 시스템의 전반적인 기반 구축은 소품종 대량생산 체제보다는 다품종 소량생산 체제에서 보다 활발히 이루어지고 있다. 일반적으로 JIT 시스템은 반복생산형태를 보이는 소품종 대량생산 시스템에 보다 적합한 것으로 알려

져 있으나 최근의 시장 여건의 변화에 탄력적으로 대응해 갈 수 있는 방법을 찾아야만 하는 국내 제조업의 경우 대부분 다품종 소량생산 형태로 전환되고 있는 가운데 생산의 탄력성과 융통성 확보를 통한 경쟁력 강화를 모색하기 위해 도입된 JIT 시스템을 자사의 상황에 알맞게 창조적으로 변형시켜가고 있는 상황이다.

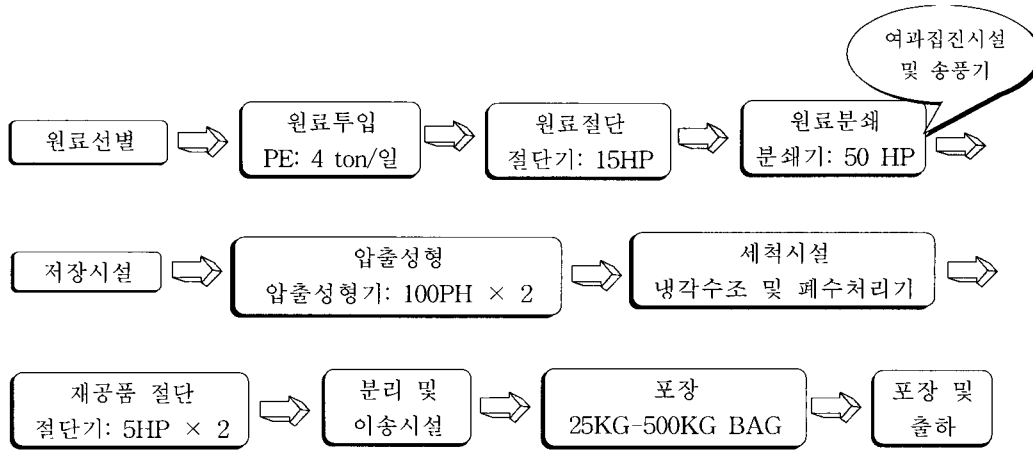
3. 합성수지재료 생산기업의 공정현황 및 문제

3.1 합성수지재료 생산기업의 현황

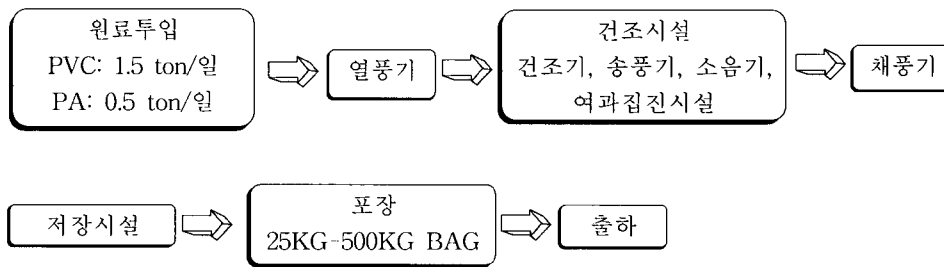
사례회사인 P사는 합성수지 제품제조용 원료 및 재료(PE, PVC, PASTE, PC, PP 등)를 가공하거나 폐 합성수지재료를 분쇄한 후 압출 성형을 통해 재생 처리한 제품을 만드는 회사이다. 생산되는 제품 중에서 PE(polyethylene)는 반투명한 흰 알갱이 형태의 재료로써, PE 계열의 LD, LLD는 필름(비닐) 재료로 HD는 음료수병 재료로 압출 방식으로 생산을 하며, PMMA는 불투명 아크릴 재료로 EVA는 신발의 밑창 재료이고, PP는 막걸리통 재료로 이용된다. PVC(polyvinyl chloride)는 파이프나 견고한 고무장갑 제조에 필요한 원료가 된다. 그리고 PC(polycarbonate)는 요즘 고속화 도로 주변에 이용되는 방음벽의 원료로서 단단하고 견고한 특성이 있으며, PA(paste)는 장판이나 실크벽지 코팅에 이용되는 재료이다. 그동안 이 회사는 IMF의 여파로 인해 원재료비 상승, 임금인상, 관련비용 증대로 인해 많은 어려움을 겪었으며, 공정별 실적 파악의 어려움, 투명한 입출고 관리의 부재, 자재투입 및 수출 판정의 어려움, 업무간의 비효율적인 연계 및 낭비, 생산공정의 재해 발생 가능성 등으로 인해 기업 운영 측면에서 많은 비효율성을 겪고 있었다. 그러나 최근 생산공정개선과 품질향상을 위한 노력에 힘입어 점차 기업의 경쟁력을 확보해 나가고 있다.

3.2 합성수지 생산공정의 문제

P사는 합성수지 제품제조용 재료들을 생산하는 회사로써 제품 수는 다양하고, 생산량은 제품별로 상이하다. 생산공정 중에서 생산량이 비교적 많고 인건비 비중이 높은 PE와 PVC/PA 공정의 개요는 <그림 1>과 <그림 2>와 같다. 이 회사의 생산공정들을 2개월 동안 관찰하고 분석한 결과 <표 1>과 같은 전반적인 문제점이 파악되었다. 특히 이 회사는 일정하지 않은 제품별 원재료의 수주로 인해 계획 관리의 어려움이 있었으며, 원재료 투입 및 처리과정의 수작업이 많아서 재해가능성이 높은 것으로 파악되었다. 한편 생산량의 증대로 인해서 생



<그림 1> PE 제품 생산 공정도(PE: 4.0ton/일)



<그림 2> PVC 및 PA 제품 생산 공정도(PVC: 1.5ton/일, PA: 0.5ton/일)

<표 1> 합성수지 생산공정 관리현황 및 전반적인 문제점

생산공정의 문제들	실제 현황 및 분석결과
생산계획의 비일관성	· 경험자에 의한 생산계획의 수립으로 경험자 부재시 계획생산이 불가능 · 공정에 걸리는 일일 부하를 예측하기 어려움
투명한 입출고 및 재고관리의 부재	· 불투명한 수주로 인해서 정확한 관리가 어려움 · 제품별 일정량의 재고 유지 가능성은 있지만 정확한 관리가 요구됨
자재투입 및 수율 관정의 어려움	· 자재입고량, 자재주문일, 현장투입량의 정확한 추적이 어렵고 부정확함 · 실적파악, 완제품의 출고파악이 부정확하거나 지체되어 수율 계산이 곤란함
정확한 공정별 실적 파악의 어려움	· 관리자의 관심사이지만 부정확한 실적 파악으로 부정확한 데이터를 그대로 믿는 타성이 있음
생산공정에서 발생하는 재해 가능성	· 많은 근로자들이 원료 투입부분(원료 절단 및 분쇄)에서 작업하는데 재해 발생 가능성에 노출되어 재해 감소 및 방지 방안이 요구됨
낭비와 현장개선의 필요성	· 현장을 둘러싼 갖가지 불합리, 불균일, 불필요한 낭비들을 없애고 개선하는 노력이 요구됨
컴퓨터에 대한 인식 및 활용의 필요성	· 향후 방향이 컴퓨터 중심의 관리 및 생산임을 주지시키고, 컴퓨터에 대한 지식 및 마인드 조성이 요구됨

산성이 떨어지고 효율이 저하되어 제조라인 중 일부를 자동화할 필요가 있으며, 원재료와 생산품이 생산 공장 전체부지의 반 이상을 차지하고 있는 실정이었다. 이를 해결하기 위해 1년여에 걸쳐 JIT 시스템이 도입되었다.

4. JIT 시스템의 도입

4.1 JIT 시스템을 활용한 공정개선

P사의 생산형태는 같은 제품이 되풀이되어 수주되는 계속수주형태를 띠며 일부 개별수주방식도 해당된다. 생산방식은 전용설비의 연속생산과 수주마다의 개별생산의 중간 형태로써 노동집약적 생산과 설비중심의 중간 성격을 가진다. 따라서 개별수주방식과 계속생산방식의 장점 및 단점을 보완하면서 복합적인 생산체계를 구축하는 것이 요구된다. <표 1>에 나타난 것처럼 합성수지 생산공정의 문제점들을 해결하고 생산공정의 생산성을 높이기 위해서는 정확한 생산계획의 수립과 엄격한 생산 통제 및 관리가 뒷받침되어야 하며, 더 나아가 현장의 관리개선 및 혁신이 추진될 필요가 있었다.

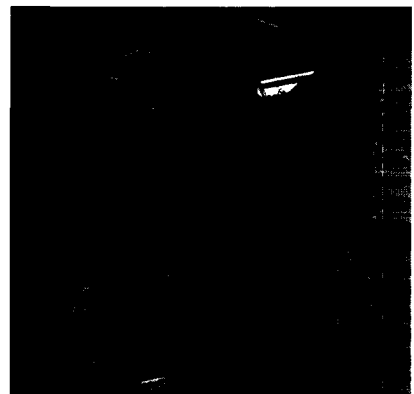
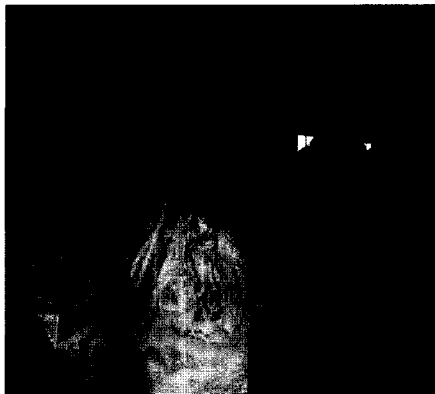
4.1.1 업무혁신과 공정개선 전략 수립 및 내용

합성수지 생산공정의 문제점들을 해결하기 위해서 생산계획의 수립과 생산통제 및 관리, 그리고 현장개선 등 3가지를 중심 축으로 하는 업무혁신과 공정개선을 추진하였다. 첫째, 생산계획이란 기업이 생산활동을 수행함에 있어서 그 목적을 달성하기 위한 사고활동이라고 할 수 있다. 그러나 P사의 경우 지금까지는 공정에 필요한 원재료의 공급이 간헐적으로 이루어지고 정확한 예측이 어려워 생산계획 자체가 어려웠고 또한 계획수립을 하더라도 경험자의 주관적 판단에 의존하는 실정

이었다. 따라서 효율적인 생산공정의 운영을 위해서는 무엇보다도 안정적인 지속적인 원재료의 공급이 보장 되도록 총력을 기울여야 할 필요가 있었다. 이것은 JIT 시스템의 특징인 납품업체와의 협력적인 관계를 형성하여 지속적으로 유대를 강화하는 것과 일맥 상통한다. 이를 효과적으로 하기 위해서는 원재료 공급처의 상황, 원재료 조달방법의 다양화, 안정적인 받주기간, 자가조달의 비율 등을 종합적으로 관리하기 위한 원재료 공급에 관련된 시트를 만들어 전략적 측면에서 체계적인 관리를 수행하도록 하였다.

둘째, 생산통제란 생산계획에서 결정된 방침에 따라서 일일 생산활동을 관리해 가는 것이다. 보다 효율적인 생산통제 및 관리체계를 구성하기 위해서 먼저 과거 3년간의 생산실적 개요를 조사하여 생산관리상의 특색이나 성격을 파악하고 관리상의 문제점을 검토하였다. 그리고 월별 품종별 생산량과 금액, 생산계획과 실적의 비교, 월별 작업인원의 변화, 부분별 1인당 생산량의 변화, 품종별 공정별 불량률, 공정상의 트러블 사항 등을 조사 분석하여 효율적인 생산전략 수립의 기초자료로 활용할 수 있는 토대를 마련할 필요가 있었다. 생산 통제 및 관리 방식을 개선하기 위해서 우선 생산 계획표가 각 생산현장에 어떤 형식과 방법으로 지시되고 있는가를 조사하고, 그 다음으로 작업진도의 관리나 제조 공정중의 현품 관리에 대해서 조사하였다. 지금까지의 입출고 및 재고관리는 생산부장 1인 중심의 경험적 관리에 토대를 두었기 때문에, 이를 개선하여 시각적 관리(Visual Control)가 가능하도록 하기 위해 모든 입출고 자료를 객관적으로 볼 수 있도록 하였다.

품목별로 매일 작업일지를 작성하여 작업명, 생산시간, 정제시간, 정제내용, 투입인원, 입출고 내용과 재고현황, 생산현황, 입출고 예정 및 익일 작업예정 등의 정보를 포함하도록 하였다. 이러한 작업일지를 토대로 주간별, 월별 자료를 종합적으로 작성하도록 하였다. 더



<그림 3> P사의 기계고장 및 불량품제작으로 인한 낭비와 재고 낭비의 예

나아가 여력관리와 생산 실적의 기록정리방법이나 그 이용방법에 대한 생산실적 자료관리에 대해서 검토하였으나 공정별 작업별 실적과약이 이루어지지 않고 있었다. 그래서 작업일지에 근무인원 편성에 대한 자료를 추가하고 각 작업자별 성과를 고려하도록 하였다. 예를 들

이에 따라 이차적으로 과생하는 여러 가지 낭비를 말한다. 우리는 낭비를 없애려고 애쓰고 있으나 막상 낭비 퇴치를 하려고 해도 그 낭비를 어떻게 고쳐나가야 할지 모를 때가 있다. 그럴 경우 낭비의 구체적 현상의 하나를 들어 “이것을 아주 없애 버릴 수는 없을까”라는 측면



<그림 4> 무질서한 원재료 재고 및 잘 정리된 재고상황과 생산현장의 공구보관

어 작업일지에 각 개인별 작업내용, 작업시간, 작업성과 등의 정보가 포함되었다. 또한 제품이 완성된 후 포장지에 작업자 이름, 생산일자 등을 기록하게 함으로서 작업자들에게 생산에 대한 책임을 부여할 수 있도록 하였다.

셋째, 현장개선을 위해서는 체계적이고 구조화된 방법론이 요구된다. 일반적으로 제조 현장의 커다란 관리 항목은 품질, 량, 비용, 납기, 안전 등이다. 이 중 하나라도 결여되면 좋은 직장, 좋은 현장이라고 할 수 없으며, 현장의 관리자는 이들 전부에 신경을 써야 한다. 현장의 개선이란 고쳐서 좋아지게 하는 것을 뜻하므로 공장의 불량품을 줄이는 것도 개선이고, 또 품질을 향상시키거나 능률이나 수율을 향상시키는 것도 개선이다. 낭비 제거, 재해예방, 재고감소, 그리고 공정흐름의 단순화 등의 JIT 개념을 활용하여 합성수지 생산공정의 개선이 이루어졌다.

4.1.2 레스 엔지니어링(Less Engineering)의 도입

P사의 현장개선 노력을 전개하기 위해서 공장전체에 걸친 작업의 흐름을 파악하고 생산관리의 중점이 어디에 있는가를 파악함과 동시에 설비의 배치나 운반방식의 개선, 공정절차와 흐름작업의 편성, 에로공정의 파악과 기준일정표 등의 기초를 마련하기 위하여 분석을 실시하였다 또한 생산공정에서 낭비요인을 파악하여 철저히 낭비를 제거하는 활동을 추진하고자 하였다. <그림 3>은 기계고장, 불량품제작, 재고 낭비의 예를 보여준다. 공장에서 볼 수 있는 낭비에는 작업낭비와 물품낭비가 있다. 작업낭비에는 동작낭비, 노는 낭비, 대기낭비 등 작업을 제아무리 많이 하더라도 제품가치가 오르지 않은 작업 또는 동작을 말하며, 물품낭비란 재고낭비, 가공낭비, 불량품 등 지금 당장 필요로 하지 않는 물품과

에서 모든 것을 관찰하면 의외로 많은 낭비들을 발견할 수 있는데, 낭비를 철저히 없애는 공리를 하는 것을 레스 엔지니어링이라 할 수 있다. 이것은 개선의 4원칙(배제, 결합, 교환, 간소화) 가운데 가장 효과적이라고 하는 배제에 주안점을 두고, 최종적으로 간소화하는 것을 지향한다.

생산공정에 적용된 레스 엔지니어링의 유형은 다음과 같다. 첫째는 Walk less engineering으로 현장에서 사람이 걷고 있거나 물건을 나르는 경우 이러한 보행 낭비를 없애는 것이다. 공장의 설비배치나 방법을 바꿈으로써 걷는 낭비를 없애는 것이 Walk less이다. 둘째는 Search less engineering으로 물건을 찾아 헤매는 낭비를 발견하려는 것이다. 이것은 거의 정리, 정돈의 불량에서 생기는 것으로 JIT 기법의 하나인 3정 5S와 연관되며, 예컨대 준비작업을 개선하려고 할 때에 중요한 고려사항이다. 여기서 3정은 일정한 양, 일정한 용기, 일정한 장소를, 5S란 정리(Seiri), 정돈(Seiton), 청소(Seiso), 청결(Seiketsu), 생활화(Shitsuke)를 말한다[7]. <그림 4>는 개선 전의 무질서한 원재료 재고 상황 및 개선 후의 정리된 재고상황과 생산현장의 공구보관 모습을 보여준다.

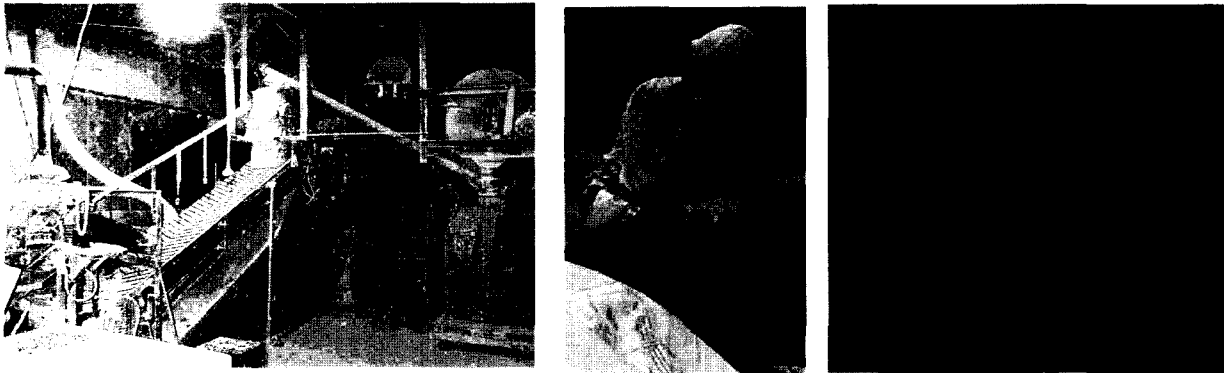
4.1.3 절단·분쇄 작업의 변경 및 공정개선

<그림 1>과 <그림 2>의 제품생산공정도에서 보는 바와 같이 근로자들의 작업내용은 원료투입 및 절단·분쇄작업과 포장 및 출하작업에 집중되어 있다. 특히 근로자들의 참여비중이 높은 원료투입 및 절단·분쇄작업은 2대의 절단기와 2대의 분쇄기에서 주로 이루어지고 있으며 재해가 발생할 가능성이 있었다. 더욱이 근로자들은 원료투입이 용이하도록 원재료를 선별하거나 분류

하는 단순 수작업이 많은 실정이며, 불명확한 작업과 작업들간의 비효율적인 연계 및 만족감 저하 등의 문제로 재해 발생 가능성은 더욱 높았다. 따라서 합성수지 생산 공정의 재해나 사고가 발생하기 이전에 주위환경의 물리적 위험과 인간의 불안정한 행동을 제거하여 사고와 부상을 예방하고 재해를 방지하는 노력이 필요하였다.

현재의 생산공정에서 일어날 수 있는 안전사고의 원인들은 다음과 같이 분석되었다. 먼저 인적 요인으로는

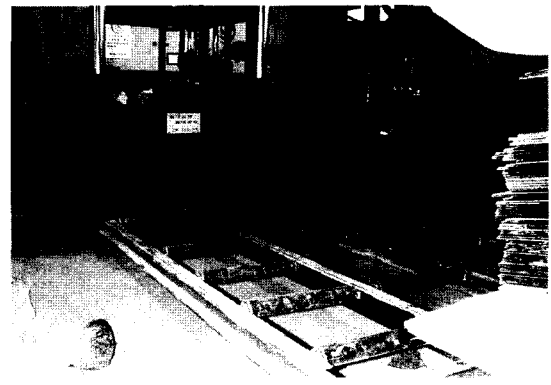
작업방법의 잘못(공동작업시 협동이 잘못되거나 운반작업이 불량한 것), 부적당한 근로자 배치(무적격자, 무경험자의 배치), 근로조건(장시간 노동이 잦거나 휴식이 불충분한 것), 안전교육(안전기준이나 의식이 부족한 것) 등을 들 수 있다. 이를 해결하기 위해서 작업자들이 기피하는 작업(예를 들면 PVC/PA 건조 작업)은 상호 교대로 작업 순환을 하도록 하고 상대적으로 다른 작업에 비해 인센티브를 제공하도록 함으로써 작업자들의 불만



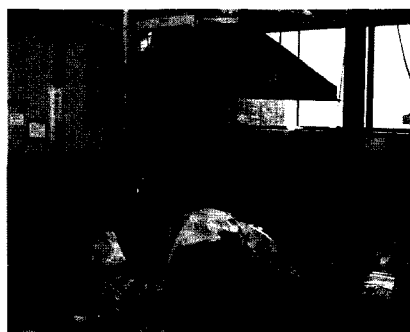
<그림 5> PVC/PA 건조작업장과 보호장비 착용 및 착용알림판



<그림 6> 절단기(15HP)모습



<그림 7> 재료가이드 설치 모습

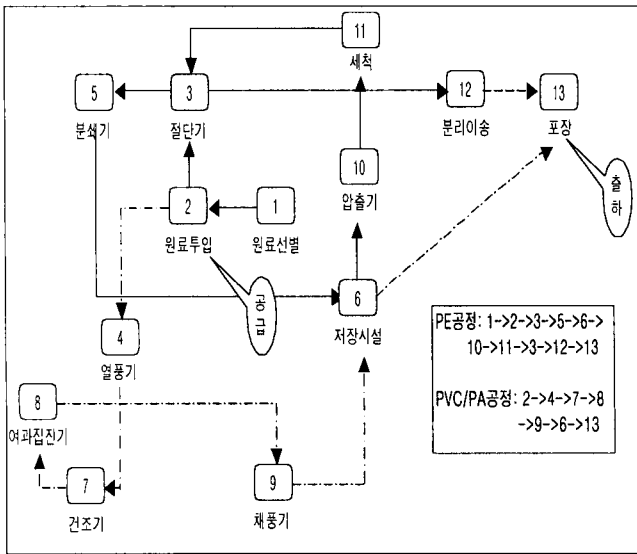


<그림 8> 분쇄기와 분쇄작업 보호장비착용 및 착용알림판

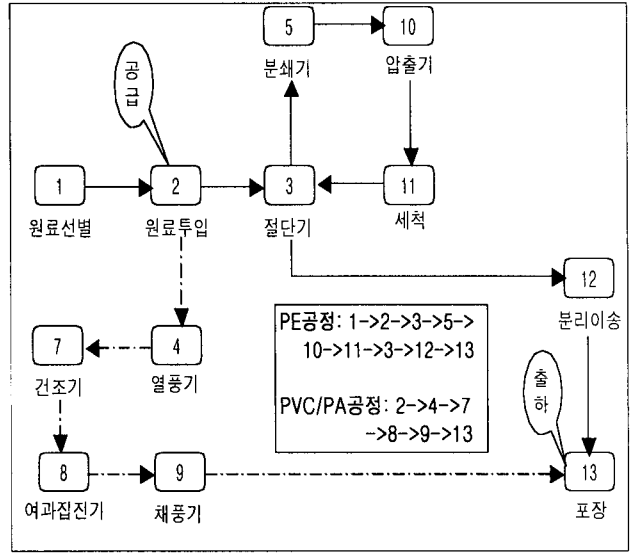
을 줄이도록 하였다. 한편 <그림 5>와 같이 재해 예방을 위해서 철저한 보호 장비 착용을 교육하고 의무화하도록 하였다. 물적 요인으로는 기계설비(기계 배치의 문제, 동력전달 장치에 방호장치의 부재, 작업점에 안전장치의 부재, 동력차단장치의 차단장치 부재), 작업장(작업면적의 협소함, 통로 및 배치의 부적절함), 작업환경(환기, 채광, 분진과 소음, 진동), 공구류 및 보호구(불량공구 및 보호구의 불량 및 부족) 등에 있는 것으로 파악되었으며 이를 해결하기 위한 노력을 기울였다.

먼저 생산공정의 작업들 중에서 위험성이 가장 큰 절단기와 분쇄기를 중심으로 작업 안전성을 높이는 방

한편 생산공정에서는 커다란 원재료를 적당한 크기로 절단한 후 이를 압출 성형하기 좋도록 분쇄기(pulverizing machine)를 이용하는 분쇄공정이 있다. 분쇄기는 1층에서 원재료를 투입하도록 되어 있고 지하에 기계가 놓여져 있다. 그런데 분쇄기 재료 투입부분의 입구가 상당히 크고 원재료가 잘 들어가도록 매끄럽게 되어 있어서 자칫 미끄러질 위험이 있었다. 또한 작업자들은 생산 효율을 높이기 위해서 분쇄 작업을 할 때 서서 투입구에 재료를 밀어 넣는 경우가 종종 있는데, 자칫 잘못해서 미끄러지면 큰 재해로 이어질 수 있었다. 따라서 <그림 8>의 왼쪽 그림과 같이 앉아서 작업을 하도록 하



<그림 9> 도입전의 설비배치



<그림 10> 도입후의 설비배치

향으로 절단·분쇄 공정을 개선하였다. 합성수지 원재료를 가공하기 전에 적당한 크기로 재료를 절단하거나 분쇄하는 작업을 용이하게 하기 위해서 <그림 6>과 같은 절단기(shearing machine)를 주로 사용한다. 일반적으로 PC와 같이 폭이 큰 재료를 가공하는 경우 한 사람이 작업하기에는 무겁거나 취급하기 힘들기 때문에 2인이 작업을 해야한다. 이런 경우 상대방과 정확한 신호전달이 되지 않으면 한 사람이 작업하는데 비해 더욱 더 위험하다. 즉 두 사람이 작업을 하는 경우 두 작업자 중 한 사람은 재료를 정렬하거나 고정시키고 있고, 다른 한사람이 스위치를 작동하게 되는데 서로의 의사가 정확하게 전달되지 못하는 경우 사고로 이어질 확률이 매우 크다. 이러한 문제를 해결하고 많은 양을 한 번에 절단하여 생산성을 높이기 위해서 <그림 7>과 같이 절단기 재료 투입부분에 재료 가이드를 설치하였다. 이것을 통해서 1인 작업으로 공수절감을 기대할 수 있었으며, 작업자 손이 블레이드로부터 일정 거리를 두고 작업할 수 있게 됨으로써 사고 예방에 크게 기여할 수 있었다.

고 투입구의 재료를 밀어 넣을 때 신체를 활용하지 않고 반드시 투입 도구를 사용하도록 하였다. 또한 투입구 바깥에 보호대를 부착하여 일차적으로 투입구에 신체가 들어가는 것을 방지하도록 하였다.

4.1.4 설비의 재배치를 통한 공정흐름의 단순화

아울러 기존의 합성수지 생산공정의 설비배치형태를 변경하여 이동거리를 최소화하고, 재공품 재고를 줄이기 위해 저장시설을 없애고 바로 다음 공정으로 이동하도록 하였다. 또한 작업준비시간을 감소시키기 위하여 제품중심의 공정 형태로 재배치하였다. <그림 9>는 JIT 시스템 도입전의 설비배치를 <그림 10>은 도입후의 설비배치를 보여준다.

4.1.5 생산공정의 자동화를 위한 분석 및 구현 기술

합성수지 생산공정의 자동화를 통해서 제조원가를

절감하고 작업준비시간을 단축시킬 수 있으며, 기존에 수 작업에 의존함으로써 발생했던 작업자들의 재해를 줄일 수 있다. 또한 자동화를 모색하는 과정에서 생산공정의 프로세스 분석과 자동화 실현 기술을 축적함으로써 추후 생산 확장 시 필요한 노하우를 확보 할 수 있다. 다종 다양한 제품을 생산하는 기업에서 어느 제품을 대상으로 자동화를 적용해야 할 것인가의 문제를 결정하기 위해서는 제품의 장래성, 생산규모, 자동화에 의한 효과 등에 착안점을 두어 결정해야 한다. P사의 경우 주 생산품은 PA, PVC, PC, PP, PE계열, PMMA 등이다. 이 중에서 생산량이 많고 향후 수요증가가 예상되면서, 인건비 비중이 높은 제품은 PE, PC 등이다. 자동화 대상을 선정하기 위해 각 생산 공정을 프로세스별로 나누어 접근하였다. 각 프로세스별로 자동화가 가능한 부분을 선정하여 몇 개의 계획안을 마련한 후 분석과 평가를 거쳐 대상을 선정하였으며, 대상은 PE 제조라인의 경우 다수의 작업자를 필요로 하는 원료 선별과정과 투입과정, 그리고 안전과 주의력이 요구되는 PC 원료 세척 및 절단과정과 분쇄과정이었다.

다수의 작업자들은 PE원료를 선별하는 작업에 투입되는데, PE 원료의 선별과정을 자동화하기 위해서는 정밀한 센서기술 및 선별을 위한 분리기술 등 현실적으로 기술상 제약이 있다고 판단되었다. PC 제조라인의 원료 절단 과정을 자동화하기 위한 방안과 기술개발을 위해서 사장 및 임원들과 수 차례 아이디어 도출과 논의가 이루어졌다. 그 결과 원료를 자동으로 절단기에 투입되도록 하고 블레이드가 분당 수십 회 반복 이동하여 절단하는 기계와 운송 장치를 고안하게 되었다. 작업자가 원료를 운송 장치에 올리면 원료가 자동절단기로 자동 투입되고 잘린 후에는 원료 보관 장소로 적재되도록 하는 것이다. 자동절단기는 유압방식(hydraulic shearing)으로 고도의 이중 안전장치를 갖추도록 하며, 상하 연속 동작이 가능하고 누구나 간편하게 사용할 수 있어야 한다. 원재료를 적당한 크기로 절단한 후에는 이를 압출

성형하기 좋도록 분쇄기에 넣어서 분쇄하는 공정이 필요하다. 장기적으로는 절단기로부터 작게 잘라진 재료들이 분쇄기로 자동 투입되도록 하는 자동 이송장치를 고안해야 될 필요가 있었다. 마치 철판 형태의 모습을 지닌 PC 원재료의 세척과정은 단순 반복적인 수작업으로 이루어지고 있고 기술적인 제약이 그리 크지 않아서 세척 자동화 장치를 고안하게 되었다. 원리는 PC 원재료가 투입되면 자동이송장치를 통해 코팅막을 제거하기 위한 장치를 통과하고 나서 원재료 양면의 불순물을 닦기 위한 장치를 통과하도록 되어 있다. 이러한 자동화 문제들은 투자 대비 수익률과 연관되므로 더욱 정확한 철저한 경제성 분석이 뒤따라야 할 것이다.

4.1.6 원재료 및 생산품의 재고관리시스템 개발

JIT시스템의 기본 철학은 부가가치 증대에 기여하지 않는 모든 것은 낭비이며, 이 낭비를 제거하는 것이다. 이러한 측면에서 재고는 낭비이며 더 나아가서 악의 근원이 된다. 예를 들어 재고가 쌓이면 원자재의 불량, 시설 및 장비의 불량, 작업자의 부주의, 생산 능력의 불균형 등의 문제들이 은폐되기 때문이다. 따라서 재고를 시각적으로 관리하고 줄일 수 있는 노력이 필요하다. 생산현장의 재고과다를 예방하고 비용-효율적인 방법으로 재고관리를 하기 위하여 ABC 분석을 수행하고 보다 체계적인 관리를 위하여 재고관리시스템을 개발하였다. ABC 분석을 수행한 후 서너 개 품목이 전체 재고 가치의 많은 부분을 차지하고 있었다. A등급으로 분류된 품목은 PVC, PP, LD계열이었다. 따라서 이들 품목에 대해서는 정확한 재고수준 점검, 지속적인 검토와 평가가 필요하였다.

재고관리시스템을 구축하기 위하여 재고의 두 축으로 원재료와 완제품 중심으로 나누고, 재고관련 자료를 보다 쉽게 파악하고 관리할 수 있도록 설계하였고, <표 2>에서 제시된 항목들을 각 모듈에 포함시켰다. 거래처

<표 2> 재고관리시스템에서 각 모듈에 포함되는 세부 항목들

모듈	포함된 세부 내용들
거래처관리	거래처구분, 거래처구분명, 거래처명, 대표자, 담당자, 전화번호, 팩스번호, 핸드폰, 주소, 비고
사용자관리	사업자번호, 상호, 대표자, 주소, 업태, 종목, 전화번호, 팩스번호, 핸드폰번호, 호출기번호, 담당, 홈페이지
생산작업정보	날짜, 작업명, 생산시간, 근무시간, 정체시간, 정체내용, 익일작업예정
투입자원정보	날짜, 투입인원, 전력사용, 경유사용 비고
재고현황정보	PASTE, PVC, PC, P.P, PE, PMMA의 총재고, 미완성품, 제품(정상), 제품(불량), 재생품, 분쇄품, 입고, 출고, 잔고, 비고
입·출고 관련정보	입·출고 내용, 입·출고 예정

The screenshot shows a software interface for production management. At the top, there are various icons for different materials and processes: 사출기, 번호, 거러치, 작업, 자원, PASTE, PVC, PC, P.P, PE, PMMA, IO내출, IO예정, and 도움말. Below this is a main window titled '태용환경(주) - 생산작업정보' (Taeyoung Environment Co., Ltd. - Production Job Information). The main window contains a table with columns: 날짜 (Date), 작업명 (Job Name), 생산시간 (Production Time), 근무시간 (Working Time), 정제시간 (Refining Time), 정제내용 (Refining Content), and 익일작업예정 (Next Day Job Expected). The table lists jobs from 01-04-09 to 01-04-19. Below the table is a detailed form for a selected job, showing fields for date, job name, production/working/refining times, refining content, and next day job expected. It also includes a list of materials and their weights: PC 분쇄-정품(Kg), PC 분쇄-불량(Kg), PC 분쇄-분말(Kg), PA/PV 건조-A(Kg), PA/PV 건조-B(Kg), PE 분쇄(Kg), 입출(Kg), and PMMA 분쇄(Kg). On the right side of the form, there are checkboxes for '추가(D)', '수정(E)', '차질(B)', '취소(C)', '삭제(D)', '일기(I)', and '종료(X)'. At the bottom of the form, it says '총 10개 중에서 5번째 레코드' (Record 5 out of 10 total).

<그림 11> 재고관리시스템의 생산작업정보 화면

<표 3> 공정개선의 월 절감내역

개선 항목	절감 내역	월 절감액
설비재배치 (작업준비시간 절감)	PE: 0.5시간/톤 × 4톤/일 = 2시간/일 2시간/일 × 8,000원/시간 = 16,000원/일 PVC/PA: 0.2시간/톤 × 2톤/일 = 0.4시간/일 0.4시간/일 × 8,000원/시간 = 3,200원/일	PE: 16,000원/일 × 96톤/월 = 1,536,000원/월 PVC/PA: 3,200원/일 × 48톤/월 = 153,600원/월
공수 절감 (낭비 제거)	<u>Shearing</u> 공정 공수 절감 PC: 0.27시간/톤 × 3톤 = 0.81시간/일 0.81시간/일 × 8,000원/시간 = 6,480원/일 PE: 0.35시간/톤 × 4톤 = 1.4시간/일 1.4시간/일 × 8,000원/시간 = 11,200원/일 <u>Pulverizing</u> 공정 공수 추가 PC: 0.08시간/톤 × 3톤 = 0.24시간/일 0.24시간/일 × -8,000원/시간 = -1,920원/일 PE: 0.11시간/톤 × 4톤 = 0.44시간/일 0.44시간/일 × -8,000원/시간 = -3,520원/일	<u>Shearing</u> 공정 PC: 6,480원/일 × 72톤/월 = 466,560원/월 PE: 11,200원/일 × 96톤 = 1,075,200원/월 <u>Pulverizing</u> 공정 PC: -1,920원/일 × 72톤/월 = -138,240원/월 PE: 3,520원/일 × 96톤 = -337,920원/월
자재 절감 (불량감소 및 재고 관리)	PE: 96톤/월 × 5% = 4.8톤/월 PVC: 36톤/월 × 4% = 1.44톤/월 PA: 12톤/월 × 4% = 0.48톤/월 PC: 72톤/월 × 4% = 2.88톤/월	PE: 4.8톤/월 × 250,000원 = 1,200,000원/월 PVC: 1.44톤/월 × 200,000원 = 288,000원/월 PA: 0.48톤/월 × 300,000원 = 144,000원/월 PC: 2.88톤/월 × 400,000원 = 1,152,000원/월
	월간 절감액(합계)	5,539,200원/월

관리 및 사용자관리는 기초정보관리에서 담당하고, 작업 관련정보에서는 일별 생산작업정보와 투입된 자원정보를 포함하고 있다. 재고현황정보에서는 PASTE, PVC, PC, P.P, PE, PMMA 등의 원재료와 생산품 재고현황을 포함한다. 한편 입·출고관련정보에서는 입·출고 내용과 입·출고 예정에 대한 내용을 다룬다. 개발 도구는 마이크로소프트사의 비주얼베이직6.0을 활용하였고, 데이터베이스관리시스템은 마이크로소프트사의 액세스를 이용하였다. 한 예로 <그림 11>은 <표 2>의 모듈 중에서 작업관련정보 중의 하나인 생산작업정보 모듈의 화면을 보여준다. 매일 매일의 생산정보는 생산작업정보 데이터베이스 파일에 저장되며, 생산작업정보 화면에서 수정 편집이 가능하다. 이러한 재고관리시스템은 GUI 환경에서 작업할 수 있도록 설계되었으며, 사용편의성(usability)을 고려하여 구축되었다.

4.2 JIT 시스템을 활용한 공정개선의 경제적 효과

설비재배치와 공수 절감, 자재 절감 등을 통해 공정을 개선한 경제적 효과를 분석하면 <표 3>과 같이 추정되며, 연간으로 환산하면 약 66,470,000원 정도의 개선 효과가 있었던 것으로 나타났다. 이외에도 파악되지 않은 다른 효과들(재해예방, 효율적 업무관리, 작업만족 향상 등)을 고려하면 더 많은 무형의 효과를 기대할 수 있었다.

5. 결론

본 연구에서는 합성수지 재료를 생산하는 기업을 대상으로 생산공정의 문제점을 파악하고, JIT 시스템의 개념을 활용, 주요 기법들을 생산라인별 공정에 적용하고 그 결과를 검토하였다. 합성수지 생산공정의 문제점들을 해결하기 위해서 생산계획의 수립과 생산통제 및 관리, 현장개선 등 3가지 중심 축으로 하는 공정개선을 추진하였다. 공정개선을 위한 구체적인 내용으로는 낭비 요소의 제거를 위한 레스 엔지니어링의 적용, 3정 및 5S 실시, 재해예방을 위한 작업의 변경 및 개선, 그리고 설비의 재배치를 통한 공정단순화 등이 추진되었다. 또한 생산효율성 제고측면에서 제조라인 중 부분적으로 자동화가 가능한 공정을 분석하여 부분 자동화(Low Cost utomation) 대상을 선정하고 자동화 구현방법을 모색하였다. 그리고 원재료와 완제품의 효율적인 재고관리를 위한 재고관리시스템을 구축하였으며, 생산공정에 JIT 시스템 도입 후 공정개선의 경제적 효과를 분석하였다.

당초 합성수지 생산공정에 JIT 시스템을 도입할 때 <표 1>과 같은 생산공정상의 문제점들과 작업자들과의

의사소통 부재 및 이해부족으로 인해 많은 어려움이 있었으나, 업무혁신과 공정개선을 위한 체계적인 전략 수립 후 지속적인 노력으로 재해예방, 설비 재배치로 인한 공정단순화 및 이동거리의 최소화, 불필요한 재고 감소 및 낭비의 최소화를 도모함으로써 원가절감과 생산성 향상을 가져올 수 있었다. 본 사례는 유사한 업종을 비롯하여 모든 업종의 기업에서 참고할 만한 가치가 충분히 있으며, 우리나라의 제조 현실에서 JIT 생산시스템을 보다 잘 적용하고 활용할 수 있는 새로운 방법 개발에 기여하는 바가 클 것으로 사료된다. 특히 국내 기업의 규모측면에서 살펴 볼 때 JIT 생산시스템이 아직까지는 중소기업보다는 대기업 중심으로 도입 활용되고 있는 실정이다. 대기업뿐만 아니라 많은 중소기업들도 변화하는 패러다임에 적극적으로 대응하기 위해서 JIT 시스템의 도입 및 고려가 필요한 상황에서 본 연구의 의의가 있다고 본다.

참고문헌

- [1] 권병우, 이동형, 김진수, 임준목, "제조업체에 있어서 JIT 개념을 활용한 공정개선 사례연구", 산업경영 시스템학회지, 23(55): 43-50, 2000.
- [2] 구일섭, 신현표, "JIT 시스템도입과 생산목표 실현에 대한 실증분석연구", 산업경영시스템학회지, 20(42): 131-141, 1997.
- [3] 김태문, *저스트 인 타임의 실체*, 한국공업표준협회, 1993.
- [4] 김희탁외 7인공저, *생산관리*, pp.497-542, 1999.
- [5] 백대균, *JIT 추진 매뉴얼*, 기전연구소, 1995.
- [6] 장대성, Marc J. Schniederjans, 홍석기, "서비스시스템에 JIT의 적용: 올드 컨추리 부폐식당 사례연구", 한국생산관리학회지, 7(1): 203-232, 1996.
- [7] 한국TPM컨설팅, *5S*, (주)한국TPM컨설팅, 1995.
- [8] 현영석 역, Womack et al. 공저, *생산방식의 혁명*, 기아경제연구소, 1994.
- [9] Cheng T. C. E., Musaphir H., "Some implementation experiences with just in time manufacturing", *Production Planning & Control*, 4(2), 1993.
- [10] Schniederjans Marc J., *Topics in Just in Time Management*, Allyn and Bacon, 1993.
- [11] Yasuhiro Monden, *Toyota Production System*, 1983.