

흐름生産과 少人化의 實現을 위한 JIT下位시스템의 運營 - A Study on Realization of Continuous Flow Production and Flexible Workforce Using JIT Subsystem -

丘 一夔*
申 鉉杓**

ABSTRACT

We have been recognize the adaptation of JIT(Just-in-Time) production system is necessary to improve the constitution of enterprises. But this system is not settled in our industrial environment owing to misunderstanding of JIT concepts and lack of participation all members of the oranization. This paper deals with systematic application of the JIT subsystems such as U-form layout, flexible workforces with multi-functional skilled workers and adjustment of standard operations procedures. And a successful productivity improvement case study of a small and medium sized industry was dealt.

I 序論

과거 대량소비시장에 대응하던 生産者主導의 대량생산시대에서 다양해져가고 있는 소비자의 욕구와 제품 및 技術革新에 따른 상품수명의 短命化 등으로 顧客主導의 變品種 限定量生産時代로의 심각한 변화의 물결을 맞이하고 있는 오늘날의 산업계에서 절대적으로 요청되어지고 있는 것은 강인한 기업체질 기반을 구축하는 것이다. 工場自動化,FMS 및 Robotics 등의 경쟁적도입으로 國際競爭力 確保에 심혈을 기울이고 있는 구미의 선진국과의 치열한 貿易競爭에 대처하기 위한 국내기업의 바람직한 방향의 설정이 어느때보다도 요구되어지고 있는 가운데 오늘날 다수의 日本企業이 막강한 국제경쟁력을 보유할 수 있게된 배경이 自動化의 도입에 의한 效果보다는 JIT(Just-in-Time)시스템과 같은 經營管理과 製造管理의 합리화를 통해 비롯되었다는 사실은 우리기업에게 시사하는 바가 크다고 하겠다.

본 稿에서는 小集團에 의한 개선활동을 기반으로 JIT 生産과 자동화의 2대支柱에 의해 낭비의 철저한 제거를 모색하는 JIT시스템의 제 개념중에서 흐름生産의 實現 및 단력적인 작업자 수의 조정운영을 위해 요구되어지는 적절한 기제 Layout의 설계와 多能工化, 標準作業組合의 유효한 활용에 의해 생산성향상 및 강인한 企業體質 構築 기반확립이 가능하다고 판단하여, K 사의 가공라인을 대상으로 한 사례연구 결과를 살펴보고 유사한 여건하에 있는 기업에서의 應用을 可能케하고자 한다.

II JIT시스템

기업의 생산 및 유통활동에서 발생하는 浪費를 排除하는 JIT시스템은 최근들어 기업의 새로운 경영哲學으로서 인식되어짐과 아울러 低成長時代에 기업의 발전을 위해 적극 도입되어져야하는 사상으로서 새로이 자리하고 있다. 최근 賣出額擴大主義를 利益率中心主義로 바꾸어가고 있는 기업의 입장에서는 특히 JIT시스템이 중점적으로 취급하고 있는 생산활동의 기본요소, 즉 人力과 設備 그리고 物資의 조합과정에서 발생하고 있는 7가지 浪費(과잉생산의 낭비,대기의 낭비,운반의 낭비,가공 자체의 낭비,재고의 낭비,동작의 낭비,불량생산의 낭비)의 제거가 선행되었을때 본래의 목표달성이 용이할 것으로 판단된다.

* 安東專門大學 工業經營科 專任講師

** 仁荷大學校 産業工學科 教授

접수 : 1993년 9월 17일

확정 : 1993년 9월 27일

1. JIT시스템의 構造

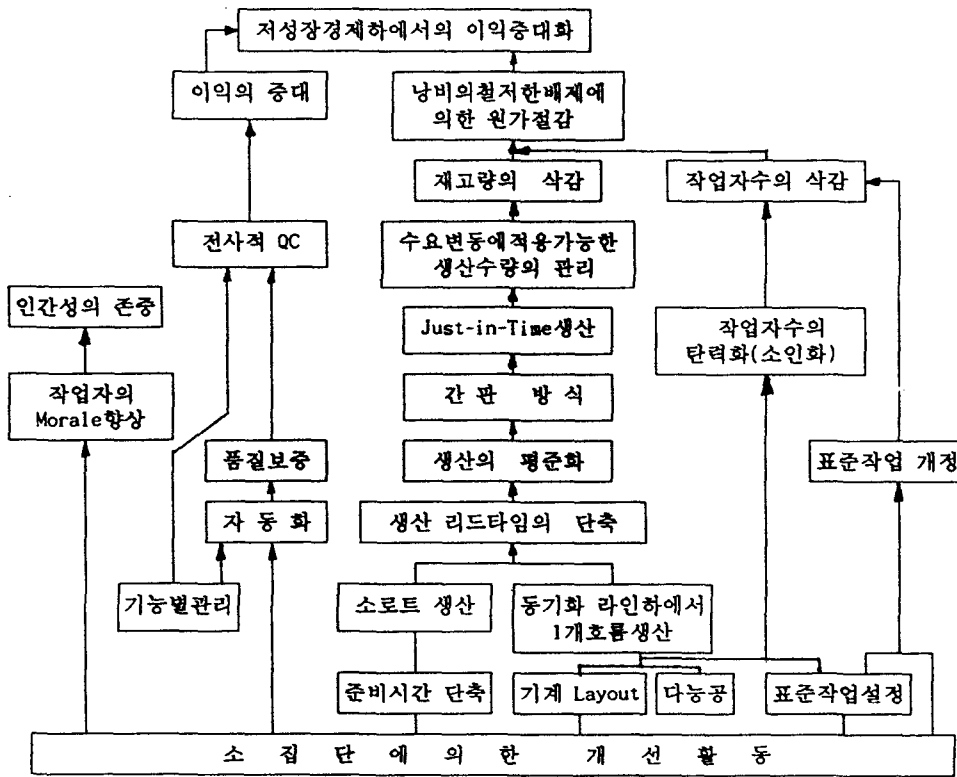
浪費의 徹底한 排除에 의한 原價節減이라는 가장 중요한 基本的인 目標을 실현함으로써 저성장경제하에서도 기업발전을 위한 利益의 増大를 가능케하는 JIT시스템은 基本目標의 달성을 위해 다음과 같은 3가지의 副次的인 目標의 同時追求라는 독특한 特徵을 지니고 있다.

첫째, 生産品種과 量에 있어서 日間 및 月間的 需要變動에 탄력적 적용이 가능케 하는 數量管理 (Quantity Control)

둘째, 각 공정은 後工程으로 良品만을 공급토록하는 品質保證 (Quality Assurance)

셋째, 原價節減 目標달성을 위해 人的資源을 활용하는 한 人間性 尊重은 반드시 提高되어져야만 한다. (Respect-for-Humanity)

이러한 基本目標과 副次目標의 달성을 위해 JIT시스템에서는 Just-In-Time 생산과 자동화 (Automation), 少人化와 小集團活動이라는 4가지 手段을 사용하고 있는데 특히 필요품의 필요시, 필요량 만큼 생산 내지 조달하는 Just-In-Time 生産과 기계나 공정에 이상발생시 스스로 판단, 정지함으로써 自律的인 品質管理가 전개되어질 수 있도록하는 자동화는 JIT시스템의 2대지주로서 자리하고 있다. 도요다生産方式으로 대표되어지는 JIT시스템을 종합, 정리하면 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 도요다生産方式의 體系

2. 호름生産의 實現

Cycle Time내에서 1개씩 공정순서에 따라 규칙적으로 착실히 만듦으로서 정체가 운반, 재고의 낭비등을 최소화시키는 소르트 호름生産을 追求하고 있는 JIT시스템은 이의 실현을 통하여 Just-In-Time 生産의 기반을 구축할 수 있게된다. 이를 위해서는 그 下位시스템인 機械 Layout의 U 라인화와 작업자의 多能工化, 標準作業의 운용이 절대적으로 요구되어진다. 호름生産의 實現은 운반 및 정체의 최소화, 로트대기의 최소화로 품종변경에 의한 혼란의 제거, 개당 생산소요시간의 단축, 불량발생에 대한 신속한 대응등을 가능하게 하여 連結技術의 改善이라고도 일컬어지고 있다. 호름生産의 實現을 위한 조건은 다음과 같다.

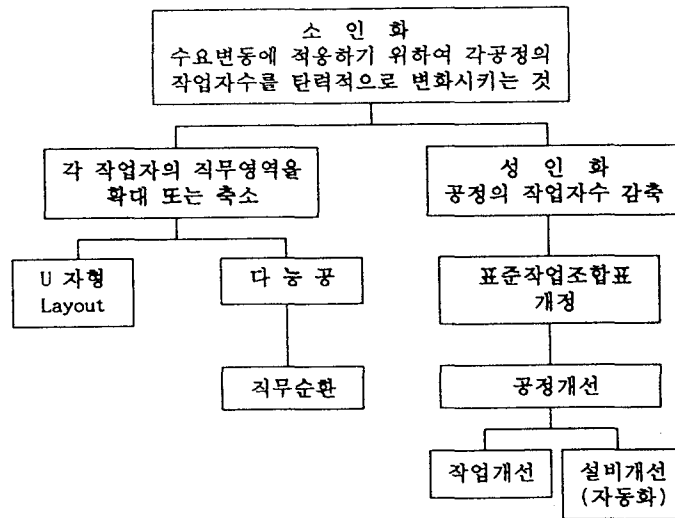
- (1) 1개씩 흘리기 즉, 생산대상물에 여러 가공을 해서 1개씩 製品化하는 것
- (2) 工程順의 設備配置와 U字라인의 구축
- (3) 연결된 공정의 동일 피치 유지를 위한 生産의 同期化
- (4) 다능공에 의한 多工程擔當
- (5) 立式作業의 수행
- (6) 설비의 小型化 즉,稼動率을 의식하지 않아도 좋은 설비의 활용

3. 少人化의 推進

생산량의 변화에 따라서 인원도 변화하는 非定員制의 사고를 지닌 少人化는 특히 수요의 감소에 따라 작업자를 줄여야할 때 더욱 중요한 의미를 갖는다. 少人化의 참된 의미는 인적자원의 조정과 재배치에 의한 생산성향상에서 찾을 수 있으며, 다음과 같은 3가지 요소의 충족이 전제가 되고 있다.

- (1) U字 Layout의 실제로 책임작업 범위의 확대 내지 축소의 柔軟性 確保
- (2) 擔當工程의 확대시 요구되는 多技能의 습득 즉, 多技能工의 確保
- (3) 標準作業의 지속적인 再評價와 정기적인 개정 - 끊임없는 작업 및 기계, 치공구의 개선을 통한 標準作業의 개정

少人化는 省力化 및 省人化와 명확히 구분되어야만 한다. 省力化란, 인력에 의한 일을 기계작업화함으로써 단순히 작업자의 힘을 생략한 것에 지나지 않아 낭비제거에 의한 원가절감과는 역행되는 사고이며, 省人化란 수주변동에 대한 대응이나 낭비요소의 제거를 위한 개선의 진행없이 단순히 작업자수를 줄임으로서 勞動의 強化로 이어지는 것으로서 人間性的 尊重이라는 JIT 기본사고에 위배되는 개념이다. 따라서, 기업이 추구해야하는 진정한 방향은 浪費要素의 除去를 통한 原價節減의 실현, 즉 少人化의 추진이다.



(그림 2) 少人化實現을 위한 重要要素

4. 機械配置와 多能工

한 사람의 작업자가 동일 기능의 여러대 기계를 擔當하거나 가공순서에 맞추어 수종의 기계를 배치하는 Layout은 대량생산이 가능하다는 잇점보다는 과도한 在工品の 發生과 공정간 불균형에 따른 同期化 생산의 곤란, 생산기간의 장기화 등과 같은 문제점을 안고 있다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 도입된 直線型 Layout도 수요변동에 대처하기 위한 作業 再配分 곤란 및 타 라인과의 완전 격리상태의 유지라는 취약점을 노출시키고 있어 JIT시스템에서는 가능한 한 피하고 있다. 대신에 수요변화에 따라 작업 인원의 증가 내지 감소가 유연하고, 라인균형이 무너질 때 상호협력 가능한 U字라인을 선호하며 이를 통해 작업자상호간 팀웍과 Morale 향상에 기여토록 하고 있다.

가. U字型 Layout

라인의 入口와 出口가 같은 위치에 놓여 투입과 산출에 따른 歩行的 浪費최소화와 산출물의 명확한 품질확보가 용이한 U字型 Layout는 GT(Group Technology)에서 출발한 概念이다. 제품그룹별로 기계가 배치되어지는 GT에서는 생산과정보다 生産製品를 中心으로 形成되며, 각 생산라인은 단위생산조직으로 나뉘어지고 이 單位生産組織들이 직접 U자라인을 이루기도 하나 몇개가 모여 더 큰 U라인을 형성하기도 한다. 이러한 U字型 Layout의 長點은 다음과 같다.

- (1)생산량의 변화에 대응하여 必要作業人員을 增加 내지 減少시켜 柔軟性을 발휘할 수 있다.
- (2)각 공정에서 Just-in-Time에 의한 Pull生産이 가능하다.
- (3)作業者의 職務領域을 精細化함으로써 작업을 용이하게 한다.

나. 多能工化와 多工程擔當

Just-in-Time生産의 실현은 U字型 Layout하에서의 多工程擔當을 전제로 한 흐름생산의 실시에 의해서 이루어진다. 또한 多工程擔當은 少人化로의 이행에서도 중요한 요소로 작용하게 된다. 일반적으로 1사람이 1대의 기계를 擔當하는 개별작업에 비해 多數臺를 擔當할 경우 30-50%, 多工程擔當시 50-100%의 생산성향상을 기대할 수 있다는 점에서 작업의 성질에 맞추어 적극적인 적용경토가 따라야 할 것이다. 多工程擔當의 효과를 정리해보면 다음과 같다.

- (1)循環作業의 수행으로 작업자의 精神的,肉體的 疲勞의 減少
 - (2)작업자간의 相扶相助 精神의 양양 및 원만한 人間關係 造成
 - (3)技術과 Know-how의 신속한 전파
 - (4)改善提案活動의 活性化
- (표 2)는 일본 도요다자동차의 연도별 多能工化率 상승경도와 이에 따른 品質 및 生産性向上의 정도를 보여주고 있다.

(표 1) 多機械擔當과 多工程擔當의 比較

항목 구분	장 점				단 점	
	자동 가공 시간 활용	각공정 소요시간 차이에 의한 대기	공정간의 임시보관	공정간의 흐름빠르기	기계 가동율	공정간 보행 낭비
다수대 담당	활용 가능	흡수가능성 있음	임시보관 있음	보통	저하	발생
다공정 담당	활용 가능	크게 흡수할 수 있음	임시보관 없음	빠름	저하	발생

(표 2) 도요다자동차에서의 새로운 職務設計의 成果

성과	연도	1974	1975	1977	1980
다능공화율 (%)		40	70	90	95
제안건수 (수/인)		14	23	33	50
불량율 (1974년 기준)		-	-	0.60	0.54
1대당 작업시간		10.9	10.3	9.5	7.6
출근율 (%)		96.0	96.0	96.0	96.0

다. 標準作業

JIT시스템 基本目標인 浪費의 發見 및 除去는 일어난 것에 대한 事後處理라고 할 수 있는데, 이보다는 처음부터 불필요한 낭비가 발생하지 않고 효율적인 생산활동이 진행되어질 수 있도록 하는 것이 더욱 중요하다. 이를 위해서는 사람의 움직임과 기계설비, 취급물품의 가장 有效한 組合이 절대적으로 요구되어진다. 이러한 最適組合을 標準作業이라고 하며 Cycle Time, 標準作業順序 및 標準在工品量등에 의해 구성되어진다. 標準作業에서는 정해진 Cycle Time내에서 원활한 작업이 진행될 수 있도록 하는 作業者別 작업량의 할당과 熟練度차이의 최소화를 위한 지도의 책임이 一線監督者의 임무로 부여되어진다. 또한 물건의 組立, 加工時 소재의 운반과 기계에의 장탈착등 시간의 흐름과 함께, 작업자가 作業해나가는 順序를 의미하는 標準作業順序는 가공누락이나 작업의 실수등을 최소화할 수 있게 한다. 이때 같은순서로 반복작업을 하는데 필요한 最小限의 工程內 標準在工品量은 기계배치방법 내지 작업방법에 따라 달라지는데 그 保有的 原則은 (표 3)과 같다.

(표 3) 標準在工品量 保有原則

구 분	내 용	표준재공품량
작업순서(공정의 진행) 기준	순방향 작업	0 개
	역방향 작업	1 개
기계의 자동이송장치 유무 기준	있는 경우	1 개
	없는 경우(수동)	0 개

III. 改善事例 分析

1. 會社의 概要 및 生産工程紹介

가. 概要

사례연구 대상업체인 K사는 自動車部品 專門製造業體로 다품종의 주문반복 생산체제를 갖추고 있다. 主要生産製品으로는 프로펠러샤프트, 스텝압소바, 브레이크마스터실린더 등으로서 소재의 가공과 조립을 함께 행하고 있다. 30년 이상 축적되어온 동종제품의 생산에 따른 노하우를 토대로 업계에서 상당한 경쟁력을 키우고 있는 이 회사는 현재도 高效率의 製造現場 構築을 위한 노력을 지속하고 있다. 본 개선 사례 분석은 브레이크마스터실린더(BMC) 가공라인의 JIT적 工程改善을 통한 흐름生産의 강화와 少人化 추진에 따른 결과를 살펴보고 있다.

나. 生産工程 紹介

BMC 가공라인은 주물素材의 投入이후 最終加工에 이르기까지 모두 14개 공정, 17대 설비로 구성되어 있으며(그림 3 및 4), 현재는 3인 작업이 이루어지고 있다. 이 중에서 가공시간이 긴 내경삭공정과 취부면삭공정은 生産能力 確保를 위하여 각각 2대의 동일설비를 투입하고 있다. 1일 2교대 근무(9.416시간/교대)를 행하고 있으며, 이 라인의 生産必要數量은 500개/교대이나 現在 生産量은 400개/교대로 상당히 저조한 水準을 보이고 있다.

2. 問題點 把握 및 改善方案 檢討

현재의 생산시스템하에서 작업자들의 擔當工程別 標準時間의 再算出과 함께 標準作業조합표를 작성해 본 결과 B작업자의 Neck-Time이 61초로서, 이 시간을 기준으로 勞動生産性을 분석해보면 72%로 저조하며, 라인編成效率이 84.2%로 나타나고 있다. 勞動生産性의 低下요인의 査출 및 치유, 그리고 라인編成效率의 提高를 위한 방안을 함께 모색해주어야 할 필요가 있음을 알 수 있었다.

가. 勞動生産性的 低下要因

작업현장의 상황을 면밀히 검토, 분석한 결과 칫재, 주물소재의 준비 및 투입 그리고 가공원료품의 적재 과정에 작업자의 身體的 無理와 不必要한 動作의 浪費가 발생하고 있었으며, 들체, 수작업에 의한 소재의 장탈작으로 作業者의 安全事故 危險과 상당한 注意力 집중에 따른 生産所要時間의 장기화, 세척, 공정간 작업점의 상하높이차이의 심화에 따른 작업자의 疲勞度 가중, 네체, 라인내 작업자간의 숙련도차이에 따른 工程間 停滯로 흐름작업의 단속화 초래 등의 문제점이 도출되었다. 이외에도 찾아볼 수 있는 라인내의 문제점과 그 원인의 분석결과를 토대로 작업장의 3D제거를 통한 낭비의 축출이 가능하도록 개선안을 마련하여 勞動生産性向上을 모색하였다.

나. 라인編成效率 低調要因

작업자 B의 擔當工程중 이 라인의 마지막공정인 Honing공정설비의 기계시간이 50초로서 현행의 설비 仕様하에서 3인작업이 이루어질 경우 어쩔 수 없는 待機時間이 발생하고 있다. 신규설비의 도입은 배제한다는 전제하에서 작업자간의 多工程擔當범위를 새롭게 정의해줌으로서 라인내의 대기시간 발생을 억제하고 또한 생산필요량에 차질을 주지않도록 하는 作業 및 動作의 改善을 병행함으로써 라인編成效率를 提高할 수 있도록 하였다.

다. 改善目標의 設定

개선포인트의 抽出 및 原因分析, 改善方向의 검토를 토대로 설정된 목표는 라인생산성향상 30%로서 이는 각 공정의 作業方法 改善과 함께 手作業時間의 最小化를 위한 탈착의 簡易自動化, 합리적 Layout 구축을 통한 作業者 疲勞度 減少, 取扱容器的 標準化로 數量管理의 가시화, 標準作業의 검토 및 개정에 의한 少人化 등에 의해 달성할 수 있도록 계획되었다.

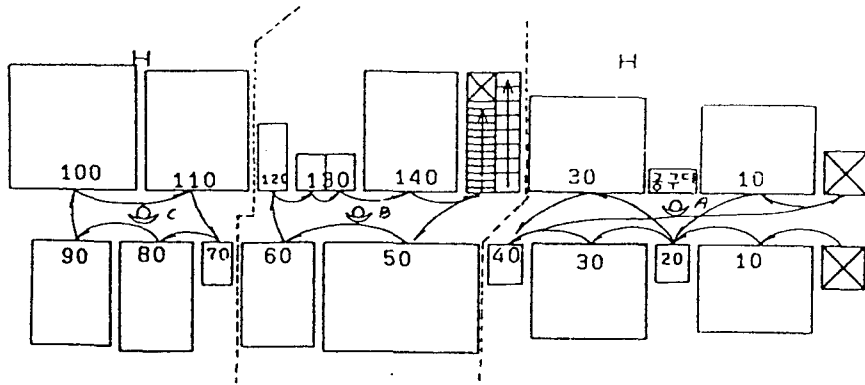
3. 改善推進事例

가. 工程別 作業方法의 改善

각 공정에서의 요소작업구분에 따라 실질적인 작업방법상의 문제점을 노출시키고 ECRS(Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify)의 原則에 입각, 개선으로 연결시킴으로서 標準時間의 단축을 모색한 결과 改善前 보행시간 35초, 각 공정의 표준시간 합계 106.5초에서, 改善後에는 각각 33초 및 64.7초로 단축, 전체소요시간에 대해 약 31%정도의 作業時間 短縮效果를 얻을 수 있었다. 이러한 효과는 수작업시간의 최소화를 위한 簡易自動化의 적극적인 도입, 工程의 統廢合(#70공정을 #100공정에서 동시처리), 이 중작업발생의 제거, 簡易Jig의 採用등에 의한 공정내 낭비요소의 제거를 통해 이루어진 것이며, 이로 인하여 作業者別 擔當工程의 再調整 기반의 구축이 가능해졌다.

공정번호 및 공정명	공정기호	공정번호 및 공정명	공정기호
소재준비 #10 내경삭 #20 센터가공 #30 취부면삭 #40 취부 2Hole 가공 #50 유실부가공 #60 경사부드릴 및 Set Bolt부 좌삭 #70 Set Bolt부 드릴		#80 유실부드릴 및 Tap #90 브리더부 가공 #100 토출부(Fr) 가공 #110 토출부(Rr) 가공 #120 세척 #130 0.5 가공 #140 Honing 완성품 적재	

(그림 3) 製造工程圖



(그림 4) BMC(Brake Master Cylinder)라인 配置圖(改善前)

나. 作業者別 擔當工程의 재조정 - 標準作業組合 -

공정별 작업방법 개선 결과를 활용, 개선후의 최적라인 편성을 모색하여 표준화함으로써 라인의 효율화를 추구하였다. 라인내의 보행거리 최소화를 위해 설비위치 변경을 행하고, 擔當工程영역의 재조정을 행한 뒤 라인編成效率를 계산정한 결과, 最適編成은 2명에 의한 작업수행시 編成效率 94.3%, 생산량의 확보정도는 639개/교대로서 정상작업시간(460분/교대)만의 운용에 의해서도 현재 필요로 하고있는 물량의 확보가 가능한 것으로 판단되었다. 결국 作業方法의 改善과 標準作業組合의 再調整을 통해 1명의 작업자절감과 작업비용의 절감이 가능하게 되었다. 이때의 標準作業組合과 라인編成效率는 (그림 7) 및 (그림 8)과 같다.

4. 改善效果 把握

이상의 개선 추진에 의해 얻어진 결과를 분석해보면, 有形的인 效果로서 라인 택트타임 53초 (13.1% 향상)로 34개/Man-Hr를 보임으로서 연간 7,500만원의 節減效果를 보이고 있으며, 無形的으로는 유사가 공라인에의 波及適用 可能性 認識과 개선에 대한 명확한 마인드 인식으로 지속적인 개선활동의 전개가 가능하게 되었음을 들 수 있다.

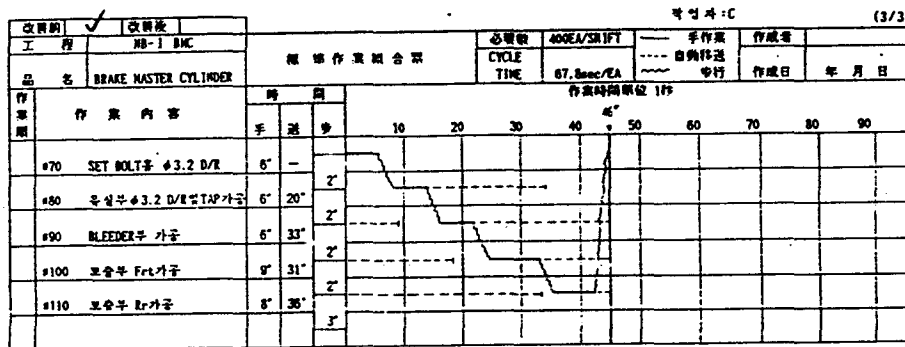
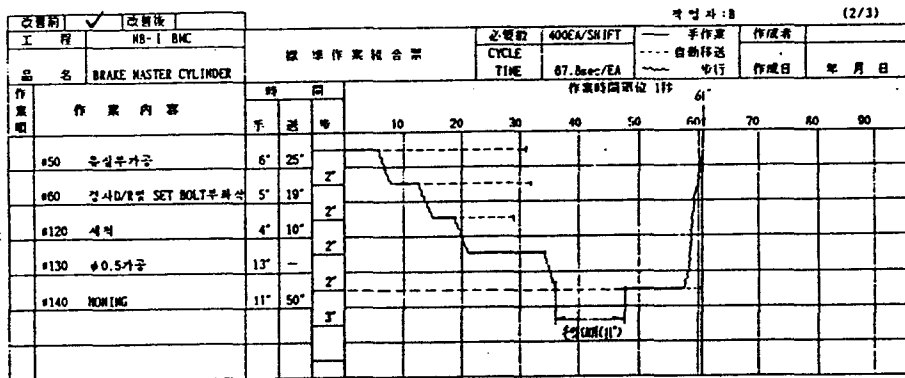
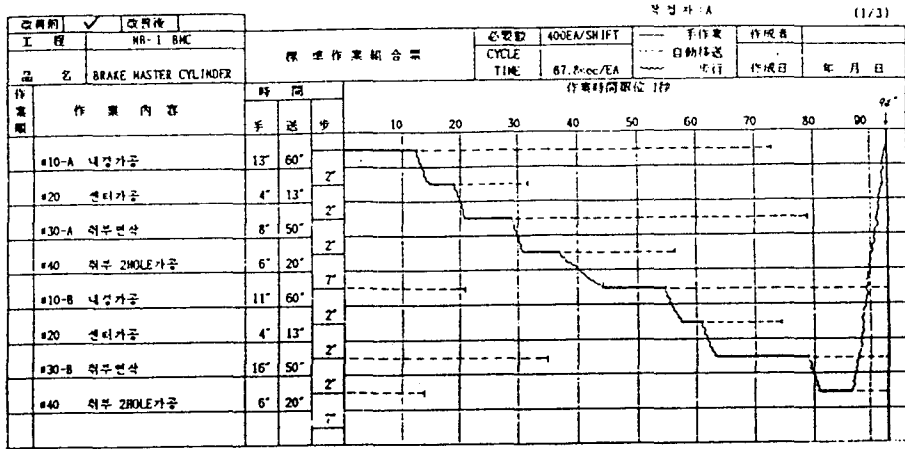
(표 4) 改善效果의 整理

구 분	단 위	개선 효과 평가			
		개선 전	개선 후	향 상 율 (%)	
라인 편성 인원	명	6	4	2 명	
라인 편성 효율	%	84.2	94.3	12.0	
표준 시간	초	141.5	97.7	30.9	
작업자별 표준시간	작업자 A	초	47	53	-
	작업자 B	초	61	47	-
	작업자 C	초	46	-	-
라인 Tact-Time	초	61	53	13.1	
시간당 생산수량	개/Hr	59.0	67.9	15.1	
MH 당 생산수량	개/MH	19.7	34.0	72.6	
개선 효과 *	인원	명	-	5	-
	금액	천 원	-	75,000	-

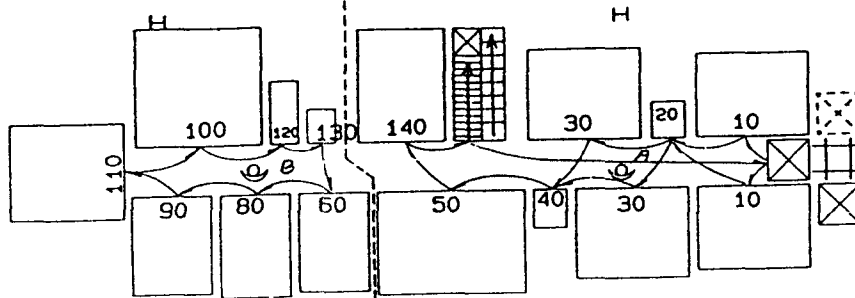
*개선효과인원 = 개선전인원 x (개선후MH생산량/개선전MH생산량) - 개선전인원

*개선효과금액 = 개선효과인원 x 1인당연간인건비

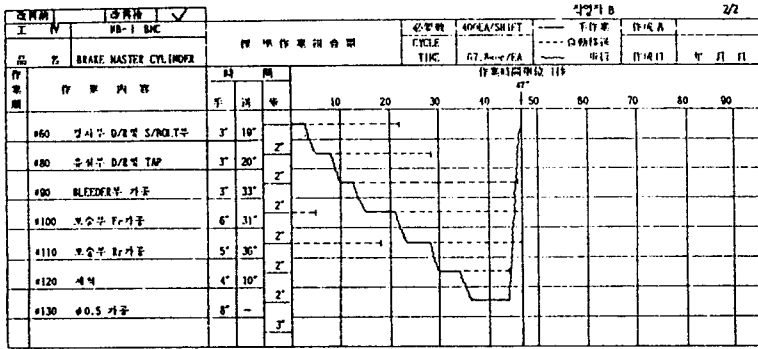
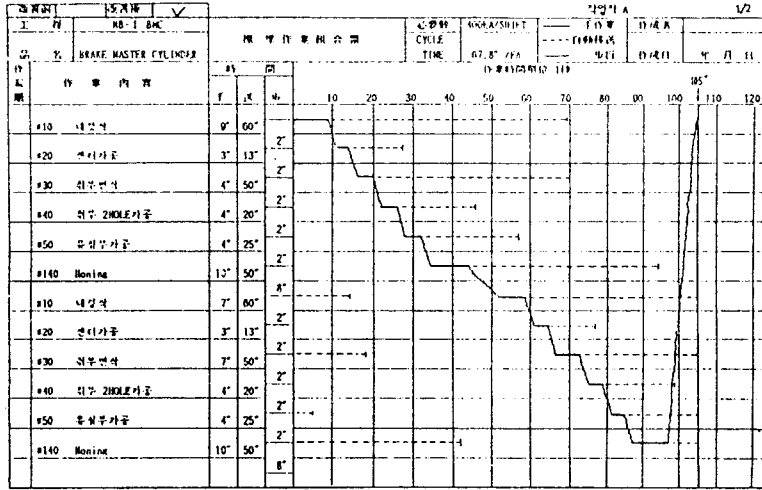
*1인당연간인건비 = 15백만원/인-년



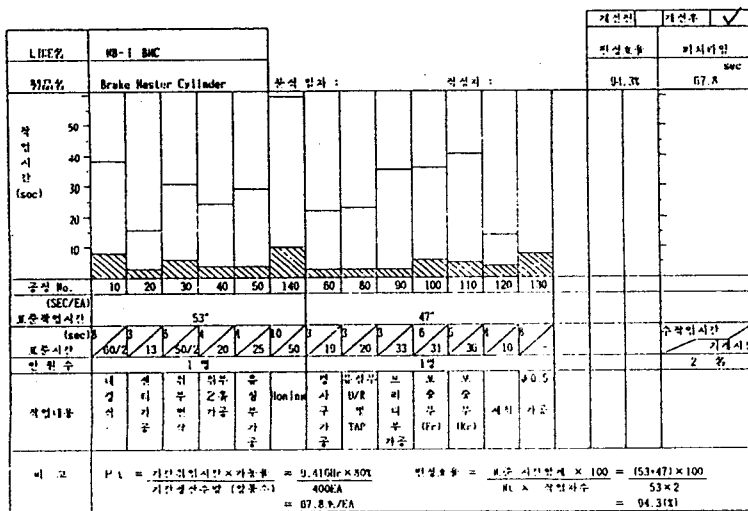
(그림 5) 標準作業組合票(改善前)



(그림 6) BMC(Brake Master Cylinder)라인 配置圖(改善後)



(그림 7) 標準作業組合表(改善後)



(그림 8) 피치다이아그램(改善後)

IV. 結 論

그동안 국내 기업에서 채택, 활용되어지고 있는 JIT시스템의 경우 그 피상적인 일면만이 강조되고 일 부技法만을 위주로 전개함에 따라 본래의 期待效果를 남지 못하고 있는 것도 사실이다. 특히 經營陣과 管理者 그리고 現場勤勞者사이의 JIT시스템에 대한 精確한 理解와 參與不足, 既導入된 TQC활동의 형식적 운영에 따른 개선활동의 부진등이 주요인으로 작용하고 있는 것도 함께 지적할 수 있다. 이 외에도 母企業의 잦은 生産計劃變動과 部品供給業體의 品質保證 水準의 열악, 生産관리 전반의 유기적인 시스템 미비 등이 JIT시스템의 정착을 저해하고 있다고 판단된다. 본 稿에서는 이러한 난제들을 차례로 풀어가기 위한 段階的 接近으로 JIT에 대한 精確한 理解를 토대로 現場勤勞者에 의한 改善活動을 적극 추진하고, 그 위에 JIT시스템의 下位시스템을 합리적으로 정착시킨 事例를 중심으로 살펴보았다. U자형 Layout과 多能工化, 標準作業의 설정과 운용 등의 정착과 지속적인 전개를 위한 方案으로서 다음과 같은 사항을 提示하고자 한다.

첫째, 體系的인 OJT(On the Job Training)시스템의 정착과 職務循環에 의한 多能工養成이 가능한 組織 雰囲気 造成

둘째, 라인에서 減縮된 人員의 有效活用方案의 講究

셋째, 조직내 커뮤니케이션 라인의 設定과 합리적 운영으로 浪費除去에 대한 上下間의 理解와 信用의 構築

넷째, 改善에 따른 生産性向上의 公正한 分配 實現으로 지속적인 動機附與가 요망된다.

參 考 文 獻

1. 金 泰文, 저스트 인 타임의 實際, 韓國工業標準協會, 1990.
2. 신고 시게오, 도요타생산방식의 IE적 고찰 -무재고생산의 전개, 韓國生産性本部, 1992.
3. 李 順龍, 生産管理論, 法文社, 1989.
4. 鄭 南鶴 譯, 도요타의 現場管理, 1982.
5. 平野裕之, JUST IN TIME 生産革命指導매뉴얼, 韓國能率協會, 1990.
6. 門田安弘, 新トヨタシステム, 講談社, 1991.
7. 門田安弘, シュアタイム, 토ヨタ 生産方式 海を渡る, 日本生産性本部, 1987.
8. 高 壽福, 混流生産을 위한 JIT(適時生産方式)導入에 關한 研究, 延世大學校 産業大學院, 1991.
9. 高 在乾, 多品種少量生産에 있어 JIT시스템의 適用에 關한 研究, 東國大學校 大學院, 1986.
10. Kioyoshi Suzuki, "Work-in-process Management: An illustrated guide to productivity improvement", Production and Inventory Management, 3rd Quarter, 1985.
11. Yasuhiro Monden, "How Toyota shortened supply lot production, waiting time and conveyance time", Industrial Engineering, Sep.1981.