

도요타 자동차 공장의 생산관리

이상복* · 김 국* · 안해일*

Manufacturing Management of Toyota Motor Factory

Sangbok Ree*, Kuk Kim*, Hae-Il Ahn*

〈요 약〉

본논문에서, 우리는 일본제조 시스템의 대표적인 도요타 시스템을 소개하려고한다. 도요타 시스템은 일본식 생산관리라고 하는 즉시시스템(JIT)과 전사적 품질관리(TQC)로 세계 최고의 생산성과 품질을이룩했다. 도요타에서 JIT시스템을 성공시키기위한 여섯가지 기본 사항을 살펴보았다. 또한 JIT시스템의 운영도구인 간판 시스템을 자세히 살펴왔다. 결론에선 우리 나라 생산 시스템에 도요타 생산시스템이 도움이 되며, 우리 나라와 일본을 비교하여, 우리도 일본 생산 시스템을 앞설 수 있음을 제시했다.

1. 서론

지금 우리는 일본에 대해서 일본 시스템을 면밀히 연구하여, 일본의 산업 경영, 생산성, 품질에 대해 많은 것을 알고 있다고 생각한다. 그러나 사실 우리는 아직 일본의 성공 요인을 정확히 이해하지 못하고 있으며, 일본을 바로 알고 따라잡기에는 일본에 대한 우리의 전공 서적과 논문도 많지 않다. 우리 나라 중소기업 현장을 방문하면서 느꼈고, 현장 사람들이 호소하는 것 중 하나는 우리 나라 중소기업은 일본을 모방하고 일본 기계를 사오고 일본에 기술자를 파견 교육하는데, 우리 학계는 미국 시스템 위주라 우리에게 맞지 않는다는 것이었다. 본 논문에서는 일본을 좀 더 정확히 알았으면 하는 바람에서 일본 도요타 생산시스템을 소개한다.]

현재 일본이 제조업에서 세계 최고의 품질과 생산성을 인정받고 있다. 그들이 이룩한 품질과 생산성에

대한 많은 분석 논문과 연구가 발표되었다.[1,3,4,5,6,7,8,9,10] 여러 논문은 일본의 성공은 그들의 파나는 노력의 결과라고 보면서, 그들의 노력을 결실로 맺게 한, 서구 산업국과 다른 생산경영(생산관리)을 집중 연구했다. 일본의 생산관리는 서구와 다르게 생산과 품질을 분리된 개념으로 보지 않는다. 즉 품질을 생산하는 것이다. 좋은 품질을 생산하기 위해서 많은 싸움을 한 것이다.

이러한 철학에서 그들이 개발한 생산관리(여기서 사용하는 생산관리 개념은 생산운영, 품질관리 등 보다 넓은 의미로 사용한다)로 적시(Just In Time, JIT)시스템과 종합적 품질관리(Total Quality Control, TQC)를 든다. JIT는 생산 방식에 관련된 개념으로 직접적으로 생산품의 자체 비용에 관계되어 있다. JIT의 간접 효과는 스크랩의 감소 부터 작업자의 자발적인 동기부여, 공정 수율 까지 영향이 있음은 잘 알려져 있다. JIT는 일본의 고유 기술과 합하여 낭비를 피함으로 생

* 서경대학교 산업공학과

산성을 향상시킨다.(일본은 작은 땅에서 적은 천연자원에 많은 인구가 모여살기 때문에 절약하지 않으면 살 수 없었다. 절약 기술은 그들의 기본 철학이다.) TQC는 전 사원이 전공정의 품질에 책임진다는 일본식 접근이다.¹⁾ 품질은 일본 생산관리에서 제일 중요한 개념으로, 품질을 위해서 여러 기술이 개발되었다. JIT와 TQC를 합한 것이, 일본이 세계 시장을 장악한 전략에 중심적 역할을 했음이 증명되었다[9].

JIT와 TQC는 화이트칼라(White Color)의 스태프(staff)나 전문가의 관점에서 시작된 것이 아니다. 일본인들은 전문가 스태프들에 거의 의존하지 않는다. 작업자와 생산 라인 관리자가 중심이다. 이들은 사무실이 아닌 생산 현장에서 생산성과 품질 개선을 독창적으로 이루어왔다. 일본 제조업자들은 복잡한 경영 방식을 거부해 왔다. 즉 일본식 방식은 계획, 통제, 생산 정보 처리, 행동 간섭 그리고 수학적 모델링의 복잡한 해법 대신에, 문제를 단순화시키는 것이다. 단순화시키는 중에는 도요타(豊田)가 대표적이다. 다음절에선 도요타 생산관리 방식을 살펴본다.[2]

2. 도요타 생산 시스템

2-1 궁극적인 목적은 비용 절감과 이익 증대에 있다.

도요타 생산 시스템이라 일컫어지는 생산 시스템은 도요타 자동차의 오노(大野耐一)²⁾씨의 창조적인 제안에 따라 도요타 자동차 공장에 적용한 종합 생산 시스템이다. 도요타 생산 시스템은 이론적인 분석보다는 실천을, 생산 과정의 효율성보다는 제품의 결과를 중시한다. 도요타 생산 시스템의 궁극적인 목적은 회사 전체의 이익을 증대하는 것이다. 이를 위해서 원가 절감과 생산성 향상을 추진하고 낭비에 해당하는 과잉 재고, 과잉 인원을 철저히 배제하는 것이다. 제

품을 생산하는데 당장 필요한 것 이상은 모두 낭비라고 정의한다. 제품 원가는 생산 제조비용뿐 아니라 판매비, 일반관리비, 자본비 모두를 합한 것이라고 정의하므로 원가 절감은 제품 생산뿐 아니라 설계·판매·서비스 모든 분야에서 개선을 이루려 노력한다.

도요타 생산 시스템은 재고를 없애는 것이 핵심이라고 단순히 생각하기 쉬우나, 재고의 절감은 당장 자본비의 절감과 직결되기 때문에 도요타에서는 먼저 재고 개선에 힘을 쏟은 것이다. 재고가 감소되면 공정간에 숨어있는 문제를 찾을 수 있다. 재고가 있으면 공정간에 문제가 숨어 있어도 찾을 수 없다. 재고가 있으면 전(前)단계에서 간혹 생기는 불량품이 넘어와도 불량품을 제거하면서 정상적인 작업을 할 수 있으므로 전단계의 불량은 무시된다. 그러나 재고가 없게되면 전 단계에서 생산되는 불량은 모두 후(後)공정에서 발견된다. 전(前)공정에서 전혀 불량이 나지 않아야 후 공정에서 그날의 생산 목표량을 채울 수 있다. 모든 공정이 이러한 관계로 연결되었기 때문에 모든 공정의 문제점을 찾아 제거하게 되어 최종제품은 완전함을 보장받을 수 있다.

도요타의 궁극적인 목표인 원가절감을 위한 부차적 목적으로, 수요 변동에 대응하기 위한 생산량과 생산 종류에 따른 '수량관리'와 각 공정간 불량품 생산을 원천 봉쇄하는 '품질관리' 그리고 제품 생산엔 작업자가 제일 중요하다는 '작업자 존중'이 있다. 이들 부차적 목적을 서로 영향을 주면서 궁극적으로 원가절감을 달성한다.

수량관리를 위해서 개발된 것이 JIT이다. 이는 다음절에서 자세히 살펴본다.

품질관리를 위해선 불량을 원천 봉쇄하는 자동검사 장치와 수 작업을 하는 작업장에선 작업자 스스로 문제점을 발견하면 라인을 멈출 수 있는 라인 정지 권한을 주었다. 불량을 방지하기 위해서 모든 공정에 검사 장치를 만드는 개념이 도요타의 기본이다. 자동검

1) TQC는 A. V. Feigenbaum이 처음 사용한 말이다(1957). 일본에서는 TQC를 품질관리 전문가나 전담 부서에서 추진하는 것이 아니라, 전 사원이 참여하여 추진한다는 뜻으로 전사적 품질관리(company wide quality control)란 말을 쓴다(신도요타 시스템 PP. 355-356, R.J. Schonberger, Japanese Manufacturing Techniques chapter 2).

2) 도요타의 공장장으로 나중에 부사장까지 되었음. 도요타 방직 공장에 있다가, 1943년 도요타 자동차로 옮겼고, JIT 아이디어를 창시하였다.

사 장치는 아주 단순한 기계로 도요타에서는 자동기계(또는 바가요게 bakayoke)라고 불린다. 자동화된 품질 조사에는 제품량이 작을수록 좋다. 바가요게는 공정 중에 발생하는 비정상을 자동으로 점검하는 기계로 대부분 생산 기계에 부착된다. 잘못된 작동이나 공구의 마모 등으로 인해 생산 부품 치수 크기가 허용 한계 오차를 벗어나려고 할 때 자동감시 장치가 경고를 하여, 일상적인 요소들을 점검할 수 있게 한다. 이러한 검사 장치는 제품 백만 개당 발생하는 불량 부품 개수로 설정된 표준 품질 수준을 얻기 위해선 필수적이다. 어떤 바가요게는 JIT 재고 관리를 하기 위하여 일정 부품의 수가 만들어지면 자동적으로 기계의 작동을 멈추게 한다.³⁾ 바가요게는 특히 자동화가 많이 된 조립 업무의 최종 조립 작업에 종종 사용된다.

도요타의 작업자 존중은 생산에 관한 작업자의 제안은 전부 채택하여 개선을 추구하는 창의성을 강조한다.

도요타는 생산방식의 중요한 개념들을 실현 달성하기 위해서 다음과 같은 실질적인 조치를 실시했다. (1) JIT 생산을 유지하기 위해 “간판(看板, Kanban)방식”을 개발했다. 다음절에서 상세하게 설명한다. (2)수요의 변화에 적응하기 위한 “생산의 평준화 방식”, (3) 생산 준비시간을 단축하기 위한 “작업 전환 시간의 단축”(JIT 시스템을 실시하는 첫 번째 과제였다). (4) 생산 라인의 동기화를 위한 “작업 표준화”, (5)각 라인의 작업자 수를 탄력적으로 증감할 수 있는 “작업자들의 다기능공화”, (6)모든 사람이 인정하는 품질을 실현하기 위한 “눈으로 보는 관리”이다. 이들 각각에 대한 자세한 설명은 생략하고 중요한 것 몇 개만 다음절에서 설명한다.

2-2 JIT

JIT 방식은 필요한 물건을 필요한 시기에 필요한 량만큼만 만드는 개념이다. 전 공장에 이 개념을 달성하면, 공장 내에는 당연히 여유 재고가 없게 되고, 재고 비용이 감소되며 자본 이용률이 증가하게 된다. 이

개념은 자재소요계획법(Material Requirement Planning MRP)과 대비된다. MRP의 기본 철학은 다음 달에 필요한 수량만큼 필요한 자재를 주문하여 생산하는 방식이다. 즉 후 공정에서는 전 공정에서 생산된 것이 도착하면 만드는 것이다. 후 공정은 전 공정에서 보내는 량을 전부 만든다. 처음 공정이 생산량을 결정하는 것이다. 이런 MRP 시스템은 밀어내기 방식(Push)이다. 그러나 도요타의 JIT방식은 반대로 마지막 생산공정이 생산량을 결정한다. 시장에서 요구되는 수량만큼만 앞 공정에서 부품을 가져다가 생산한다. 앞 공정은 후 공정에서 가져간 수량만큼만 생산하여 보충한다. 후 공정에서 부품을 가져가는 이런 시스템을 밀어내기 방식에 대응하여 끌어오기 방식(Pull)이라고 한다.

JIT 시스템 속에서 품질을 생산하는 도요타에서는 생산 계획이 수립되어 있어도 시장 수요가 적어지면, 생산량은 생산계획보다 적게 생산한다. 이때 여유 있는 공정에서는 제품을 생산하지 않고 기계를 청소하고 다른 개선 활동을 한다. 여유시간이 있다고 해서 절대로 제품을 더 만들지 않는다. 도요타의 기본 개념은 쓸데없는 여유 분의 재고는 없는 것보다 나쁘다는 생각이다. 반대로 시장 수요가 많아지면, 각 공정은 초과 근무하고, 이용률을 높여 기본 생산능력보다 더 많은 작업을 한다. 초과근무로 더 생산할 수 없는 시장 수요 분은 포기한다. 이것 역시 품질을 생산한다는 개념에 기초한 것이다. 도요타는 이러한 JIT 방식을 실현하기 위해서 다음과 같이 여섯 가지 조치를 취했다.

(1) 생산계획은 실제 생산 용량보다 적게 세운다.

생산계획을 세울 때 기본적으로 도요타는 실제능력보다 적게 생산 계획을 세운다. 실제능력보다 적은 생산계획은 일정을 수행할 때 여유가 있다. 이는 품질을 최우선으로 생각하기 때문이다. 도요타에선 품질에 문제가 생기면, 작업자는 라인 정지 원칙에 의해서 라인을 정지시킨다. 예상치 않은 생산중단으로 생산량은 줄어든다. 이러한 때, 실제능력보다 적은 일정

3) 신도요타 시스템 p.72 ‘자동보충 시스템’, R. J. Schonberger, Japanese Manufacturing Techniques chapter 3

계획은 작업자들에게 심리적인 압박을 덜 주고, 장비·공구 등을 무리하게 사용하지 않게 한다. 바쁜 일정에 의한 성급함으로 발생할 수 있는 품질 불량을 막을 수 있게 해준다. 따라서 실제능력보다 적은 일정 계획은 연속적인 공정에서 완충 재고 없이 운영하는 JIT의 실현에 매우 중요하다.

(2) 생산 평준화

도요타 생산 시스템이 성공하기 위해선 생산 평준화(line balance)를 잘 맞추어야 한다. 각 공정간에 생산속도가 서로 맞아야 제품 흐름에 재고가 쌓이지 않는다. 서구의 라인 균형 분석은 일반적으로 전문 기술자들에 의해서 작성되며 종종 복잡하고 힘들게 만들어지는 반면 도요타의 라인 균형은 제한적(한정적)인 가정에 묶이지 않는다. 그들의 “보고 실행하라”하는 태도는 현재 조건 변화를 숙고하여 새로운 방법을 창안하려는 자세이다. 즉 서구에서는 라인 균형을 고정된 공정(기계위주)에서 작업자 수의 증감으로 해결하는 방식에 비해 도요타에서는 작업자 수를 고정된 것으로보고 고정된 공정을 개선하려고 노력을 한다.

도요타에서는 각 공정간의 생산 평준화를 맞추고 마지막 제품 조립 공정 라인은 시장 수요에 맞추어 제품을 혼합하여 생산한다. 도요타는 제품을 혼합하여 생산할 때, 여러 개의 전용 라인을 설치하는 대신 단일 생산 라인을 운영한다. 제품 혼류생산 시엔 유연한 범용기계를 설치한다. 제품을 혼류생산 하는 라인에서 생산 평준화를 지키기 위해 도요타에선 작업 변환시간(setup time)의 단축을 이루었다. 전용기계를 사용하면 전용기계는 자본이 많이 들고, 용량이 크기 때문에 많이 생산하게되어 결국 재고가 쌓여 원가절감의 궁극적인 목적에 맞지 않기 때문이다.

도요타는 단일 라인에서 범용기계를 사용하여 다양한 제품을 사용하기 위해서 작업자가 다기능공이 될 것을 요구한다. 즉 소수의 작업자가 여러 가지 일을 하는 것이다. 도요타에선 여러 가지 기술을 익힌 작업자가 시간당 급여가 더 높다. 보통 다섯 가지 다른 작업의 자격증을 갖춘 작업자가 많이 있다. 도요타의

공장 근로자들은 작업을 수행하는 데 발생하는 작은 문제점은 스스로 해결한다. 평균 미국에서 2~4시간 소요되는 수리 작업을 15분 안에 해결한다.⁴⁾

기계를 능력 이상으로 무리하게 운행하지 않으며, 기계 예방 관리를 철저히 한다. 이는 서구에서 추천한 것이며 도요타는 그 권고를 성실히 따른다. 작업자들이 자신의 기계에 대해서 직접 검사하고 작은 고장은 스스로 고치는 아이디어는 도요타가 개발한 것이다. 특히 전용기계가 필요한 곳에서도 도요타는 크고 다목적인 전용설비를 구입하기보다는 융통성 있게 작고 비싸지 않으며 특정한 용도에만 사용되는 장비를 자체 개발하여 여러 대 복제하여 사용한다. 그런 장비들은 다양하게 전문화할 수 있고 차례로 추가하거나 철수하거나 변형할 수 있다. 반대로 “슈퍼 장비”는 구매 비용이 매우 고가이므로, 장비를 중시하여 실제 필요한 생산 일정에 관계없이 장비 위주로 일정이 잡히는 불합리한 면이 있다.

재고 유지비용과 작업 준비 비용의 합이 총 비용 곡선이며 비용이 최저가 되는 로트 크기가 전통적인 경제적 주문량(EOQ, economic order quantity)이다. 구미에선 생산량 크기를 EOQ로 결정하나, 일본인들은 두 가지 이유로 EOQ의 사용을 꺼려한다. 첫째는 재고 유지비와 준비 비용은 눈에 보이는 비용일 뿐이다. 생산량 크기에 따라 제품의 품질, 동기 부여, 책임 의식 그리고 생산성 등 눈에 보이지 않는 비용에 크게 영향을 받기 때문에 로트 크기 결정을 두 가지 비용만으로 결정하는 것은 타당하지 않다는 것이다. 둘째 구미에선 준비 비용은 고정된 것이고 재고 비용은 변동 가능한 것으로 생각하는데 반해, 도요타에선 반대로 준비 비용은 바꿀 수 있고 재고 유지비용은 없앨 수 없는 것으로 생각한다. 도요타에선 초기에 높은 생산성을 달성하기 위해 극복할 수 없는 장애물로 생각된 기계 준비 시간을 감소시키기 위하여 많은 노력을 했다. 즉 프레스 작업자 팀들이 800톤 자리 프레스를 바꿔 끼우는데 미국에서 6시간 이상 소요되는 작업을, 도요타에서는 10분 이내에 바꿔끼었다.[9] 이는 도요타의 ‘변환시간을 1분 이내’(single minute exchange of

4) Richard J. Schonberger, Japanese Manufacturing Techniques, chapter 2

die; SMED)는 도요타 시스템의 개발자중 하나인 신고(Shingo)⁵⁾의 제안이며, 도요타의 혁신적인 생산시스템이다.

(3) 공정 설계

공정 설계는 도요타가 새로 만든 것이 아니라 강조점을 바꾼 것이다. 구미에서는 생산 라인의 균형을 강조한 반면 일본에서는 유연성을 강조했다. 생산 라인의 균형이라고 하는 것은 모든 작업자가 같은 시간 안에 똑같은 양의 일을 한다는 의미이다. 도요타의 JIT 시스템에선 시장 수요에 즉각 적용할 수 있는 완충 재고가 없기 때문에 공정간의 불규칙성을 흡수할 수 있도록 충분히 유연하지 않으면 안된다. 서구의 라인 작업자가 고정된 위치에서 작업하는 반면, 도요타에서는 한 작업자가 문제가 있거나 경험이 미숙할 때 다른 작업자가 도와준다.

도요타의 최종 조립 라인에서는 제품 혼류생산에 따른 빈번한 모델 변화로 다른 라인으로 작업자가 이동한다. JIT 공장 내에선 자주 라인을 재배치한다. 서구의 생산 라인은 선형이거나 L자형을, 도요타는 U자형 또는 병렬형 라인을 이용하고 있는 추세이다. 도요타에서는 작업자의 임무를 바꾸기 쉽게 하는 라인이 필요하므로 새로운 형태를 고안하게 됐다. U자형과 병렬 구성은 한사람의 작업자가 U자형과 병렬 구성의 라인 양쪽 면을 모두 작업하기에 적합하다. 그리고 대량 생산해야 할 때에는 작업자를 더 배치하여 한 사람이 한 가지 작업만 하게 한다. 작업자가 관리하기에 합당한 작업 수가 둘 또는 세 개이면, 도요타는 먼저 병렬로 둘 또는 세 개의 작업장을 배치하다가 상황에 따라 더 늘이고 줄인다. 이를 위한 유연성이 강조된다. 도요타에서는 수 작업을 하는 작업장 배치는 한사람이 다른 사람에게 걸어갈 필요 없이 부품을 전달할 수 있도록 충분히 가깝게 배치한다.

(4) 작업표준화

도요타의 작업 표준은 다기능공이 여러 기계를 취급하는 작업 순서를 표준화시켰다. 작업 표준은 두 종류가 있는데 인간-기계 흐름도(man-machine chart)와 '표준 작업표'이다. 이 표준 작업표는 전 작업자가 볼 수 있게 공장 내에 크게 게시해 놓았다. 표준 작업표에는 작업 주기(cycle time), 작업 순서, 각 공정에서 다루는 재공품 수량이 명시되어 있다. 제품의 주기는 각 제품별로 초 단위까지 자세하게 기록되어 있다. 표준 작업표만 참조하면, 다른 제품 생산을 생산하기 위해 공정을 변환할 때 즉시 몇 명의 작업자가 더 필요한지 알 수 있다. 재공품 수량은 각 공정에서 최소의 양만 유지한다.

(5) 눈으로 관리하는 품질

도요타는 제품검사를 자동으로 한다. 엄격한 품질 관리를 하기 위해선 "품질은 측정할 수 있는 표준이 있어야 한다"며 품질은 쉽게 측정해야 함을 강조한다. 모든 공정에서 품질을 눈으로만 보아도 분명히 알 수 있도록 구체적인 표시를 한다. 도요타 공장 어느 곳에나 게시판을 통해 작업자·경영자·소비자·외부 방문객들에게 어떤 품질 요인을 어떻게 측정하는지, 최근 성과는 어떠했는지, 얼마인지, 현재 품질 향상 계획은 무엇인지, 누가 품질 관련 상을 받았는지 등을 알려 준다. 쉽게 품질을 측정하는 것은 순수한 일 본인의 아이디어이다. 품질 관리 부서에서는 품질 관리 표준표에서부터 장비 보전 기록, 식당의 음식까지 모든 것을 시각적으로 표시해놓았다. 그들은 좋은 품질이 무엇이고, 결점은 무엇인지 정확하고 간단하게 정의하지 못한 회사는 품질에 대한 지표를 시각적으로 만들 수 없고 결국엔 좋은 품질을 만드는 회사가 아니라고 한다. 그들은 방문객들에게 제품의 높은 품질 뿐아니라 공장 자체의 품질을 보여주려고 한다. 도요타 공장에서는 재가공 설비를 찾아보기 힘들다. 서구 공장에서는 불량은 일상적인 것이지만, 도요타

5) 신고 시게오(新郷重夫) : 야마나시고등공업학교 기계과 졸업, 현재 경영관리개선연구소 소장으로서 있다. 공장개선업무 전문가이며, 미쓰비시 조선의 유조선 건조기간을 반으로 단축하는 방식을 창안 등 획기적인 공정개선 방식을 제시했음. 경영관리개선 공로로 황수포장상을 받음.

공장에서는 예외적인 것이므로, 즉시 발견되고 수정된다.

(6) 품질관리 소모임과 개선활동

도요타는 일본 전역에 품질관리 분임조가 활성화되기 이전에, 자체내의 작업자들이 소모임별로 자발적으로 품질과 생산성을 향상시키기 위해 품질관리 소모임을 공식적으로 가동시켰다. 소모임에서 수 년동안 누적된 경험을 자신들만의 규칙으로 정확히 개선하려는 습관을 발전시켜 왔다. 그들은 늘 완전무결(Zero Defect, ZD)을 목표로 계속 개선하고 있다. 일본인들은 ZD라는 말을 사용하기 좋아한다.

제안제도는 도요타에선 매우 일반적이다. 작업자 제안 제도는 소모임을 통해서 이루어지기도 하지만, 개인적으로 이루어지며 제안을 위한 어떠한 특별 과정도 따르지 않는다. 작업자 제안 제도는 일반적으로 참여 기회에 따라 현금 포상을 준비하여 동기를 더욱 유발시키기도 한다. 작업자들은 모든 분야에 대해서 제안한다. 특히 그들이 작업하면서 느낀 불편함을 개선하는 제안들을 모두 채택하여 실시함으로써 최고의 생산성을 이룩했다. 작업자가 좀더 편안한 자세에서 작업을 하면 그만큼 생산성이 올라간다. 도요타에서는 특별한 이유가 없는 한 작업자들이 제안한 작업 개선은 모두 채택한다. 현재 도요타의 높은 생산성은 모든 작업자들의 작은 제안들이 모여 이룩된 것이다. [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]

3. 간판시스템

우리들은 흔히 도요타 시스템을 간판시스템이라고 부르는데, 간판시스템은 도요타 시스템을 구축하기 위한 하나의 생산 기술 방식이다. 도요타 사람들은 간판시스템을 도요타 생산방식이라 하지 않는다.

위에서 살펴봤듯이 도요타 시스템은 일반 서구의 시스템과는 많이 다르다. 도요타 시스템의 가장 큰 차이점은 JIT 시스템 구현과 재고 창고를 없앤 데 있다. JIT를 구현하기 위한 끌어오기 방식(PULL)은 도요타

가 처음이다. PULL방식과 창고를 없애는 데 사용된 것이 간판시스템이다.

간판시스템은 JIT 시스템의 한 요소다. 작업장에서 필요한 자재를 가져오는데 시간이 많이 걸리고, 준비 시간과 로트 크기가 큰 작업 환경에서는 별 의미가 없다. 간판시스템을 사용하기 위해선 JIT 환경이 잘 준비되어 있어야한다. 간판시스템이 사용 가능한 곳은 (1)간판은 연속 공정이 아닌 이산 공정으로 단위당 제품을 만드는데 좋다. (2)간판시스템의 부품들은 매일 사용되어야한다. 간판이 부착된 컨테이너에는 언제든 적시에 제공될 수 있게 가득 채워져있다. 가끔 사용되는 부품에는 EOQ 개념에 맞추어 사용해야한다. (3)매우 비싸거나 큰 부품에는 간판시스템이 적당하지 않다. 그러한 부품은 저장과 수송에 많은 비용이 들기 때문에 주문과 배달은 다른 시스템을 사용한다.⁶⁾ 도요타에서도 모든 부품을 간판으로 하는 것은 아니다. 특별한 몇 부품은 EOQ방식으로 구매한다.

간판시스템은 간판이란 표찰을 이용하여 생산과 이동을 통제한다. 간판의 종류는 크게 인수간판과 생산간판이 있다. 인수간판에는 이동되는 전후 공정과 품번, 품명, 수량, 용기 등이 기재되어 있고, 생산간판에는 생산공정, 품번, 품명 등이 기재되어 있다. 외주업체와의 관계는 인수간판의 일종인 외주간판으로 통제한다. 외주업체의 간판에는 하루에 몇 번 납품하는지가 명시되어 있다.

간판시스템을 사용하기 위해선 간판을 부착하는 부품통(컨테이너)을 준비해야한다. 컨테이너는 표준화가 되어 있어, 컨테이너당 양이 정확해서 재고를 세는 것도, 제어하는 것도 쉽다. 부품 사용 시점에 부품이 가득한 컨테이너의 수는 한 개 내지 두 개이며, 컨테이너의 용량이 작아서 최소한 한 개, 보통은 여러 개의 컨테이너가 매일 사용된다.

도요타 간판시스템의 모든 부품 형태나 부품 번호는 그 부품별로 정확하게 몇 개(작은 량)를 담을 수 있게 특별 설계된 컨테이너가 있다. 간판카드가 부착된 컨테이너는 생산 부서에서 부품을 담아 저장 장소로 이동되었다가, 다음 공정으로 이동되고 다시 저장

6) 신 도요타 시스템 p 76, pp 81-83, pp 480-483

장소로 되돌아온다. 부품은 간판을 바꿔서 가고자 하는 부서로 이동된다. 간판운영을 <그림 1>로 살펴보면 다음과 같다.[9]

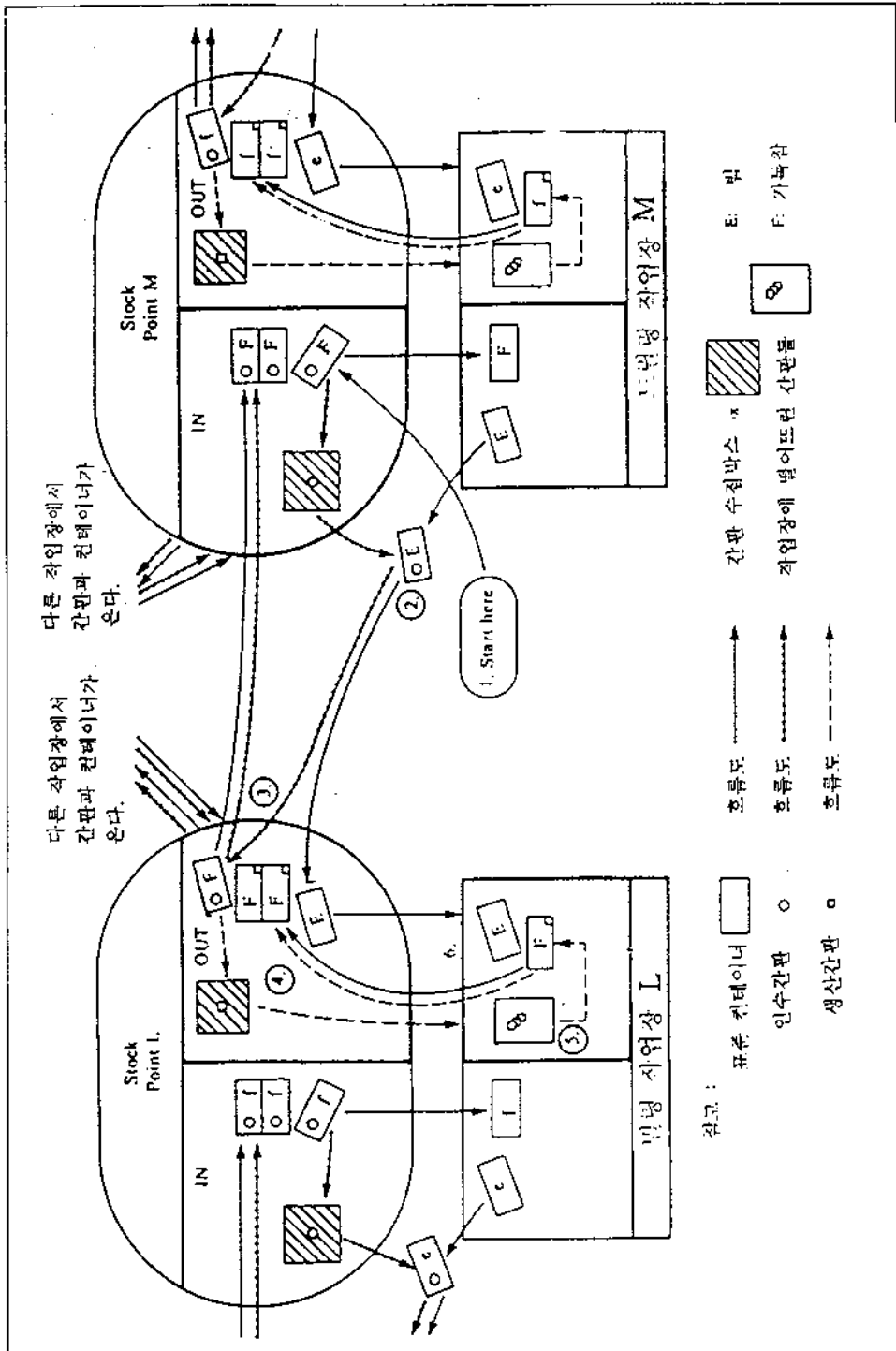
<그림 1>은 두 작업장, 밀링(Milling) 작업과 드릴링(Drilling) 작업사이의 간판과 컨테이너의 흐름이 어떻게 움직이는지 보여준다. 위치 L은 밀링 작업장이고, 위치 M은 드릴링 작업장이다. 간판과 컨테이너의 흐름은 화살표로 그려져있다. 흐름의 순서를 살펴보면 다음과 같다. 그림에서 C-간판은 인수간판을 나타내고, P-간판은 생산지시간판을 나타낸다. (1)<그림 1>에서 "Start here"를 찾는다. 이것은 부품을 가득 담아서 드릴링 작업장에 가져온 것이다. C-간판은 떼어서 작업장 M에 있는 간판수집 박스에 넣는다. (2)드릴링 작업장에서 부품을 사용하고 빈 컨테이너는(그곳엔 C-간판이 붙어 있었던) 모아 놓는다. (3)빈 컨테이너와 분리된 C-간판을 가지고 작업장 L로 부품을 인수하러 간다. 가지고 간 C-간판은 가득찬 컨테이너에 붙여서 작업장 M으로 가져온다. 이 움직임은 작업장 L의 생산간판을 움직이게 하여 생산 활동을 하게 한다. (4) P-간판이 부착된 컨테이너는 작업장 M의 저장소로 인수될 때, P-간판을 떼어서 P-간판 수집박스에 넣는다. (5)작업장 L에서는 일정한 시간 간격으로 모이는 P-간판(밀링에 적용되는)을 가져온다. 이것들은 다음 작업할 작업량이다. 작업장 L에선 수집된 P-간판 수만큼만 생산한다. (6)P-간판이 부착된 컨테이너가 있으면 작업장 L에서는 부품을 생산하여 컨테이너를 채운다.

간판시스템의 단순성과 효율성은 다음의 규칙 속에 나타나 있다. (1)P-간판 없이는 밀링 작업장에선 생산할 수 없다. 또 밀링 작업에선 만들라는 요청 없이는 만들지 않는다. 순수한 pull 시스템이다. (작업자는 간판박스에 P-간판이 없으면 기계를 손질하거나 다른 개선점들을 찾아 개선한다.) (2)각 컨테이너에는 정확히 하나의 C-간판과 P-간판이 부착될 수 있다. 공장내 각 공정간 부품별 간판수는 생산 관리의 중요한 의사 결정 문제이다. (3)표준화된 컨테이너만 사용되며, 정확히 표시된 수량만큼만 채워진다. 따라서 각 부품의 컨테이너 수와 컨테이너의 크기를 조심스럽게 관리하면, 서구에서 수 작업 또는 컴퓨터로 하는 시스템보다 훨

씬 정확하고 간단하게 재고가 관리된다.

위의 규칙 (2)에서 언급한 간판수는 생산 관리에서 조심스럽게 결정할 중요한 문제이다. 너무 간판수가 많으면 재고가 많이 된다. 서구적 생각에서, 간판수가 너무 적기 때문에 재고가 적다고 생각되나 도요타 시스템에선 그렇게 생각지 않는다. 일본인들은 비정상적으로 숨어있는 문제들을 찾아 풀기 위해서 완충재고(완충 인력)를 조심스레 제거했다. 간판시스템 사용은 완충재고 제거 전략 수행에 이상적인 조건을 준다. 현장 반장만이 작업 공정간의 간판을 증가 또는 제거할 수 있다. 간판만 제거하면, 간판이 부착되어 있지 않은 빈 컨테이너는 생산할 수 없다.

간판제거 효과를 <그림 1>의 밀링과 드릴링 작업 예를 통해 보면, 공정은 안정적이고 5개의 간판이 운행 중이라고 하자. 이는 5개의 P-간판과 5개의 C-간판 그리고 밀링에서 작업한 것을 담은 5개의 컨테이너가 있음을 의미한다. 이때 작업장 현장 반장이 간판수를 4개로 줄였다고 해보자. 그러면 밀링 작업장에서는 일반적인 문제가 발생한다. 예를 들면, 어떤 때는 두 시간마다 밀링 작업에서 만든 새로운 제품이 규격에 정확히 맞지 않는 것을 찾을 수 있다. 아마 공구나 배아령이 낡은 것이 원인일 수 있다. 또는 사소한 사고가 자동검사기에 전달되어 작업자에게 경고 신호를 보내 라인을 멈출 수도 있다. 기타 여러 요인으로 준비 작업이 지연될 수도 있다. 이러한 여러 가지 일로 밀링 작업의 속도가 떨어져 드릴링 작업에서 3개의 컨테이너 부품을 모두 사용할 때까지 밀링 작업에서는 4번째 컨테이너를 채우지 못할 수 있다. 그러면 곧 드릴링에서는 부품이 없어서 기계가 쉬게 된다. 드릴링 작업은 일별 일정대로 완수하지 못했으면, 현장의 반장은 대체로 그날의 일정을 맞추기 위해 부족한 부품을 생산하기 위해서 작업자들에게 잔업을 시킨다. 모든 작업자나 반장 모두는 일정을 못 맞춘 것에 책임을 느끼며, 원치 않지만 잔업을 한다. 그리고 기꺼이 일정대로 작업을 못한 숨겨진 문제를 찾아 해결하는데 힘쓴다. 그 문제를 푼 사람에게 상을 주고 다른 사람에게 공개한다. 상을 받기 위하여, 비난을 받지 않기 위하여, 자신의 만족을 얻기 위하여, 갑작스런 잔업을 피하기 위하여, 간판시스템의 작업자는 시스



팀의 생산성을 향상하기 위하여 모두 열심히 지구력을 갖고 일한다. 나타나지 않은 문제의 원인은 문제를 개선하기 위한 시간이 있을 때 분석하기 위해서 자세히 기록해 둔다. 위의 밀링 문제의 예에서, 문제를 해결하기 위하여 다음과 같은 조치를 취한다. (1) 밀링 작업이 일정대로 작업되지 못한 원인을 해결할 공식적인 팀을 만든다. (2) 기계가 멈춘 것을 연구하기 위해서 보수할 것을 요청한다. 특히 가장 최근에 기계가 멈춘 자료를 보수 팀에 제시한다. (3) 작은 문제들은 직접 보수할 수 있게 보수 기기를 현장에 설치한다. (4) 밀링 작업 중 부품의 작은 떨림이 품질 관리 문제에 포함되면, 그 떨림의 원인을 추적한다.

도요타에서는 긴급사태를 타개하기 위한 여러 다른 간판을 사용한다. (1) 긴급 간판: 부품 부족이 발생한 경우 등 비상 경우에 특별히 사용되는 간판이다. (2) 임시 간판: 기계고장이나, 초과근무 등 임시적으로 사용할 때, 사용한다. (3) 수주생산간판: 외주로 수주를 주는 경우 관리하기 위해서 사용한다. (4) 공용 간판: 두 공정이 매우 밀접하여 각각 간판을 사용할 때보다 같은 간판을 사용하는 것이 이익일 때, 사용한다. (6) 간판수거 차량 : 떼어낸 간판은 일정시간이 지나면, 간판수거 차량(자전거나 Auto Guided Vehicle; AGV 등)을 이용하여 수집하여, 생산 부서로 보낸다[2,9].

4. 결론

우리는 도요타 기술을 배울 필요가 있다. 도요타의 JIT/TQC 시스템을 단지 생산 시스템으로만 고려되어서는 안된다. 그것은 회사 운영 시스템으로 활용하고, 그 결과는 회사의 재정적인 이익 이상으로 넓고 많기 때문이다. 도요타 생산 체계가 다른 국가들에 적용될 수 있을까? 도요타 접근 방식은 쉽게 다른 나라에도 전파될 것이다. 그 기본적인 증거는 일본 외의 일본 자회사에서 비일본인에게 일본식 생산과 품질 관리가 운영되고 있는 것에서 찾을 수 있다. 어느 나라든 새로운 기술에 대하여 스스로 접근하면 자신들에게 많은 유용함을 얻을 수 있다.

특히 우리 나라는 여러 관점에서 볼 때 전후(戰後) 일본이 서구를 따라잡을 당시에 품질 개혁을 착수했

을 때의 상황과 유사하다. 이를 다섯 가지로 정리하면 다음과 같다. (1) 차이가 있다는 것을 의식함 : 일본도 한때 "품질이 나쁘다"는 평을 들었으나 오늘날은 일본의 공산품이 질과 생산성에서 뛰어난을 명확히 인식되고 있다. 우리도 일본과의 차이를 의식하고 끝없는 품질 향상과 비용절약의 개선 노력을 하고 있다. (2) 정부의 지원 : 일본 정부는 기업을 적극 지원할 뿐 아니라 앞서서 품질 개선을 유도했듯이 우리도 정부가 적극 지원하고 있다. (3) 선진기술의 과감한 수입 : 전후(戰後) 일본 회사들의 경영자들은 미국을 배우기 위해 대표단을 파견하였고, 많은 학자를 초빙하여 적극적으로 구미의 앞선 기법을 받아들였다. 지금 우리는 어느 나라보다 선진 기술을 과감히 받아들이고 있다. (4) 노하우(Know-how) : 일본 기업들은 단지 구미의 앞선 기법을 받아들일 뿐 아니라, 자신들의 고유한 기술과 접목시켜 그들의 독특한 기술을 개발했다. 예를 들면, 다기능이 있는 것, 정교하게 단순화한 것, 대단히 효과적인 JIT/TQC 시스템 등이다. 우리도 지금 많은 곳에서 선진 기술에 우리 것을 접목하여 개선을 시도하고 있다. (5) 시기 : 전후 일본의 모든 것을 새롭게 시작하는 시기에 기존의 것을 바꾸는 것보다 효과적이었듯이, 우리의 기술은 모두 새롭게 시작한 것이다.

현재 우리 산업은 많은 분야에서 일본과의 차이를 좁혔다. 앞으로 좀더 좁히고 그 다음은 일본을 앞서서 세계에서 우리 상품의 품질을 인정받는데, 우리 학계가 좀더 기여하는 게 의무중 하나라고 생각한다.

【참고문헌】

- [1] 송환식, 홍성찬공역, 신도요타 시스템, 기아경제연구소, 1994
- [2] 門田安弘, トヨタシステム, 株式會社講談社, 東京, 1986.
- [3] "APICS Tours Japan," Production and Inventory Management Review and APICS News, Vol. 2, No. 5, p 7, 1982. 5.
- [4] Monden, Yasuhiro and K. Kusunoki, "Materialization of Just-in-Time and Respect-for-Human System",

International Journal of Production Research, Vol. 15, No. 6. pp. 553-564. 1977.

[5] Monden, Yasuhiro. "What Makes Toyota Production System Really Tick?" Industrial Engineering, pp 8, 1981. 1.

[6] _____, "Adaptable Kanban System Helps Toyota Maintain Just-in-Time Production", Industrial Engineering pp.29-46, 1981. 5.

[7] Richard Tanner Pascale and Anthony G. Athos, The Art of Japanese Management: Applications for American Executives, Simon & Schuster, New York, 1981.

[8] Ray Wild, Mass-production Management : The Design and Operation of Production low-line Systems, Wiley, London, 1972.

[9] Richard J. Schonberger, Japanese Manufacturing Techniques, Free Press, New York, 1982.

[10] William G. Ouchi, Theory Z: How American Business Can Meet the Japanese Challenge, Addition-Wesley, New York, 1981.



이상복
 1983 서울대학교 수학과 학사
 1989 서울대학교 산업공학과 석사
 1992 독일 Kaiserslautern대학 공업수학과 석사
 1993 서울대학교 산업공학과 박사
 1994- 현재 서경대학교 산업공학과 조교수
 관심분야: 생산관리, 품질경영, 최적화



김국
 1979 서울대학교 산업공학과 학사
 1987 한국과학기술원 산업공학과 석사
 1993 한국과학기술원 산업공학과 박사
 1979-95 국방연구원(ADD) 연구원 역임
 1995-현재 서경대학교 산업공학과 전임강사
 관심분야: 신뢰성 및 보전공학, 인간공학, 연구개발관리



인해일
 1980 서울대학교 산업공학과 학사
 1984 한국과학기술원 산업공학과 석사
 1988 한국전자통신 연구소(ETRI) 선임연구원 역임
 1994 미국 아이오와 주립대학교 산업공학과 박사
 1995-현재 서경대학교 산업공학과 전임강사