

生産工程計劃에 있어서의 Just-In-Time 生産

姜 炳 瑞

〈慶熙大 經營學科 助教授·經營學博士〉

I. 生産工程計劃

生産工程計劃은 資源所要計劃(Resource Requirements Planning)의 기본적인 활동중의 하나이다. 공장 건설시에 기존 또는 계획중인 工程과 作業에 대하여 經營자는 生産시스템을 구성하는 物的·人的 側面을 고려하여 전략적인 의사결정을 하여야 할 것이다. 이 결정에 속하는 것은 특정형태의 生産공정과 부서, 기계 설비 그리고 각종 부속물이다. 경제원칙에 따른 生産活動을 위하여서는 전체적인 生産시스템이 효율적이 되도록 工程을 설계해야 할 것이다.

本稿에서는 먼저 기업의 중요한 전략적인 의사결정을 내포하고 있는 生産工程計劃에 대하여 언급하기로 한다. 그리고나서, 현재 공정설계에 있어 새로운 접근방법으로 알려지고 있는 Just-in-time (JIT)生産方式에 대하여 서술하며 그 핵심이 되는 日本의 간반(Kanban) 시스템에서 이루어지고 있는 內容을 알아 봄으로써 우리나라의 生産工程運營에 조그만 도움을 주고자 한다.

生産工程이나 機械設備의 선택은 生産量에 직접 영향을 주며 또한 生産性を 좌우한다. 뿐만 아니라, 工程과 設備에는 비용과 품질의 문제가 대두되어 이 선택은 중요한 의사결정이 되는 것이다. 막대한 자본비용의 지출이 상부경영자에

의해서 결정되는 것이므로, 운영담당자들은 최선의 生産성, 품질 그리고 비용의 構成이 되도록 올바른 工程을 선택하여야 한다.

여기서 工程이라 함은 原資材를 投入하여 完製品을 産出하는데 필요한 作業의 유기적인 시스템을 뜻한다. 技士들은 적절한 공정을 선택할 때에 原資材의 특성, 기술 그리고 完제품의 성격에 대하여 완전히 파악하고 있어야 한다. 예를들면, 제조업에서 현재 연구되고 있는 것중의 하나인 高速機械(High-Speed machining)가 있다. 切削速度는 原資材 특성과 刀具 자체에 따라 달라진다. 알루미늄을 자를 때의 전형적인 刀具의 속도는 一分当 600미터를 돌아가지만, 고속기계를 사용하면 一分当 9000미터를회전한다. 이렇게 高速度로 切削될 때에 技術者는 資材의 物理的 構造變化와 切削刀具의 磨耗에 대하여 잘 알고 있어야 한다. 이러한 문제들은 운영비, 노임 그리고 고정비용에 과중한 부담을 줄 수 있기 때문이다.

工程에 관련된 의사결정은 生産工程 그 自体 뿐만 아니라, 시장에서의 需要量과 製品品質 같은 마케팅 요인도 중요하다. 英國의 롤스로이스 자동차는 세심한 주의를 가지고 손으로 작업된다. 심지어는 라지에터에 만든 사람의 이름이 새겨져서, 자동차 사고나 다른 이유로 그 부분이 손상되었을 때 같은 사람이 수리할 정도이다.

반면에 日本과 美國의 자동차 조립은 산업로봇 또는 다른 대량생산 기술을 이용하여 이루어지고 있다. 우리는 이 두가지 형태의 공사에서 발생하는 비용과 공정이 크게 다르다는 것을 알 수 있다. 따라서 工程選擇은 經濟的, 量的 그리고 質的인 여러요소에 의하여 좌우된다.

生産工程設計는 첫째 生産의 흐름分析和 둘째 生産設備의 選定으로 구성된다. 생산흐름의 連續与否에 따라 生産形態는 斷續生産(Intermittent Production)과 連續生産(Continuous Production)으로 区分할 수 있다. 斷續生産은 작업흐름이 斷續的 이어서 個別生産을 하거나 ロット斷續生産의 形態를 가진다. 이 경우의 예로서는, 造船, 産業用·機械製造 그리고 구두제조 같은 것이 있다. 連續生産은 생산의 흐름이 연속적이기 때문에 小品種多量生産이 되어 斷續生産의 特性인 多品種少量生産과 비교된다. 연속생산의 적합한 예로서는 精油工業, 化學工業, 그리고 자동차 제조업 등이 있다.

適合한 生産工程이 결정되면, 필요한 기계설비를 선정하여야 한다. 기계설비의 선정목표는 가장 경제적인 비용으로 우량의 품질을 유지하면서 生産工程에 요구되는 目標 產出量을 달성하는데 있다. 生産形態에 따라 기계설비는 一般目的設備(General-purpose equipment)와 特殊目的設備(Special-purpose equipment)로 나눌 수 있다. 일반목적설비는 多角的으로 응용될 수 있는 제조능력을 가지고 있어, 응용도가 크고, 維持가 용이하고 또한 작업준비시간이 빠르다. 旋盤이나 研削機같은 것이 이에 해당하며, 多品種 生産이나 注文生産에 적합하다. 이設備는 새로운 기술이 도입된 후에도 쉽게 노후되지 않아서 계속해서 쓸 수 있는 장점이 있다. 반면에 특수목적설비는 단지 하나 혹은 두가지 정도의 응용이 가능하다. 그러나 自動化(Automation)와 數値制御(Numeric control)의 특성을 가지고 있어 신속한 生産이 가능하다. 少數의 생산라인과 多量生産을 위해서는 특수목적

설비를 이용하면 상당한 利點이 있게 된다. 그러므로 기계설비의 선택문제에서 고려되어야 할 것은 작업이용도의 다양성, 생산량 그리고 비용이다.

生産흐름의 分析이 끝나고, 각 공정에 배치할 기계설비가 선정되면, 作業工程間의 작업의 흐름이 分析되어야 한다. 이 分析은 제품생산에 필요한 각 공정 내지 작업을 명확히 하기 위한 것인데 여러가지 도표를 이용하면 편리하다. 제품의 製作設計圖를 이용하면 필요한 부품의 종류 수량을 비롯하여 작업설비와 소요공정 등을 알 수 있다. 만일에 제품의 생산공정이 거대하고 복잡할 때에는, 工程 전체를 한눈에 파악할 수 있도록 組立工程圖表(Qssembly chart)를 이용할 수 있다. 또한 作業工程圖表(Operation process chart)를 이용하면, 각 공정에서 필요한 작업의 내용이나 순서를 잘 알 수 있다. 이와같이 工程分析에서는 作業內容과 作業方法에 관하여 결정하고 설계한다. 그래서 원자재나 부품이 加工, 移動, 檢査, 遲滯, 貯藏되면서 하나의 제품으로 形成되어 가는 과정을 工程이라는 分析單位로 연구하여 작업흐름이 원만하게 이루어지도록 하는 것이 作業工程分析의 目標이다.

II. Just-In-Time 生産

이상에서 生産工程計劃의 내용을 서술하였으며, 작업분석은 공정의 非合理的인 요인을 改善하기 위해서 이루어져야 한다는 것을 記述하였다. 그런데 일반적으로 우리가 흔히 볼 수 있는 생산공정 형태는 大量生産(Mass production) 体制이다. 이것은 反復生産(Repetitive production)이라고도 불리우는데, 자동차, 냉장고, TV 등의 제품을 만들 때에 적용이 된다. 반복 생산에서는 똑같은 혹은 비슷한 작업이 계속적으로 이루어지면서, 일련의 작업순서를 통하여 資材가 중단되지 않고 계속 흐른다. 이러한 반복적인 생산으로 在庫와 製品調達時間을 단축

시킬 수 있으며, 나아가서 生産性을 높이고 비용을 절감할 수가 있다.

그러나 이 생산체제가 효과적으로 운영되기 위해서는 경영자와 작업자 간의 신중한 계획이 필요하다. 日本에서는 이러한 잠재적인 가능성을 실현시키기 위하여 反復生産에 대한 새로운 접근방법을 모색하였고, 이것을 Jsut-In Time (JIT)生産이라고 부른다. 이 方法은 처음에 도요다 자동차 회사에서 시작되었고 최근에는 몇몇 다른 회사에서도 채택하고 있다.

JIT생산의 기본개념은 適時에 適量으로 생산해 내는 것이다. 예를들면, 자동차를 만들기 위하여 부품을 조립할 때, 前工程의 中間組立品이 適時에 適量으로 생산라인에 도착하도록 하는 것이다. 이 JIT생산은 부품이 필요한 시기와 장소에서 쓰이도록 계획되는 資材所要計劃 (Material requirement planning : MPR)과 비슷한 의미를 주는 것 같지만, JIT에서는 필요한 時期에만 부품이 생산되도록 하는 것이다.

JIT생산의 목적은 계획된 생산량을 예정대로 착오없이 성취하는 것이다. 단 한 개라도의 과잉생산은 하나가 부족한 경우와 마찬가지로 나쁘다고 생각한다. 최소한의 必要量을 넘는다는 것은 낭비로 간주되는 것이다. 그 이유는 현재 남아 돌아가는 노력과 자재는 당장에 사용될 수가 없기 때문이다. 이 생각은 미국 기업가들에게 생소한 개념으로 받아들여졌다. 이들은 좋은 성과는 항상 예정에 맞게 생산하거나 또는 그 이상으로 생산하는 것으로 생각하였다. 실제로 미국에서의 生産 慣習은 만일의 경우 (Just-in-case)에 대비하여 加外로 在庫를 가지고 있다. 그러나 이러한 시스템은 과잉재고, 설비 또는 인력을 갖게 되어, 실지로 工程間에 불균형을 가져오기 쉽다.

도요다 생산시스템에서는 낭비를 줄임으로써 비용을 절감할 뿐 아니라, 日本人의 근면성, 고도의 능력 그리고 好條件의 작업환경을 통하여 작업자의 능력을 최대로 이용한다. 즉, 작업자들을 하나의 人間으로서 대우하며 그들 스스로

최고의 능력을 보일 수 있도록 시스템을 강화해 나간다.

JIT에서는 이상적인 로트크기 (Lot size) 를 한 單位로 본다. 서로 연결되어 있는 작업장을 하나의 거대한 네트워크의 생산공정으로 간주하며, 각 작업자는 그가 맡은 부품을 완성하여서 後工程의 작업자가 준비되었을 때 직접 넘겨줄 수 있도록 하는 완전한 작업배치가 되도록 한다. 작업과정에서 전혀 지체가 없도록 하면서 다음의 목적을 달성하고자 한다.

- (1) 수요변화에 신속히 대응한다.
- (2) 재고투자를 극소화한다.
- (3) 생산조달시간을 줄인다.
- (4) 어떠한 品質문제라도 露出し킨다.

在庫問題에 대해서 애쓰는 일본기업의 열성은 놀라울 정도이다. 애초부터, 재고는 재산이 아니라 否定的인 것 (負債)으로 생각한다. 재고의 가치는 否認되며 심지어는 惡의 根源이라고 까지 말한다. 作業場에서는 在庫가 거의 허용되지 않기 때문에, 공정에서 잉여부품을 남기는 조그만 오차가 나와도 곧 눈에 띄게 되어 조치가 취해지게 된다.

복잡한 대단위 제조공정에서 각 작업자들이 서로 가까이 일할 수 있는 것은 불가능하다. 작업 네트워크에는 또한 外部 下請業者들이 포함되어 있다. 日本 企業은 작업대 사이의 이동시간이 허용되어야 한다는 것을 인식하면서, 移動物 크기는 될 수 있는대로 적게 하였다. 전형적인 내부 로트크기는 하루 생산량의 $\frac{1}{10}$ 이며, 하청업자는 소량단위로 하루에 몇 번씩 공급하며, 그리고 시스템에서 로트를 줄이려는 노력을 지속적으로 기울여 왔다.

JIT생산은 필요 이상의 여유를 갖지 않는다. 각 부품이 수렴될 때에는 正確하게 만들어진 것으로 생각한다. 부품을 생산할 필요가 있을 때에는 해당되는 기계가 이용되며, 모든 納品約束은 예정대로 지켜진다고 기대한다. 따라서 일본기업은 품질, 예방조치 그리고 생산에 참여하는 모든 사람의 높은 상호신뢰를 강조한다.

JIT생산 개념을 이용하려면 생산흐름을 가능한 원활하게 하여야 한다. 만일에 後工程에서 불규칙적으로 부품을 사용한다면, 前工程은 수요가 최고로 많아 질 때를 대비하여 부품 재고 또는 人力을 확보하고 있어야 한다. 이러한 현상이 전체공정에 미치는 영향은 至大하므로, 생산변동을 최소한으로 줄이는 노력이 필요하다. 그래서 조립라인에서는 최소의 롯트크기를 유지하려는 것이다. 또한 日本企業은 月別生産計劃을 수립하여 수요변동의 충격을 최소로 줄인다. 반면에, 미국기업은 1년 단위로 이 문제를 해결하려 하기 때문에 잘 되지 않는 경향이 있다.

일본 기업에서는 기계의 時間當 生産能力을 최대로 이용하는 것에 대하여 그다지 관심을 가지고 있지 않다. 미국 기업에서 어떤 기계가 한 시간에 100개의 부품을 만드는 능력을 가지고 있고 만일 500개가 필요하다면 그 달의 所要量을 얻기 위하여 다섯 시간 동안 기계를 가동할 것이다. 그러나 일본기업은 필요한 만큼만 한 달동안 매일 20개 정도씩 생산할 것이다. 이와 같이 원활한 생산시스템은 일정한 속도나 또는 固定 產出量으로 부품을 생산해 낸다. 이 시스템의 장점은 각 공정에서의 롯트크기를 바꾸지 않고 점진적으로 롯트의 頻度를 바꿈으로써 수요변동에 부드럽게 적응해 나갈 수 있는 점이다.

生産性에 대한 일본식 접근방법은 소규모 롯트로 생산이 되어진다는 점이다. 만일에 기계 준비시간이 數時間 걸린다면 이 생산방식은 도입은 불가능하다. 준비시간을 고정시간으로 인정하는 대신에, 롯트크기를 (매우 작게) 결정하고 그리고 작업준비시간을 줄이기 위하여 노력한다. 이것은 일본식 방법의 중요한 요소이다.

이 분야에 있어서 일본 기업의 성공은 놀랍다. 한 예로 800톤 짜리 압착기를 준비하는데 그들은 불과 10分 밖에 소비하지 않는다. 같은 일을 하는데 미국에서는 6시간, 서독에서는 4시간이나 걸린다. 일본 기업은 압착기같은 거대한 기계뿐 아니라 조그만 鑄造機械나 표준기계

공구의 중요성도 강조한다.

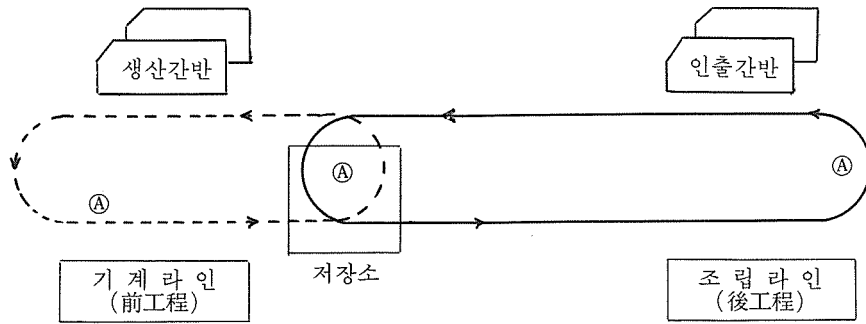
生産工程이 日程計劃대로 동시에 이루어지도록 하여 중앙집권계획에만 의존한다면, 수천의 부품으로 구성되어 있는 자동차같은 제품의 組立工程에서는 JIT를 실현시키는 것이 어렵다. 도요다 공장에서 행하는 시스템은 생산 흐름을 逆으로 보는 것이다. 즉, 작업자는 필요한 시간에 필요한 量을引出하기 위하여 前工程으로 간다. 前工程이 하는 일은 다만 引出된 부분만큼만 보충하면 되는 것이다.

이러한 생산방식에는 단순하고 자동 조정이 가능한 통제시스템이 요구되는데 필요한 내용은 간반(Kanban)에 기록되어 있다. 간반은 영어의 카드(Card)에 해당하는 뜻이 된다. 所要品目과 所要量 등이 카드에 기록되어 있고, 그 카드는 部品이 引出되고 生産되도록 指示하는데 쓰여진다. 간반은 後工程으로 부터 前工程의 작업자에게 보내진다. 따라서 공장의 많은 工程들은 간반으로 서로 연결되어 진다. 이 공정의 연결로 생산에 더 효과적인 통제가 가능하도록 한다. 이 카드는 공장내에서 순환될 뿐 아니라, 외부 하청업자와의 거래에서도 通用된다.

간반카드는 생산간반과 인출간반 두가지가 있다. 생산간반은 컨테이너에 부품을 만들어내는 것을 지시하며, 인출간반은 부품을 꺼내어 쓰고 빈 컨테이너를 이동시키도록 한다. 컨테이너 속의 部品 量은 절대적으로 고정되어 있다. 또한 두 간반카드는 컨테이너에 부착되어 유통된다. 生産量에 변화가 있을 때에는 컨테이너가 추가되거나 또는 제거된다. 安全在庫는 이미 생산량 계획에 포함되어 있으며, 豫상적으로 하루 수요량의 10%를 넘지 않는다. 롯트의 크기가 작아서 在庫品을 따로 저장할 필요가 없으며, 그래서 재고비용을 크게 줄일 수 있다.

두 작업대 사이의 간반카드의 흐름은 다음 그림으로 설명된다.

先工程인 기계라인에서 부품 A를 만든다. 그러면 이것은 기계라인 근처의 저장소에 생산간반과 함께 보내진다. 제품조립을 위하여, 조립



라인은 인출간반과 함께 그 부품을引出하려 빈 컨테이너를 가지고 저장소에 간다. 後工程의 작업자는 필요한 量을 취하고, 붙어있던 생산간반을 떼어낸 후 인출간반을 부품이 들어있었던 컨테이너에 부착시킨다. 그리고 이 작업자는 부품을 가지고 조립라인으로 되돌아 간다. 기계라인에서 온 빈 컨테이너는 다시 되돌아가고 생산간반은 간반接受臺에 회수된다.

기계라인은 다시 引出된 만큼의 생산주문을 받아 생산하며, 생산간반은 作業配定(Dispatching)에 대한 情報역할을 하게 된다. 공장과 하청업자 사이에 간반시스템이 통용된다면, 納品도 마찬가지로 이루어진다. 생산간반은 하청업자의 납품서류로 쓸 수가 있으며, 인출간반은 하청업자의 생산을 통제하는데 쓸 수가 있다.

비록 부품 A의 수요가 계획보다 많아져도 생산량은 순환중인 간반에 표시되어 있는 量을 초과하지 않으며 시스템은 변화에 따라 자체조정된다. 수요 변화에 따른 간반카드 數의 점차적인 증감으로 10~20%의 변화는 전체적으로 쉽게 조정되어 질 수 있다.

全體 生産시스템은 지시받은 대로 행하는 각 작업자에 촛점이 맞춰진다. 사실 일본기업의 작업장에는 미국의 것과는 달리 生産調整者가 없다. 순조롭게 되는가를 확인하기 위해서는 단지 라인감독자에 의존한다. 협동적인 작업자의 태도가 성공의 필수적인 요소이다.

간반시스템에 기초한 JIT生産시스템이 미국의 그것보다 큰 효과를 거둘 수 있는 이유는 적절한 수요관리와 제품조달시간 관리의 특징에

기인한다. 또한 릿트크기가 작기 때문에 효과적인 品質管理가 가능하다. 한 릿트에서 처음과 마지막의 두 품목만 검사하여, 이것들이 완전무결하다고 판결되면, 릿트에 있는 그외의 것들도 완전하다고 가정할 수가 있을 것이다. 이러한 검사법은 표본크기를 둘로 하는 목표를 달성할 수 있다. 나아가서, 全社의 自發의인 품질 관리는 생산성 증대에 크게 기여하였다.

간반시스템을 도입 이용한 결과는 상당히 인상적이다. 도요다의 도움으로 이 제도를 도입한 일본의 自動車機器라는 品部會社는 생산성이 두배로 늘어났고, 자본회전율은 세배가 되었다. 또한 초과근무시간과 많은 空間을 줄일 수 있다.

III. 結 言

JIT시스템이 實用되고 있는 도요다 생산시스템에서 행해지고 있는 內容을 알아 보았다. 이 시스템의 중요한 目標로서는 在庫投資를 극소화시키며, 고객서비스의 극대화와 공장의 효율성을 最適化하려는 것이다. 특히 反復生産의 특성을 파악하여 원활한 생산시스템을 유지하려는 것이 JIT생산시스템이다. 이의 目標은 部品를 適時에 適量으로 공급하는 것이다. JIT生産은 일률적인 作業의 負荷, 간반생산통제시스템 최소화된 작업준비시간, 노사간의 협조적인 태도, 하청업자와의 상호신뢰성 등에 의하여 성취될 수가 있다. 이와같은 생산시스템은 비단 제조업뿐만 아니라, 우리 주변에 있는 다른 업종분야에서도 적용시켜서 生産性を 높일 수 있다고 보겠다. *