



## 日本の製造技術, 21世紀에의遺産

### 1. 解體되는 FMS

『좋은 물건을 싸게』 만드는 기술을 무기로 전후 수차례의 불황을 뚫고나온 일본의 공장 시스템이 지금 변하려고 하고 있다. 노동시간 단축의 추진과 젊은 노동층의 감소 및 제조업 이탈이라는 장기적인 과제에 직면하면서, 지금까지의 목표였던 자동화, 로봇화, 컴퓨터화를 계속 추진한다해도 문제가 해결될 수 없겠다고 하는 점을 피부로 느끼기 시작했다. 1910년대 미국의 포드사에서 대량생산방식을 확립시키자, 이를 본 따 변질시킨 다품종생산방식으로 50년대에 일본에서 토요다자동차를 만들어 냈다. 이후 40년이 지난 90년대에는 『새로운 공장시스템』이 탄생하게 되는 10년이 될 것으로 보인다.

#### 《時間이 걸리는 工程變更》

자동창고, 운반장치, NC공작기계라는 최근까지의 “3가지 神器”를 컴퓨터로 통합관리하는 FMS는 공장의 이상이였다. 그런데 그것이 지금은 급속히 퇴색하면서 “해체”를 서두르고 있는 공장이 늘고 있다. 『특정한 조건하에서의 자동생산은 대단히 효율이 높았었는데』라면서 富士제록스의 부품생산회사인 鈴鹿富士제록스의 浜口健 生産技術部長은 회상에 잠긴다.

토너에 電荷를 가하는 마그네트 롤, 文字·畫像을 열로 종이에 정착시키는 고무 롤 등의 기능 부품과 프레스 성형부품 등을 제조하는 이 공장은 82년 완성당시에는 “차세대 공장”, “FMS의 모델”이라고 평가되어 많은 방문객을 맞이했었다.

자동창고에서 무인반송차로 반출된 금속재료는 전부 17대의 NC선반, NC타렛트펀치 프레스가 자동가공하며, 컴퓨터에 의한 일괄관리와 24시간 연속가공도 가능하여 약 70종의 『다품종 소량생산』이 가능한 시스템이었다.

그런데 이 시스템이 의외로 유연하지 못하다는 것이 몇년 후에 노출되기 시작했는데, 『최대의 결합은 공정을 변경하는데 시간이 너무 걸린다는 것』이었다. 다품종을 자동생산하는데는, 本社가 어떤 물건을 어느정도 필요로 하고 있는가, 어떤 가공소재를 어느 파렛트에 몇개 쌓을 것인가, 가공에는 어느 공구를 사용할까 등을 상세히 계획하여 시스템을 구축하지 않으면 안되기 때문이었다.

#### 《頭腦가 있는 現場으로》

그러나 母會社の 주문이 소량·단기 납기화 됨에 따라 일단 구축한 시스템을 잇따라 변경하지 않으면 안되게 되었다. FMS는 이론적으로는 일손이 절약되고, 해를 거듭할수록 償却코스트도 줄어들어야 되는데도 실제로는 공정변경에 많은

일손이 필요하여 제조원가도 처음에 비해 20%나 상승했다. 제조현장으로부터의 공정변경요구를 적시에 대응할 수 없게 됐는 바, 『오늘 접수한 변경의뢰가 실현되는데는 앞으로 3년이란 세월이 걸리게 되어 그만 공장해체를 하기로 결심했다』(浜口 部長)라고 하고 있다.

신체제로의 移行은 현재 최종단계에 와있는 바, 한 대의 컴퓨터로 전부를 관리하는 것이 아니라, 샤프트 가공·프레스·수지성형품 등 제품별로 별도로 자동화를 추진한다. 즉 極集中管理로부터 分散管理로의 이관이다.

아울러 시스템을 만드는 주체도 현장의 공장종업원이 된다. 지금까지는 공장내의 생산관리시스템이 담당하고 있었는데, 그러한 사람가운데 한 사람인 총무부의 落合 敏彦 氏は 『업무가 변했다. 전에는 시스템을 만드는 것이 업무였는데 지금은 현장 스스로 시스템을 만들 수 있도록 그들을 교육시키는 것이 업무』라고 한다. 생산관리시스템이 “두뇌”이며 현장종업원은 “手足”이라고 하던 생각을 떨쳐버리고 “두뇌”가 있는 유연한 현장을 만들고자 하고 있다.

長野縣 伊那谷에서도 한 공장의 해체가 진행되고 있다. 저항기가 주력상품인 전자부품메이커 KOA는 재작년부터 주력인 두 공장에서 각종 자동공작기계와 벨트컨베이어를 철거했으며, 금년 3월까지 사용하던 大型自動倉庫도 폐쇄했다. 『유행을 따라, 반도체 공장같이 하이테크공장으로 하고 싶었던 것도 사실이다』라며 向山 社長은 반성하고 있다.

KOA에서는 80년대 중반까지 공작기계메이커로부터 한대당 1억엔 정도하는 설비를 잇따라 구입, 완전 자동화 라인을 구축했다. 범용 저항기의 수요가 장기간에 걸쳐 증대하고 가격은 한개당 0.4엔 정도까지 내려가니, 手作業에 의한 생산으

로는 채산이 맞지 않는다고 판단했다. 그런데 현실은 정반대였다. 공장전체로는 오히려 재고가 늘어나고 새로운 생산준비를 하는데 시간이 너무 걸려 채산이 악화됐다.

### 《手作業으로 在庫를 줄이다》

낙관적인 전망에 反해서, 범용저항기의 수요는 반도체메모리의 보급에 의해 점점 감소되었으며, 반도체는 오히려 미처 처리할 수 없는 특수사양품의 주문비중이 늘어, 종래의 경직된 자동화 라인으로는 유연하게 대처할 수 없게 됐다.

이러한 사유로 대규모의 자동설비를 폐기하고 라인작업도 중지, 수작업을 늘렸는데, 지금은 종업원이 함께 모여 수작업으로 팔크기 정도의 저항기를 만들고 있다. 덕분에 86년도에 2.5개월분이었던 滯留在庫가 92년도에는 0.7개월분까지로 개선되었다고 한다.

자동화라인을 고집하는 同業他社를 예의 주시하면서, KOA는 이번 불황하에서도 열심히 특수사양의 소량주문을 받아모아 거꾸로 시장점유율을 늘려, 매상고를 높이고 있는데, 더욱이 특수사양품은 범용품보다 비싼 값에 팔리고 있다. FA화의 조류에 역행하여 해체를 진행시킨 결과 생산효율이 상승한 富士제록스, KOA의 사례는 현실에 맞는 공장설비의 원점을 다시 한번 일깨워준다 하겠다.

## II. 사람을 活用하는 投資

『막대한 돈을 들여서 그들은 무엇을 하고 싶어했는가, 수단과 목적을 착각했던 것은 아닐까』 도요다자동차의 白水이사는 작년말 어느 모임에서의 이야기를 상기하면서 이렇게 말하고 있다.

### 《勞動市場이 犠牲》

불란서 자동차 메이커인 푸조·시트윈·그룹의 생산기술담당간부 여럿이 작년 말 愛和縣豊田市の 도요다자동차를 방문했었다. 同그룹은 자동화에 대단히 열성적이었는데 90년에 도요다가 유럽을 방문했을때, 『조립공정은 자동화율이 30%, 저쪽은 40%』라는 등으로 자기들 공장을 뽐내듯 설명했다. 白水氏는 그 때를 상기하고 『그곳의 자동화는 그 이후 어떻습니까』라고 묻자 그들은 일순 서로 얼굴을 쳐다보면서 『실폐입니다』라고 대답했다 한다.

그후, 금년들어 1월에 푸조가 약 2,600명, 2월에 시트윈이 약 1,600명을 감원시킬 계획을 발표하바 있다. 白水이사는 재삼 『자동화 투자는 어디까지나 인간을 위한 수단』이라고 자기자신을 일깨우고 있다.

원래 도요다는 자동화 투자에는 신중했었으나 89년경부터 급속히 확대시켜나갔는데 그 배후에는 다품종생산에 강한 일본의 제조기술의 상징인 『Just in time 방식』이 한계에 도달했기 때문이다.

後공정이 前공정에 필요한 부품을 필요한 양만큼만 가지러 간다라고 하는 故 大野氏가 고안해낸 생산방식은 다종다양한 車를 재고없이 생산할 수 있게 했다. 다종다양한 車를 단기납기로 생산할 수 있다는 것은 고객을 늘리는 것과는 같은 효과가 있다. 한편, 재고가 없다는 것은 이익의 증대와 재무내용의 개선과도 일치한다. 즉 이러한 방식은 경영에 있어서의 二代마켓트인 고객시장과 자본시장에 강한 방식이었다. 그러나 이 강점은 제3의 마켓트인 노동시장을 희생시키는 면도 있다.

예를 들면 노동시간인데, 어느 공정이고 재고를 극력 억제하고 있기때문에 어느 한 공정에서

트러블이 발생하게 되면 후공정에서 작업하는 사람은 고장을 고칠 때까지 기다리지 않으면 안된다. 따라서 당연히 長時間 勞動을 하게된다. 또한 젊은 남성의 노동력을 전제로 하고 있기 때문에 육체적으로 힘든 공정도 많다. 90년에는 조립공정의 이직율이 30%나 났다고 한다.

이러한 환경을 개선하기 위해 큰 마음먹고 자동화를 시도한 “모델공장”이 91년 10월에 가동한 田原 工場과 작년말 본격적으로 가동하기 시작한 도요다자동차의 九州 宮田 工場이다.

타이어의 체결공정, 엔진과 車臺의 조립공정 등을 자동화하고, 또 구부러서 작업하지 않도록, 높이를 조절할 수 있는 독립한 臺車위에 차량을 올려놓고 운반하도록 하는 등의 개선을 하고 있다.

### 《生産擴大局面에 대비》

『현재는 불황으로 주춤한 상태이나 앞으로 닥쳐 올 생산확대국면이 오히려 더욱 무섭다』라고 자동차산업을 잘 아는 藤本 東京大學經濟學部助教授는 지적하고 있다. 현장의 작업환경을 포함한 전반적인 개발체제를 정리하지 않으면 時短, 노동인구의 감소, 증산의 세가지가 서로 맞물려 時間工依存이 높아지게 된다. 이렇게 되면 금료가 높은 時間工에 불만을 품은 本工의 이직이 늘어, 더욱 時間工에 의존해야하는 악순환에 빠지고 만다.

95년을 피크로 젊은 노동력은 감소하는 한편, 계속해서 근무하고자 하는 中高年層과 여성노동력은 늘게되는데 이들이 일하기가 어렵게 된다면 공장은 한계에 부딪치고 만다. 인간적인 공장을 만든다는 것은 이제는 걸치레가 아니고 자기 이익으로 되어가고 있다.

### III. CIM 보다 HIM

『자동화된 공장만이 CIM인 것은 아니다』라고 富士電機, 吹上工場の 村山部長은 주장하고 있다. 89년에 가동한 電磁開閉器제조공장인데 130대의 자동화설비가 설치된 현장을 컴퓨터棟과 연결, 수주로부터 출하까지의 정보를 일괄관리하고 있다. 가동 이래 제조기술상도 수상했으며 방문객이 줄을잇는 등 주목을 끌어왔다.

#### 《보이지 않는 최신 설비》

그러나 村山氏は 『FA와 FMS에 너무 치우치다 보면 CIM의 원점을 잃어버리게 된다』라며 쓰게 웃는다. 『여기도 CIM을 시도했던 공장이다』라고 하면서 村山氏가 안내한 곳은 吹上工場の 2層인데, 아주 잘 FA화 되어있는 1층의 CIM 라인과는 달리, 최신 자동화설비는 전혀 눈에 띄지 않고 공장종업원이 手作業으로 中大型의 전자개폐기를 조립하고 있다.

뚜렷하게 돋보이는 공장은 아닌데도 村山氏는 이 2층을 『CIM의 인간라인』이라 부르며 자랑하고 있다. Human의 머릿글자를 따서 CIM이 아니고 HIM이라고도 표현하고 있다. 『CIM의 기본은 눈에 보이는 물건을 만드는 부분과 어떠한 순서에 의해 만들게 할 것인가 하는 정보의 부분을 연결시키는 것이다. 물건을 만드는 것은 로봇이던 인간이던 기본은 변치않는다』라고 한다. 종업원이 분주히 왕래하는 2층은 효율이 나쁜 것처럼 보이는데, 『제품의 특징을 고려한 최적생산시스템을 추구했던 바, 사람의 손으로 만드는 것이 제일 효율적이라고 판단됐다』라고 村山氏는 말하고 있다.

1층에는 1개당 수천엔하는 소형전자개폐기를 월간 40만개나 생산하고 있는데 이러한 공장에는

자동화라인이 적합하겠다. 이에 비해 2층에서 생산하는 것은 1개당 10만엔이나 하는 中大型으로 월간 4만개정도 만들면 족하기 때문에, 사람을 쓰는 편이 발주량의 변화에 유연하게 대응할 수 있다고 한다.

#### 《U字型 라인의 導入》

2층의 개선된 점은 제품기종별로 『U字型 라인』 도입이다. 종래는 자동공작기계를 부분적으로 도입한 직선적인 작업라인으로 생산했으나 작년 여름부터 2~3인의 종업원이 U字型의 『工房』 속에 들어가 간단한 공구와 수작업으로 조립하는 생산방식으로 바뀌었다. 현재 U字型라인은 10개인데, 최초로 조립하는 사람과 최후에 끝마무리하는 사람이 같은 사람인 점이 특징이다. 『U字』의 출입구에 한사람이 서 있어, 우선 전표로 오늘 물량을 정해주면, 이 전표를 받은 출입구의 사람이 시간배분을 고려해서 적절한 페이스로 만들어 나간다. 최초의 조립이 끝나면 옆에 있는 사람에게 넘겨줘서 차례대로 조립해 나가는데 최초의 사람이 최후로 완성시켜 搬送係에 넘기는 식이다.

U字型라인은 『1개씩 흐름』식의 사고에 바탕을 두고 있다. 라인에는 1인당 1개분만이 흐르게 된다. 따라서 한 개의 주문이라도 즉석에서 대응할 수 있을 뿐더러 다른 기종을 만들어 낼 때도 준비를 쉽게 할 수 있다.

또한 몇시간내에 몇개를 생산할 수 있는지를 정확히 알수 있어 너무 많이 만들거나 결함품의 발생시 즉석에서 대처가 가능하다.

더욱이 인간은 로봇과 달라서 만드는 방법은 스스로 연구도 한다. 실제로 U자형 라인에 처음은 3인이 작업을 하고 있었는데 작년 가을부터 개선을 한 바, 2인으로도 족하게 됐다. 종래의 흐

름작업에 비해 요원은 1/3이하이다. 라인의 길이는 50%, 제조시간은 20분에서 2분으로 크게 단축됐다.

### 《徹底하게 投資 節約》

생산계획의 명령과 생산현황은 문서나 게시판으로 모두가 알 수 있도록 했다. 또 2층의 CIM은 미완성 상태이기는 하나, 부품공급계와 반송계가 파악하고 있는 정보를 주컴퓨터에 입력시키기만 하면 값싼 CIM 공장으로서도 훌륭하게 기능을 하게 된다.

오늘의 不況下에서도 吹上工場전체의 손익분기점 비율은 90년도의 70%에서 금년은 90%까지 올라갈 전망이다. 1층의 CIM라인은 50억엔을 투입했는데 설비의 고정비부담이 가중되고 있다.

『자동화 투자는 확대성장을 전제로 함으로 호경기 속에서 CIM의 기본이 변질한면도 있다』라고 村山氏는 말한다. 그래서 2층의 CIM 구축에는 철저하게 돈이 들지 않도록 하는 방법을 모색했는데, 高價인 정보기기와 자동반송차를 사용하지 않는데는 이러한 사유도 포함되어 있다. 全社의 으로는 11개의 공장을, 제조하는 제품의 특징과 규모별로 분류해서 CIM화를 추진하고 있다.

『대량생산, 中少量생산, 개별생산 등의 조건에 부합하는 최적화를 구축하지 않으면 유효한 CIM으로 되지 않는다』라고 판단했기 때문이다.

『CIM이라고 하는 단어의 뜻은 아무래도 좋다』라고 富士電機의 생산기술자들은 생각하고 있다. 유행인 생산관리론에 유혹되지 않고 최적인 물건만들기만을 착실히 추구해나갈 때, 비로소 새로운 공장은 실현 될 것이다.

## IV. 라인의 半을 自動化

고가의 FMS(Flexible 생산시스템)을 도입하기에는 생산량이 적다고하여 공정의 자동화를 태만히 하면 코스트는 올라만 갈뿐, 대량생산에 의한 규모효과가 기대되지 않는 제품의 경우 어떤 합리화 설비를 하면 좋은가...

石川島播磨重工業이 내놓은 답은 『부품을 쫓아서 공장으로 가라』였다.

### 《죽창전법으로 奮闘》

동사 항공우주사업본부의 田無工場. 생산품목은 항공기용 제트엔진의 정밀부품이다. 주로 터빈플레이트(翼)를 정밀가공하는 것인데 생산규모는 라이선스를 가진 미 제너럴·일렉트로닉스(GE)의 1/10 이하에 지나지 않는다. 월산 10대 전후의 엔진 생산대수로는 GE와 같은 자동화라인을 만들 경우 투자효과는 적다.

『우리들이 취한 수단은 소위 죽창전법, 자금부족으로 고민하고 있는데다 미국에 대항하는 苦肉策이었다』 森山治人 공장장은 10년전에 GE의 엔진공장에서 견학한 FMS가 눈에 선하게 남아 있다. 공정의 8할을 기계화한 완벽한 FMS공장은 그 당시 森山氏에게는 합리화의 표본으로 보였다.

흥내를 내어도 되지 않는다. 조금이라도 GE를 따라 잡기 위해 생각해 냈는데 현재는 田無工場의 생산기본이 되고 있는 石播流 『JIT라인』이다.

JIT는 『저스트·인·타임』(Just In Time)의 의미. 그러나 『필요한 때에 필요한 만큼 부품이 공급된다』고 하는 도요다자동차의 원조 JIT와는 약간 취향이 다르다. 石播의 JIT는 『필요한 때 필요한 장소에 사람이 온다』라고 하는 의미가 들어 있다.

예를 들면 충분한 대수만큼 NC(수치제어)장치 부착의 절착가공기가 없는 경우 사내의 여기저기에서 창고에 들어 있는 범용기계를 갖고 온다. 범용기는 무인운전이되지 않고 원래부터 사람이

붙을 필요가 있다. 그러나 가공할 물건이 일직선으로 흐르도록 오히려 범용기를 도중에 넣어 반자동화라인을 짜넣어 본다.

완전한 자동화는 아니나, 곳곳에 인간이 도우면 훌륭하게 가동한다. 요컨대 필요한 때 필요한 장소에 사람이 있으면 좋은 것이다. 종래처럼 물건이 자동기계를 찾아서 공장일을 이동하는 것은 아니다. 물건이 비자동기계의 공정에 왔을 때 사람이 물건을 찾아 저스트·인·타임으로 등장한다. 작업이 끝나면 별도의 작업장으로 옮겨간다. 石播류 JIT는 사람이 물건을 쫓아가는 방식이다.

### 《가공기 개발에도 응용》

JIT 라인구축을 위해 森山씨는 마침 있는 기계를 찾아 자회사와 다른 사업본부에도 알렸다고 한다. 현재 田無工場에는 톱니바퀴의 제작 등 여섯계통의 JIT 라인이 가동하고 있다. 결과적으로 공장의 한사람 한사람이 가공시스템에 정통하고, 단순히 기능만이 아니고 생산기술의 지식을 겸비한 숙련공이 키워졌으며 생각지도 않은 부수효과도 나왔다.

공장내의 사람의 힘만으로 생산설비를 구축하는 自前主義는 개개의 가공기 개발에도 적용됐다. 미 프라트·앤드·호익토니(P&W)가 플레이트에 직경 0.5mm이하의 미세한 구멍을 뚫는 가공기술을 밝히지 않았기 때문에 石播는 약 2억엔을 투입, 독자적으로 레이저가공기를 개발했으나, 나중에 P&W에 기기를 납품하는 메이커를 경유해서 P&W의 가공법을 배운 결과 양쪽의 수법이 놀라울 정도로 닮아 있었음이 판명됐다.

石播의 레이저가공기는 구멍 뚫는 것을 끝낸 순간에 레이저광을 자동적으로 정지시키는 기계의 개발이 포인트가 되고 있다. 필요한 장소이외를 레이저가 도려내지 않도록 하기 위해서다.

플레이트표면을 뚫는 무수한 미세구멍은 안쪽에서 냉기를 불어내도록 하기 위해서 있다. 엔진 성능을 올리기 위해서는 터빈 입구의 온도를 끌어올릴 필요가 있고, 냉기는 플레이트의 표면을 강제 냉각하는 역할을 한다.

P&W가 아무리해도 가르쳐주지 않았던 가공기술을 石播는 텅비어 있던 플레이트의 안쪽에 미리 납을 채워놓고, 구멍이 관통된 순간 폭발적으로 증발하는 납의 연기를 센서로 탐지하는 방법으로 해결했다. 센서로부터의 지령으로 레이저를 빨리 정지시키고 플레이트의 반대쪽에 침식이 미치는 것을 방지한다.

P&W 가공기와는 차이는 단순히 레이저의 조사방향을 가로, 세로로 하는 차이뿐이었다. 自前主義에 의해 공장내에 개발력을 가진 인재가 키워진 증거였다고 할 수 있다.

### 《GE도 人間混合型》

금년 2월 동사 항공우주사업본부장인 大慈상무가 GE에 초대되어 도미했다. 『자산회전율이 금년 중에는 2배가 될 예정』이라고 GE가 자랑하는 최신의 자동화라인을 견학하는 것이 목적이다.

이미 방문한 적이 있는 GE의 엔진공장에서 大慈상무가 본 광경은 『충격적이었다』. 예의 궁극적 FMS 라인은 모습을 감추고, 자동창고가 서있던 장소에는 石播의 JIT와 같은 인간혼합형의 반자동화 라인이 구축되어 있었기 때문이다. GE의 담당자는 가슴을 펴고 소개했다. 『이것이 프로라인이라고 이름 붙여진 새로운 생산 시스템이다』.

완전한 FMS가 근사하다고 생각, 지금까지 동경해 왔었으나 결국 즉창전략이 지름길이었던 것 같다』(森山氏). 石播는 지금 기계에 의존치 않고 기계와 함께 인간이 커나가는 自前主義에 자신을 더 갖고 있는 것이다.

## V. 人間과 調和되는 生産工程構築

山梨縣 후지(富士)산 기슭의 들판에 Symbol Color인 황색공장 건물이 줄지어 있는 파낙本社工場. 그 한쪽 구석에는 『셀 60』이라고 명명된 공작기계의 무인운전 System이 가동되고 있는데 금요일 저녁부터 월요일 아침까지 약 60시간 동안 연속가동을 목표로 하고 있기 때문에 이러한 이름이 붙었다. 이것은 생산효율 향상과 시간 단축을 기도하기 위한 Idea 이지만 뜻하지 않은 곳에 함정이 도사리고 있었다.

### 《微細한 部分에 意外的 時間이 걸림》

공작기계 혹은 Robot를 운전시키기도 하고, 입체자동창고에서 Work(가공대상물)를 끄집어 낸다고 하는 것은 간단히 자동화 할 수 있다. 하지만 60시간이 무인으로 운전할 경우 반드시 기계로써는 완전히 처리될 수 없는 공정이 남는데 기계로부터 배출되는 금속 부스러기를 제거하기도 하고 냉각액(Coolant)을 상황에 대응하여 공급한다고 하는 『인간에게는 아무런 문제도 되지 않는 작업』(勝部英雄이사: 기계공장장)이다. 어느 한 곳일지라도 Bottle Neck이 발생하면 무인운전 System은 그 기능을 잃고 만다.

이것뿐만은 아니다. 자동운전을 시작하기 전, 곧 금요일 저녁까지의 『작업준비』에도 상당한 시간이 걸리는데, 수십 종류나 되는 Work를 사전에 미리 Pallet에 하나씩 나사로써 取付自動倉庫에 단단히 죄어 두는 작업이 필요하기 때문이다.

이와 마찬가지로 월요일에는 가공을 마친 Work를 분해하기도 하고, 금속 부스러기의 뒷마무리 및 세정 등으로 시간이 걸린다. 『무엇인가 궁리를 하지 않으면 금요일과 월요일 작업의 상

당부분을 작업 준비와 사후 정리에 빼앗기고 만다』(勝部 공장장). 파낙사에서는 주말을 기해 준비를 조금 빨리 시작하는 등 작업이 특정 요일에 집중되지 않도록 조정하고 있지만 완전히 평준화하는 것은 어렵다고 한다.

1991년 4월초에 가동한 이후 현재 파낙공장내에서 가동하고 있는 『셀 60』은 6개 System으로 각각 牧野 프라이스제작소(2기), 森精機製作所, 日立精機, 安田工業(岡山縣里壓町), 三菱重工業과 같은 공작기계 Maker와 제휴(Tie Up)한 것인데, Robot부품을 가공하면서 Show Room의 역할도 한다. 한 셀당의 설비투자는 10억엔 전후로 User인 관계로 최초에 거액의 투자가 필요한 대신, 생산효율을 향상시키고 시간 단축에도 공헌한다고 하는 것이 『셀 60』의 관심거리였다.

### 《伸張되지 않는 無人 稼働》

그렇지만 금속부스러기의 제거작업 혹은 작업준비가 장애가 되어 『셀 60』의 무인 가동은 아직 70%선에 머무르고 있는데, 70%라는 것은 실제로 평균 42시간 정도밖에 연속 운전되고 있지 않다는 의미이다. 3년 정도로 10억엔의 투자를 회수하려면 기계의 가동율은 90%선으로 향상시키는 것이 필요하므로 稻葉清右衛門사장은 『조속히 가동율 90%로』라고 엄명하고 있지만, 기술적인 문제를 해결(Clear)할 수 없는데다가 불황으로 인해 작업량 자체도 감소하고 있기 때문에 그다지 생각한 것 같이 신장되지 않고 있다.

『야간 운전과 휴일운전의 연장은 외관상으로는 무인화가 진전되고 있는 것 같이 보이지만, 실제로는 그 전후에 인간이 필요한 작업을 정리하고 있는 만큼이 아닐지?』... 무인화에 대해 산업계에서는 이러한 의문이 싹트고 있다.

가공작업 자체의 Robot화 및 자동화는 상당한

선까지 도달했다. 그것에 비해 주변 작업의 자동화는 Pallet 取付 및 해체, 마모된 공구의 교환 등 번거로운 작업이 많기 때문에 대폭적으로 지연되고 있으며, 설령 자동화해도 Cost가 높아지고 만다. 결국 일부는 무인화되어 있어도 일주일간 Total로 본 자동화율은 그다지 개선되어 있지 않는 사례를 가끔 찾아 볼 수 있다.

결보기만의 무인노동시간을 신장시키는 것에는 그 의미가 소멸되고 있다. 이러한 현재의 상황에 의거한 반성 때문에 무인화를 일념으로 추구해 온 일본의 생산 System중에서 점차로 인간노동의 중요성이 재인식되기 시작하고 있다. 공업기술원 기계기술연구소의 大見孝吉 공작기계과장은 『지금부터의 생산기술은 오로지 인간을 배제하는 것이 아니라 인간에게 어떠한 방법으로 쾌적하게 작업시킬 것인가, 인간의 기능을 어떻게 살릴 것인가가 문제로 된다』라고 지적하고 있다.

변화의 배경에는 『Robot에 기술적인 한계가 보여왔다』(川畑正夫 동해대학교수)라는 사실도 있다. 인간이라면 아주 간단히 할 수 있는 것을 Robot나 기계에게 떠 맡기면, 너무 복잡하여 할 수 없는 것이 많아 개발기간 및 Cost, Space를 도외시 할 수 밖에 없게 되고 만다. 이것은 제5세대 Computer가 벽에 부딪친 것과 같은 이유이다.

#### 《사람과의 조화가 문제화 됨》

『셀 60』은 무인운전이 성숙한 형태라고 말할 수 있지만, 60시간 운전가능하다고 해서 1주일간, 1개월간의 연속운전 System으로 발전해가는 것은 아니다. 稻葉 사장 자신도 저서 『황색 (Robot)』에서 완전 자동화 공장은 무의미하다고 지적하고 있다. 노동자의 수를 감소하는 만큼 설비투자액은 기하급수적으로 증가해 가는데 이것은 Line의 Flexibility가 상실되어 가기 때문이다.

이미 무인화의 한계는 보이고 있다. 기계가 해야 할 일과 인간이 해야 할 일을 잘 정리·음미한 뒤 종합적인 물품제작을 생각해야 하며, 기술력을 비약적으로 신장시켜온 제조업이 그러한 『인간과의 조화』를 문제화하는 시대이다.

### VI. 快適한 環境 重視

IMS(지적생산시스템)나 CIM(컴퓨터에 의한 생산 통합)에 너무 의지한 공장작업을 의문시하는 목소리가 나오기 시작하고 있다. 대량생산을 전제로 하고 있는 곳에서 부터 발생하는 투자 효과의 문제, 시스템으로서 발전도상에 있다는 기술적인 문제등이 뒤엎혀, 중요한 인간의 『작업환경』을 간과했다는 반성이다. 효율중시의 공장 작업에서 발생한 결함을 엔지니어링 사회는 어떻게 대응하면 좋을 것인가?

#### 《勞働은 基本的 欲求》

日揮가 내놓은 결론은 『일한다는 것은 인간에 있어서 기본적 욕구라는 시점의 전환』이었다. 생산효율 추구 일변도 였던 종래의 설계 사상을 고쳐, 『고통을 동반하는 노동조건을 개선한다』는 곳에도 눈을 돌려야 한다는 것이다.

同社は 理想의 製造現場像으로서 『좋은 제품을 빠르게, 정확히, 유연하게 생산할 수 있다고』 하는 조건외에, 작업자가 좋은 기분으로 일할 수 있다는 快適性을 들고 있다.

종래의 설계방법은 생산 설비의 기능성이나 Maintenance의 수행 편리성만을 중시해왔다. 그러나 그것만으로는 생산효율을 좌우하는 노동의욕의 향상에는 연결되지 않고, 3D(힘듦, 더러움, 위험) 이미지를 제거하는 것도 할 수 없음을 알게 되었기 때문이다.



지난달, 日揮는 공장이나 연구소 설계의 쾌적성을 가미한 전문부대로서 『쾌적환경 디자인팀』을 설치했다. 각종 프랜트건설에서 축적한 음향, 조명, 空調, 진동제어등의 제조소기술을 응용하고, 음·색·향기등 수치화하기 어려운 데이터를 설계에 반영시킬 방침이다.

### 《進化하는 工場으로》

한편, 東洋엔지니어링이 내놓은 차세대 공장의 Concept 『人間과 調和한 工場』에도 快適性이 중요한 요소로서 포함되어 있다. 同社의 경우 『人間, 組織, 設備』의 3가지를 핵으로 쾌적성을 추구할 방침이다. 제각기 『일의 동기 부여, 의사 소통, Man·Machine·Interface』가 관건이 되고 있다.

또한 同社は 차세대 공장으로서의 바람직한 자세를 『흑자공장』으로부터 『즐거운 공장, 진화하는 공장』으로 변해간다고 예상한다.

일하는 인간이 쾌적한 환경하에서 창조성을 발휘할 수 있는 『즐거운 공장』 시장환경에 적응해서 조직을 개선해 가는 『진화하는 공장』이 지금부터의 제조 현장을 형성해 나갈 것으로 보고 있다.

東洋엔진은 이러한 개념을 기업의 특색에 맞추어서 분석하고 구체적인 공장설계 안으로서 고객에 제안하기 시작했다.

千代田化工건설자동차 프랜트 사업부의 林原과장은 지난달, 이태리 피아트의 최신에 공장을 견학했다. 자동화율 30%이상인 차량 조립라인에서, 林原과장은 지극히 참신한 수법을 보게됐다. 『Concurrent engineering』, 林原과장은 이 개발, 설계, 제조를 일체화한 공장 설계의 수법이야말로, 『한계에 도달해 있는 생산 방식의 효율화를 써포트하는 최후의 수단』으로 직감했다. 『자신들 Engineering회사가 제안하지 않으면 안되는 기술』이라며 흥분으로 몸이 떨렸다고 한다.

Concurrent engineering은 개발, 설계, 성능검증, 제조등의 각 공정에서 동시 병행으로 몰두하는 제조 현장의 설계 개념이다.

먼저 CAD·CAM·CAE를 응용하여, 각 작업분야를 연결한다. 예를 들어 제품 가공시의 작업성을 개발, 설계면에서 먼저 검토하기 때문에, 실제의 제조 작업 효율이 비약적으로 향상된다.

후공정에서 발생한 트러블에 대해서 피드백하는 시간이 단축되는 한편, 각 작업단계에서의 변경 사항에 재빨리 대응할 수 있는 등의 이점이 있다.

일단 완성된 제품 설계에 맞추어 뒤에서 부터 제조라인을 구축하는 종래 수법에서는, 로봇의 설치위치나 작업원의 배치등이 최적인 것으로 되기 어렵다. 제품의 형상을 최우선으로 했기 때문에, 가공에 필요한 로봇의 수가 증가하기도 하고, 작업원이 위를 향해서 작업하지 않으면 안되는 경우도 발생하기 때문이다.

Concurrent Engineering을 도입 한다면, 가공시의 작업성을 고려하여 설계하기 때문에 이러한 문제를 미연에 방지할 수 있다. 『공장 만들기란 Hard한 정비만이 좋다고 할 수 있을까?』라고 생각하는 千代田化工에게는 Concurrent Engineering은 설득력 있는 하나의 方向性으로써, 자동화와 인간을 융합한 제조현장을 실현하기 위한 기본사상으로 발전시킬 수 있을지도 모르겠다.

### 《人間の 内面視野로》

차세대의 공장이 『자동화를 추진하는 생산 현장』으로부터 인간을 완전히 분리해 버리는 것을 理想으로 하는 것은 아니다』는 것은 확실하다. 일하는 환경으로서의 매력을 높이고, 개발 설계 현장과의 連携를 모색하는 것이 점점 중요해지고 있다.

엔지니어링회사도 단순한 제조 라인의 개량에서 시야를 넓혀, 기업내 조직의 관계, 더우기 일

의 보람을 찾는다는 인간의 내면에 까지 깊게 눈을 돌리기 시작하고 있다.

## Ⅶ. 現場에 頭腦를 移植

JR豊橋驛에서 浜松方向으로 車로 약 20분 거리에 작년 8월 완성된 神戸製鋼所의 豊橋 FA·Robot 센터에는 各社의 生産관리 담당자가 속속 밀어 닥쳐, 바야흐로 工場見學의 성지(메카)가 되고 있다.

### 《변경작업 뜻대로 안된다》

80年代에도 많은 “High Tech 工場”이 유사하게 注目을 끌었지만 10년도 채되지 않아 해체된 例가 많다. 현재, 각광을 받는 同센터도 “가까운 장래에 같은 運命으로 되지 않을까”라고, 실례되는 질문을 하자, 동센터의 北澤 保良 FA 담당 課長은 “그렇지야 않겠죠”라고 웃으며 대답했다. 北澤氏는 『최근의 “공장해체”는 Computer의 Down Sizing 소형화와 같은 흐름』이라고 하는 확신을 갖고 있다.

同 센터는 용접 Robot를 제조하고 있던 藤澤공장과 塗裝 Robot를 만들고 있던 神戸공장이 합쳐서 설립된 것이다. 藤澤, 神戸의 두공장은 이미 오래된 type의 High Tech 공장, 즉 Down Sizing 소형화 이전의 CIM(Computer 統合生産)공장으로 전혀 유연성이 없었다고 한다.

생산계획, 설계, 기계제어등, 공장내의 工程 전부가 本社 Host Computer의 Program으로 관리되고 있었기 때문에 한개의 Program을 변경하는데도 막대한 時間과 노력을 要했었다고 한다.

우선 일일히 本社의 System 부문에 의뢰하지 않으면 안되었는데, 공장마다 本社 Host Computer를 이용할 수 있는 서비스 시간이 결정되어 있

어, 1개월에 1회, 결정된 시간내에 변경작업을 해야만 했다. 공장에서는 야간에 부품의 발주상황과 재고관리 Data를 확인·변경하지 않으면 안될 때가 있는데 이럴 경우 1개월전에 본사에 신청해야만 했었다.

다행히 『藤澤·神戸兩공장은 별도의 사업부서로서 生産관리 System이 전연 다르기 때문에 오히려 전혀 새로운 type의 CIM을 재구축 하는것이 쉬웠었다』(北澤課長). Host內的 한쪽 Program에 다른쪽을 간단하게 통합할 수 없다는 것이 판명되었기 때문이다.

### 《柔軟性を 最重視》

兩 공장의 통합에 맞추어 『적은 범위, 유연성』을 最重要視하고 있던 生産관리 담당자는 本社 Host에 의뢰하지 않고, Work Station (WS) 주체의 System을 만들기로 하였다. 豊橋 FA·Robot센터의 구체적인 System은 生産관리용으로 NEC의 WS, 설계용으로 Sun·Micro Systems의 CAD(컴퓨터에 의한 설계)용 WS, 공장 관리용으로 음론의 WS를 채용하고 各各을 同센터내를 통과하는 情報通信用 同軸 Cable 『이사넷트』에 접속했다.

WS의 아래에는 PC 단말기가 있다. 共通의 Data Base를 통하여 정보는 WS間, PC단말기 間에서 자유로이 주고받고 할 수 있다. 이 방식은 모두 UNIX OPEN型 System으로, Host Computer型에 비해 확장성이 뛰어나며, 分산관리가 쉬운것이 장점이다.

다만, 神戸製鋼이 新工場의 설계에 착수했던 '91년 4월의 시점에서는 UNIX는 신문과 技術書 등에서 화제로는 되었었지만 실제로 채용된 예는 없었다고 한다.

Computer Maker에게 System案을 모집했던바 『거의가 Host Computer型的 낡은 CIM을 제안하

였으나, 유일하게 NEC만이 UNIX형을 제안해왔다.』(北澤課長). 豊橋 생산관리담당자는 여러개 중에서 새로운 CIM 제1호를 만들었다고 자부하고 있다.

### 《職場の Needs 優先》

한편 제1의 제안자가 된 NEC는 神鋼에서의 경험을 살려, 금년에 들어와 Down Sizing에 대응하는 CIM사업을 강화하기 시작했다. NEC는 『汎用機를 사용한 지금까지의 CIM은 System 만드는것에 시간이 너무 걸려 변화에 대응할 수 없다는 불만을 가진 User가 많았었다』(關隆明支配人)라고 하는 반성에서, UNIX대응의 신관리 Soft를 1월에 發賣했다.

同社は 今月末까지 新Soft가 실현될 수 있도록 東京의 Show Room (新宿)을 정비하고, 또한 4월에는 CIM專任의 System Engineer(SE) team을 만들며 영업을 강화한다. 80年代의 낡은 High Tech 공장이 해체 된후는, 반드시 유연성이 풍부한 새로운 CIM이 주류가 된다고 그들은 믿고 있다.

NEC의 新Soft에는 業種마다 공장內的 업무가 다른 것을 중요시한 결과로, 自動車관련, 電機관련 등 업종별로 상세히 제품화할 수 있다는 이점도 있다.

종래에는 주로 고객과 本社가 거래하는 식의 System을 구축하여 왔기때문에, 공장현장의 형태 차이는 별로 문제되지 않았다. 그 때문에 最大公約數의인 Soft를 제공하고 있어도 Business는 성립되었다고 한다. 따라서 고객측은 本社 주도의 System에 工場 現場의 사람이 맞춰나가지 않으면 안되었다.

이런 本末顛倒를 막으며 다양한 직장의 Needs를 우선한다. 『開放型 CIM Soft』는 이러한 工場 변화의 상징이라고 해도 좋다. Down Sizing의 흐

름에 편승하여, 本社=頭腦, 工場=手足이라고 하는 구조가 없어지고, 공장현장에서 생각하는 기능이 移植되어 가고 있다.

### VIII. 人間本位の IMS

통산성이 제창한 세계의 産學官이 공동으로 차세대의 知的 生産 System의 개발에 전념할 IMS 계획이 방향성을 둘러싸고 흔들리고 있다. 차세대 System의 흐름을 붙잡아 自社에 도입하고 싶어하는 참가 기업의 기대는 매우 크다. 한편으로 구상이 시작되어 4년째에 들어선 현재 IMS가 당초 목표했던 인간 본위의 System과는 미묘하게 다른 방향으로 향하고 있는것 같다.

#### 《事業化 調査가 2년째》

『일본의 제조업의 강점은 미국型的 無人自動화가 아니고, 숙련노동자와 기계와의 관계에 있는 것이 아닌지』, IMS의 창시자로 4월에 동경대학의 새로운 학장에 취임하는 吉川 弘光교수는 종래 형태의 知的 生産 System에 의문을 던지고 있다. IMS는 생산 Line의 인간이 최대한의 능력을 발휘할 수 있도록 생산 System을 개발하여 기술이전이 쉽게끔 생산 기술의 체계화 및 표준화도 추진하는 것으로, 중점이 경제면·설계면만이 아닌 Balance를 갖춘 생산 System을 만드는것을 목표로 하고 있다.

통산성의 국제공동 연구계획으로 89년부터 구체화 해오고 있는 IMS라는 것은 Intelligent Manufacturing System—知的 生産 System이라는 의미이다. 제조업의 수주로 부터 개발, 설계, 생산, 유통 및 경영 관리에 이르기까지의 창조 Process를 자율화하고 전체로써 상호 협조하는 형태로 통합하는 것이다.