

FMS도입을 위한 대형버스 생산시스템 분석

- Analysis of Large Bus Production System for the Introduction FMS -

정 영 득*

Chung, Yeong Deug

강 경 식**

Kang, Kyong Sik

ABSTRACT

Production schedule and realization quantity of Large type bus [929(HD), 928, 928-A(SD), 937E/L, 937/L,] were analyzed in order to introduce FMS(Flexible Manufacturing System) appropriate for varieties of customer desire and multi-item, small lot production. And this paper is aimed to propose introduction method of FMS, analyzing zig tools change times and idle times with production line and workers as an object.

According to analysis results, only simple spec., depending on bus type, changed with decrease in production. For 929(HD), 928, 928-A(SD), 937E/L, 937/L bus type, there was no harmony between schedule and realization. Therefore, it caused many difficulties in part supply. And there was loss of manpower and reduction of productibility due to idle time of process with bus type change. Production processes were operated inefficiently because tact time exceeded or shortaged of allow time.

1. 서 론

1.1 연구의 배경

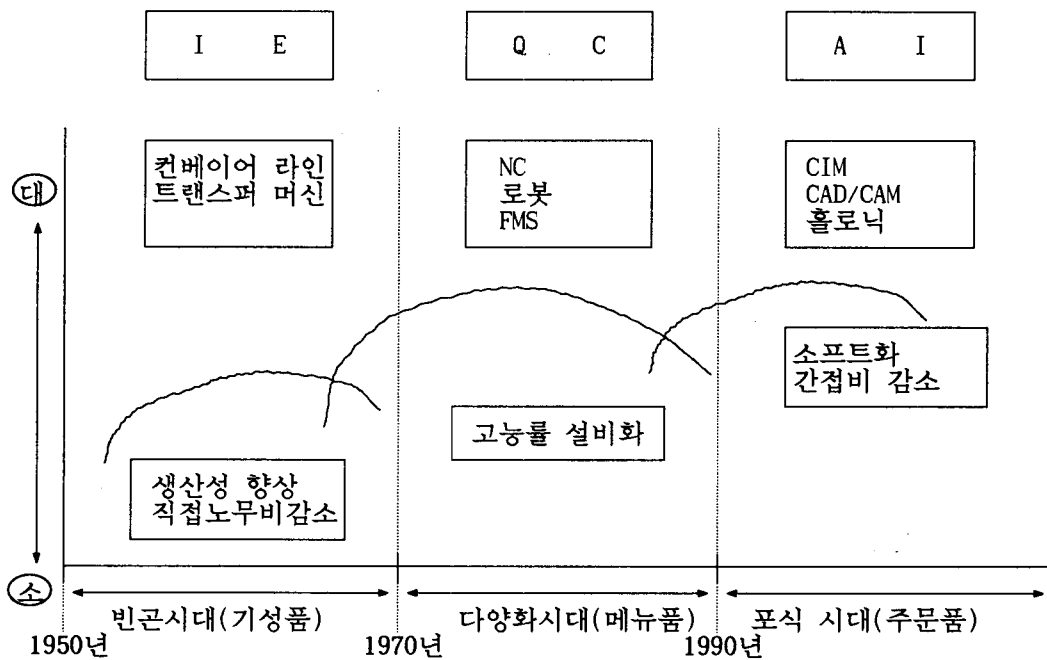
급속한 생산기술 환경변화에 따라 제품에 대한 수요가 점차 다양화되고 제품의 생산수명(product life cycle)도 점차 짧아져가는 추세에 있다.[1,3] 이러한 환경변화에 기업이 적절히 대처하기 위해서는 소비자들의 다양한 욕구를 충족시킬 수 있는 개별생산기술의 발전을 요구하고 있는 상황에서 사례회사의 생산공정분석을 통해 도입할 수 있는 신기술중의 하나인 FMS (Flexible Manufacturing System)을 연구하는데 있다. 다 품종 소량생산시스템에 적합한 FMS는 재래의 제조시스템인 2가지 제조철학, 즉 대량생산의 생산성과 배치생산의 유연성을 동시에 추구하는 제조시스템이다. 높은 생산량과 생산율의 트랜스퍼 공정은 제조가능한 제품의 종류가 국한되어 있는 반면, 높은 제품의 유연성을 갖는 배치생산은 제조시스템의 효율성과 생산성이 매우 낮다. 따라서

* 전주공업대학 산업경영과

** 명지대학교 산업공학과

FMS는 배치생산의 비효율성을 극복하기 위한 방법으로 개발되었으며, 제품의 변화에 따른 짧은 가동준비시간과 작은 배치에 대하여도 높은 생산율을 유지할 수 있어야 한다. FMS는 다양한 수요에 대한 혼합생산이 가능하므로 재공품과 완제품 재고를 줄일 수 있으며, 조달기간은 단축된다. 결과적으로 FMS는 대량생산의 규모의 경제를 배치 생산에서도 추구할 수 있는 제조시스템이다.[2,9,10,11,12]

여기서 자동차 생산의 기술변천(그림1)을 살펴보면 오늘날의 고객은 자기의 기호에 맞으면서 다른 사람이 소유하고 있는 차와는 다른 즉, 차별화된 차를 추구하는 경향이 나타나고 있다. 따라서 고객의 만족을 위하여 자동차 생산업체에서는 격화되는 경쟁중에서 보다 코스트 퍼포먼스(Cost Performance)가 높은 자동차를 고객에게 공급하기 위해서 1950-60년대에는 현장적인 대응을 하고자 IE(Industrial Engineering)효과를 높이고저 노력하였고, 1970년대부터는 고능률 설비를 투입하기 시작했다. 그리고 1990년대에는 생산정보를 보다 상세하게 관리하고 설계효과를 높임으로써 품질향상을 시키고자 부단한 노력을 하고 있다. 이러한 상황에서 생산기술 환경의 변화는 가전제품,정밀기기, 사무자동화,공장자동화등 많은 분야에서 똑같이 일어나고 있다.[1,5,6]



(그림1) 자동차 생산 기술의 변천

1.2 연구의 목적

급변하는 생산기술환경변화에 따라 다품종 소량생산시스템에 도입에 적합한 생산시스템인 FMS는 생산현장에서 발생하는 여러가지 문제를 유연성과 생산성차원에서 해결할 수 있는 새로운 생산시스템이다. 따라서 본 연구에서는 최근에 생산되는 929(HD), 928, 928-A차종은 9년간, 928-A(SD), 937/L, 937 E/L, 938H 차종은 5년간동안 실적과 계획수량을 분석하였으며, 또한 차종별 Jig공구 교체시간을 살펴보았다. 그리고 929(HD)차종의 차체Main공정과 Sub공정에서 투입되는 작업자수와 작업분담시간을

tact time 63분을 기준으로 분석하여 발생하는 문제점을 점진적으로 해결하는데 목적이 있다.[8]

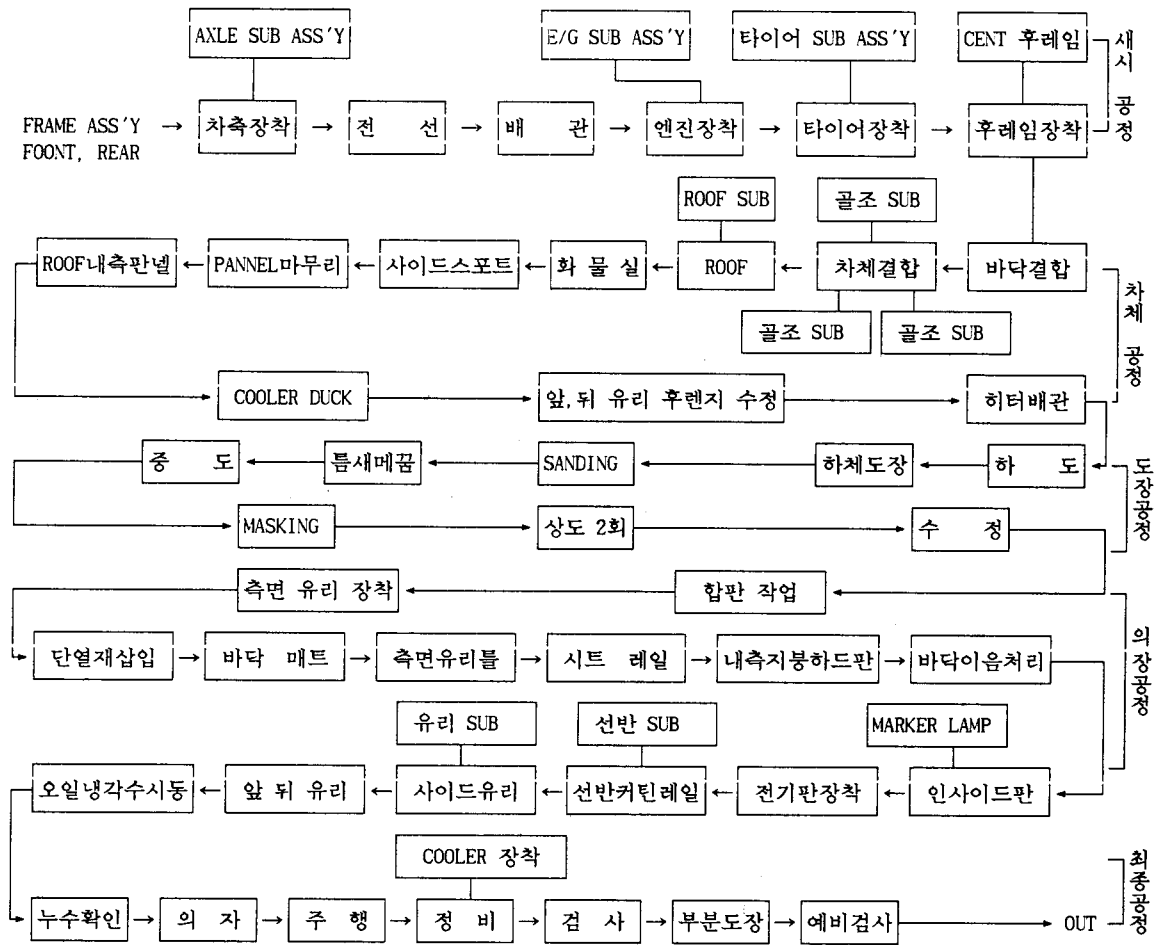
1.3 연구의 방법 및 범위

본 연구의 방법은 문헌과 사례회사(현장)에서 수집한 Data분석방법을 병행하였다. FMS의 배경과 생산공정에서 문제점이 많이 편중되어 생산에 어려움이 있는 차종을 구분하여 생산실적과 계획을 분석하고, 차종별 Jig공구교체시간 그리고 929차종의 생산공정별로 tact time 63분을 기준으로 작업분담 시간과 투입되는 작업자수를 통한 방법으로 하였다. 또한 분석자료는 사례회사의 차종별 생산계획과 실적, 주력 차종의 각종 Data자료를 수집하여 FMS도입을 위해 필요한 이론적 지식을 바탕으로 이용하였다. 본 연구의 범위는 고객의 다양한 욕구충족을 위해 전반에서는 FMS의 이론에 기초를 두고 탐색하였고, 후반에는 차종별 현장 실증자료를 분석하고 FMS도입의 필요성에 주안점을 두고 결론과 대안을 마련하였다.

2. 생산시스템 분석

2.1 생산공정

사례회사는 최근 소비자들의 주문 욕구가 다양하여짐에 따라 이들의 욕구를 충족시켜주고, 또 기업의 생산성을 향상시키기 위하여 다품종 소량생산에 따른 생산시간의 단축을 달성하여 공정의 관리적, 기술적 개선을 통해 소비자의 다양한 주문을 만족시키고 약정된 납기일을 맞추기 위해서 설비와 생산능력을 고려한 적절한 공정기법을 필요로 하고 있기 때문이기도 하다. 이 회사는 국내용 대형버스를 주축으로 다품종의 대형버스를 한 생산라인에서 Lot단위로 서로 혼류 생산하고 있는 사례기업은 최근에 다양하게 변화 되고 있는 소비자의 욕구에 적극적으로 대처 하기 위하여 다품종 소량생산에 의한 FMS를 도입하고자 여러각도에서 검토하고 있으나 도입비용이 많이 든다는데 문제가 있다. 이 회사의 생산시스템은 크게 세시공정, 차체공정, 도장공정, 의장공정, 최종공정 등 5개의 생산공정으로 분류되고 있고 세부적으로는 10개의 공정으로 분류하고 있었으며 대형버스의 생산라인의 공정도는 다음<그림2 >과 같다.



(그림 2) 대형버스의 생산공정도

사레회사는 생산과정을 공정별로 구분생산을 하면서 발생하는 재고 문제로 각 공정에 따른 공정간의 부하가 연속 생산시스템처럼 안정되지 않고 기존 생산시스템의 다음 단계에서 가공을 기다리는 공정품 재고가 불가피하게 발생되고 있어 생산량과 재고비용의 관계를 고려해서 적절한 생산 Lot Size방법을 취하고 있다. 따라서 기존 생산시스템으로 제품을 생산하는데는 어느 정도의 재고비용이 발생하게 되는데 이 비용을 허용함으로써 원가절감에 차질을 초래하고 있고 생산환경의 변화에 따른 소비자의 요구조건이 날로 증대됨에 따라 납기문제가 발생되고 있다. 소비자들의 차종변경에 대한 요구가 많아질수록 준비시간이 더 소요되므로 공정에서의 유희현상이 자주 발생되어 생산주기시간(tact time)이 그만큼 많이 발생되며 생산성이 저하되는 문제가 발생되고 Lot를 맞추기 위하여 예측에 의한 잉여생산을 함으로써 완제품 재고가 발생되고 있는 실정이다.

2.2 생산일정계획

생산시스템(production system)은 기본적으로 생산요소를 투입하고 그것을 변화시

켜 제품이나 서비스를 산출함으로써 유효한 생산재화를 생성하는 기능이다.[4,6]

사례회사의 생산 일정계획은 크게 3단계로 구분할 수 있다.

- (1) 제1단계는 전체적인 생산일정계획으로써 소비자로 부터 주문을 받아서 발송할 때까지의 일정 계획이며, 제품의 종류와 수량에 대한 생산시기를 결정한다.
- (2) 제2단계는 중간적인 생산일정계획으로써 1단계에서 결정된 지정납기일에 맞춰 좀더 세부적인 계획을 수립하고 각 공정에 따른 부품 및 작업공정의 완성예정일을 지시하고 있다.
- (3) 제3단계의 생산일정계획은 제2단계에서 결정된 일정계획에 따라 작업자와 기계별로 구체적인 작업을 지시하기 위한 일정계획이다.

총괄생산계획에서 수립한 생산과 판매목표를 달성하기 위해 관련부서의 담당자들이 고객의 주문, 판매예측, 생산능력, 자재공급 등을 고려하여 다음달의 생산일정계획을 확정하고, 그 후 2개월의 생산일정계획을 예시한다. 예시된 생산일정에 의해 생산 40일 전에 부품의 예시발주를 하게 되는데 기존의 예시생산일정이 잘 지켜지지 않아 예시발주로 인한 부품 재고의 손실이 발생하고 있다.

3. 차종별 생산시스템 분석

대형버스의 생산계획은 일년동안에 소요되는 제품수요와 생산, 고용수준, 재고수준, 산업 및 부품의 하청등과 관련된 회사전체의 생산능력을 파악하여 차종별 연간 목표량과 이를 근거로 계절적 수요변동 등을 고려한 후 월별 생산목표량이 결정된다. 수립된 생산계획은 매월 25일에 관련부서의 담당자들이 참석하여 생산에 따른 전반적인 내용을 토론했 후 (표1)과 같이 생산계획을 확정하고 통상 60일전에 생산계획을 예측하며, 예측된 생산일정에 의하여 생산40일전에 부품을 발주하고 있다.

(표1) 생산계획에 따른 수주의 상황

생산계획	확정	확정예정	예정
상황	30일전	60일전	180일전
생산량	수주 확정	수주 목표	예측

대형버스의 수요는 차종별로 다양한 편이며, 소비자의 버스 주문대수는 대개 1대에서 수십대까지이며, 차량인도는 소비자가 주문하는날로부터 통상 15일에서45일정도 소요된다. 반제품이 존재하거나 확정된 생산계획과 고객의 납기가 맞지 않을 경우에는 차량인도기간의 변경으로 대처하고 있다. 생산계획은 고객의 주문에 따라 생산하는 완전 혼류생산시스템을 채택하고 있으며, 기존 시스템에서는 차종에 따른 자재공급이 원활하지 못하고 차종변경시 준비시간이 상당히 소요되므로 완전한 혼류생산은 어려움에 있어 차종별로 Lot을 구성하여 단일생산라인에서 Lot별로 혼류생산을 하고 있다. 보통 Lot단위는 고객이 이미 확정된 주문량과 생산기간중의 예상주문량을 합해서 결정하고 있으나 제품이 고가이고 고객이 한정되어 계획생산없이 주문생산만을 하는 대형버스생

산은 주문생산에 가깝다고 할 수 있다.

3.1 차종별 생산실적 및 계획분석

차종별 생산시스템을 분석하기 위하여 생산실적과 계획을 표를 통해서 살펴보면 다음과 같다.

(표 2) 929(HD) 연도별 생산계획과 실적표

(단위:대수)

년도	분기 월	1/4				2/4				상반기 소계	3/4				4/4				하반기 소계	총계
		1	2	3	계	4	5	6	계		7	8	9	계	10	11	12	계		
'90	실적	11	10	10	31	21	30	51	102	133	0	0	3	3	7	39	28	74	77	210
'91	실적	15	25	25	65	20	20	25	65	130	25	30	20	75	20	20	20	60	135	265
'92	실적	20	0	0	20	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
'93	계획	15	10	8	33	46	40	40	126	159	7	3	28	38	36	36	30	102	140	299
	실적	4	10	5	19	34	21	14	69	88	7	1	18	26	10	32	40	82	108	196
	달성율 (%)	27	100	63	58	74	53	35	55	55	100	33	64	68	28	89	133	81	77	66
'94	실적	9	1	3	13	20	17	23	60	73	21	11	14	46	51	69	40	160	206	279
'95	실적	5	51	31	87	25	46	20	91	178	21	3	30	54	11	14	34	59	113	291
'96	실적	27	35	25	87	18	29	0	47	134	0	14	6	20	0	9	0	9	29	163
	(HD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	8	18	62	75	50	187	205	205
'97	계획	5	3	5	13	9	50	30	89	102	60	20	27	107	20	10	17	47	154	256
	실적	5	3	4	12	9	48	10	67	79	25	12	25	62	33	15	22	70	132	211
	달성율 (%)	100	100	80	92.3	100	96	33.3	75.3	77.5	41.7	60	92.6	58	165	150	129	149	85.7	82.4
'98	계획	10	10	10	30	20	20	20	60	90	20	20	20	60	30	30	30	90	150	240

* HD차종 : 929차종이 1996년 7월부터 터보 엔진장착 생산

(표2)에서 이 차종은 예측생산하여 소비자들에게 판매하는 생산시스템을 지향한 것이 아니라 철저한 소비자의 주문방식으로 나타나고 있다. 91년의 생산실적은 일정한 생산 패턴으로 생산하여 판매되고 있으며, 특이한 점은 92년도 1월달에 20대만 주문이 있어 판매하였을 뿐이다. 이 회사는 소비자들의 주문에 의한 생산방식을 취하고 있었기 때문에 사전에 수요를 예측하여 생산하지 않고 있었으나 93년도 부터는 사전에 수요를 예측하여 생산하는 방식을 택하고 있다. 94년도의 상반기에 월별생산실적이 1/4분기 보다 2/4분기에 생산이 점차 증가하면서 하반기에는 상반기에 비해 생산실적이 35.4%가 증가되었다. 95년도에는 하반기보다는 상반기에 생산실적이 증가되므로 월별 생산이 서로 차이를 보이고 있는데 이러한 생산 상황은 대형버스를 사전에 예측하여 고객에게 공급하는 생산시스템을 지향하는 것이 아니라 역시 고가인 버스로서 고객의 주문생산시스템을 채택하고 있기 때문이다. 96년도에는 94년과 95년도에 비해 생산실

적이 감소되면서 감소원인을 면밀히 검토하여 96년도 3/4분기부터 고객의 다양한 요구 조건을 충족시키기 위하여 기존929 차종을 수정하고 터보엔진을 장착한 HD차종으로 생산하면서 4/4분기에는 생산이 3/4분기 보다 10배가 증가하였다. 97년 상반기에는 계획과 실적의 달성율이 75.3%, 하반기에는 85.7%로 차이를 나타내고 있으며, 생산실적 면에도 3/4분기때보다는 4/4분기때 148.1%로 초과달성 생산을 하였다. 이러한 초과달성으로 98년에는 상반기에 150대, 하반기때 150대의 생산을 계획하였고 따라서 버스제조부에는 고객의 주문생산방식을 택하고 있기 때문에 관련부서와 함께 929 버스 생산수요를 예측하지 않고 과거 생산실적 Data와 고객의 요구조건등 자료를 활용하여 수요를 예측한 것으로 나타났다.

(표 3) 928 차종의 연도별 생산계획 및 실적표

(단위:대수)

년도	분기 월	1/4				2/4				상 반 기 소 계	3/4				4/4				하 반 기 소 계	총 계
		1	2	3	계	4	5	6	계		7	8	9	계	10	11	12	계		
'90	실적	58	61	65	184	68	84	46	198	384	84	14	32	130	21	39	29	89	219	603
'91	실적	120	115	125	360	100	100	100	300	660	85	75	75	235	50	45	40	135	370	1030
'92	실적	45	28	46	119	35	25	57	117	236	71	53	30	154	22	45	21	88	242	478
'93	계획	60	80	76	216	45	50	50	145	361	60	50	32	142	50	44	32	126	268	629
	실적	27	69	65	161	31	51	28	110	271	40	46	27	113	47	41	40	128	241	512
	달성율 (%)	45	86	86	75	69	102	56	76	75	67	92	84	80	94	93	125	102	90	81
'94	실적	14	10	113	137	42	8	23	73	210	16	9	15	40	12	38	10	60	100	310
'95	실적	5	11	10	26	135	1	11	147	173	30	6	37	73	19	4	12	35	108	281
'96	실적	140	60	199	399	31	26	30	87	486	15	6	35	56	8	12	113	133	189	675
'97	계획	90	23	12	125	24	15	21	60	185	15	18	14	47	29	18	25	72	119	304
	실적	87	24	21	132	21	9	22	52	184	21	27	22	70	33	26	31	90	160	344
	달성율 (%)	96.7	104	175	106	87.5	60	105	86.7	99.5	140	150	157	149	114	144	124	125	134	113
'98	계획	130	80	80	290	40	30	30	100	390	30	20	30	80	30	30	30	90	170	560

(표3)에 나타난 928차종은 다른 차종에 비해 비교적 많이 생산되었음을 알 수 있다. 91년도에는 다른 년도에 비해 거의 2배 정도나 생산되고 있어서 각 년도간의 생산량의 차이가 많이 발생되고 있음을 알 수 있었다. 또 당해년도에 있어 1월부터 6월까지의 버스생산량이 후반부인 7월에서 12월까지보다 월등히 많이 생산되고 있다. 93년도에 예측한 생산수량과 실제 판매된 실적과의 차이가 20%를 넘지않고 있어서 생산예측이 비교적 잘되고 있다고 볼 수 있다. 1월달에는 예측치가 실제생산량보다 절반이상을 차지하고 있고 12월달에는 예측치가 실제생산량보다 적게 예상되었음을 알 수 있었다. 94년에는 1/4분기때 137대를 생산하면서 꾸준한 생산을 하였으며 95년에도 4월에 135대로 많은 생산실적을 달성하였다. 96년도에는 과거의 생산실적에 비해 많은 차이를

나타내고 있으나 전반기 실적이 후반기에 비해 2.5배의 생산이 증가되었다. 97년도 1/4 분기에 125대를 계획하였으나 132대 생산으로 105.6%의 달성율을 보였고 2/4분기에는 99.5%로 계획과 실적에 차이가 거의 발생되지 않았으며, 3/4분기에는 당해연도중 가장 높은 149%의 달성율을 보였다. 97년도에는주력차종으로113.2%의 초과생산을 하였고 이로써 98년에는 상반기에 560대 생산을 계획을 하였다. 따라서 928 차종을 생산하는 과정에서 고객의 수요가 많은 것으로 나타났다. 따라서 생산활동을 전개하는 과정에서 소비자들이 갖고 있는 928 차종에 대한 요구량과 이를 제조하고 있는 회사에서는생산량 차이를 좁힐 수 있는 방안이 검토되어야 될 것으로 여겨진다.

(표 4) 928-A 차종의 년도별 생산계획 및 실적표

(단위:대수)

년도	분기 월	1/4				2/4				상반 기 소계	3/4				4/4				하반 기 소계	총계
		1	2	3	계	4	5	6	계		7	8	9	계	10	11	12	계		
'90	실적	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
'91	실적	50	50	50	150	50	-	-	50	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200
'92	실적	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
'93	계획	25	50	31	106	40	36	35	111	217	25	20	24	69	15	13	14	42	111	328
	실적	16	13	27	56	25	33	18	76	132	25	20	24	69	12	5	9	26	95	227
	달성율 %	64	26	87	53	63	92	51	68	61	100	100	100	100	80	38	64	62	86	69
'94	실적	31	1	24	56	30	15	17	62	118	13	10	9	32	5	5	8	18	50	168
'95	실적	13	20	22	55	1	6	0	7	62	12	0	4	16	1	5	2	8	24	86
'96	실적	0	3	0	3	4	18	22	44	47	0	10	1	11	0	0	0	0	11	58
'97	계획	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	실적	7	30	0	37	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
	달성율 %	*	*	0	*	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*
'98	계획	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(표4)의 928-A 차종의 생산예측과 생산실적은 90년과 92년도에는 전혀없다. 91년도에도 전반부에서 200대를 생산하였을 뿐이다. 96년도에서는 년간에 걸쳐 꾸준한 생산이 이루어지고 있었으나 각 월별 생산량의 폭도 다양하게 되어 있다. 생산에 대한 예측치가 실제생산량보다 무려 58%나 되고 있어 실제생산량과 예측치와의 차이가 많이 발생되고 있음을 알 수 있다. 928-A차종은 94년도 상반기에 생산대수가 하반기에 비해 2배 정도의 생산실적을 보이고 있으며 95년도와 96년도에는 생산실적대수가 전년도에 비해 현격히 감소되었다. 그러나 97년도에는 전년도에 급격히 감소된 실적자료에 따라

928-A차종의 생산계획을 수립하지 않았으나 1/4분기에 고객의 요구에 따라 37대를 생산하였다.

(표 5) 928-A SD차종의 연도별 생산계획 및 실적표

(단위:대수)

년도	분기 월	1/4				2/4				상반 기 소계	3/4				4/4				하반 기 소계	총계	
		1	2	3	계	4	5	6	계		7	8	9	계	10	11	12	계			
'94	실 적	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
'95	실 적	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
'96	실 적	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
'97	계 획	0	7	8	15	19	3	0	22	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
	실 적	0	11	8	19	19	2	0	21	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
	달성율 %	0	157	100	127	100	66.7	0	95.5	108.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108
'98	계 획	50	50	70	170	83	83	74	240	410	80	80	80	240	85	85	80	250	490	900	

따라서 고객의 수요가 없는 928-A차종에 터보엔진을 장착하여 SD차종으로 변경하여 (표 5)와 같이 계획수립과 동시에 생산에 들어갔다. 그러나 완전한 고객의 요구조건을 파악하기 위해 일단 928-A차종을 대체한 SD차종으로 상반기만 계획하여 108%을 초과 생산을 하였다. '98년도에도 터보엔진을 장착한 SD차종의 생산계획을 상반기만 410대, 하반기 490대로 900대를 계획하여 SD 차종이 주력차종으로 대체할 수 있는 발판을 마련하여 주력 차종으로 좋은 결과를 가져올 것으로 예상되고 있다.

(표 6) 937/L 차종의 연도별 생산계획 및 실적표

(단위:대수)

년도	분기 월	1/4				2/4				상반 기 소계	3/4				4/4				하반 기 소계	총계
		1	2	3	계	4	5	6	계		7	8	9	계	10	11	12	계		
'94	실 적	5	10	81	143	30	26	62	118	261	20	25	35	80	2	7	23	32	112	373
'95	실 적	1	21	31	69	10	15	23	48	117	4	5	7	16	11	11	9	31	47	164
'96	실 적		20	0	21	25	18	17	60	81	8	23	14	45	29	3	9	41	86	167
'97	계 획	1	15	17	47	25	15	27	67	114	7	22	15	44	20	12	11	43	87	201
	실 적	1	19	12	31	20	16	21	57	88	18	11	8	37	31	8	15	54	91	179
	달성율 %	1	127	70.6	66	80	107	77.8	85.1	77.2	257	50	53.3	84.1	155	66.7	136	126	105	89.1
'98	계 획	2	20	20	60	30	47	40	117	177	30	41	30	101	20	32	20	72	173	350

이 차종은 (표 6)와 같이 94년 이후에는 생산실적이 과거에 비해 급격히 감소되면서 상반기에 하반기보다 1배 정도의 생산실적을 가져왔고 95년도와 96년도에도 전년도와 비슷한 생산을 하였다. 따라서 97년도에는 전년도보다 낮은 생산계획을 수립하여

계획에 비해 89.1%을 초과 달성 생산을 하였다. 이로써 98년도에는 과거 4년간의 생산 실적자료를 기초로 생산계획을 수립하였으며 937/L 차종도 고객의 수요와 국제화에 맞추어 차종을 변경한 것으로 나타났다.

(표 7) 937 E/L 차종의 연도별 생산계획 및 실적표

(단위:대수)

년도	분기 월	1/4				2/4				상반 기 소계	3/4				4/4				하반 기 소계	총 계
		1	2	3	계	4	5	6	계		7	8	9	계	10	11	12	계		
'94	실 적	36	3	6	45	24	34	56	114	159	27	8	13	48	5	5	36	46	94	253
'95	실 적	11	15	14	40	13	21	50	84	124	45	33	12	90	8	5	3	16	106	230
'96	실 적	0	6	0	6	10	0	0	10	16	8	20	21	49	5	14	33	52	101	117
'97	계 획	29	12	25	66	10	17	66	93	159	69	32	15	116	20	10	12	42	158	317
	실 적	24	11	17	52	8	2	48	58	110	12	8	9	29	6	7	13	26	55	165
	달성율 %	82.7	92	68	79	80	12	73	62	69	17.4	25	60	25	30	70	92.3	62	34.8	53
'98	계 획	20	20	30	80	30	30	30	90	170	30	30	30	90	30	30	30	90	180	350

(표7)과 같이 94년과 95년도 생산실적에 비해 96년도에 감소되었고 97년도에는 계획에 비해 생산실적이 53%에 그쳤다. 또한 98년도에는 고객의 수요분석과 시대에 따라 전반기와 하반기에 비슷한 수량을 계획하고 있으나 주력차종인 만큼 이 차종에 대한 이미지 부각이 요구되고 있는 것으로 나타났다.

3.2 차종별 Jig공구교체시간

사례회사의 여러차종에 대한 생산계획과 실적을 분석한바 고객의 다양한 차종주문에 따라 버스 제조부에서는 Lot Size의 생산이 불가피하게 발생되는데 각 차종을 변경할 경우에는 Sub-Line의 Jig공구를 교체해야 되며 이 교체시간은 다음 (표8)와 같다.

(표8) 차종별 Jig공구 교체시간

공정 차종	side	roof spot	roof structure	rear (평균)	교체시간
29-28	약28분	약7분	약5분	5 - 10분(7.5)	47.5분
29-37	35분	7분	5분	5 - 10분(7.5)	54.5분
29-28A	38분	8분	5분	5 - 10분(7.5)	58.5분
28-37	28분	7분	5분	5 - 10분(7.5)	47.5분
28-28A	25분	8분	5분	5 - 10분(7.5)	45.5분

사례회사는 차종별 Jig공구교체시간의 투입순서를 고객의 납기를 최대로 만족시킨다는 기준으로 결정하고 있다.(표8)에서와 같이 차종별 Jig공구교체시간에 많은 시간이 소요되는 것으로 나타나고 있다. 또 차량 투입순서가 확정된 후에 발생하는 주문에 대한 납기는 계획된 생산일정에 따라 결정하며, 차량투입순서의 변경은 자재의 결품과 고객의 수요변화에 대응하여 실행하고 있다. 생산일정의 변화에 따라 낭비를 초래하게

되는 부품에 대한 납기문제와 재고관리 문제를 여러가지기법과 아이디어를 창출하여 해결하려하고 있으나 쉽게 해결하지 못하고 있는 실정이다.

4. 생산공정의 작업분담 균형화

생산공정의 균형화는 연속적인 작업이 계속되는 생산시스템이나 조립라인에서 생산되고 있는 차량이 완성되어 나오는 간격을 결정함으로써 불필요한 유휴시간을 가능한 배제시키는 생산주기시간(tact time)에 행할 수 있는 의사결정이다. tact time은 1일 생산량에 따라 결정되는데 생산목표를 달성하기 위하여 필요한 자재를 어떻게 배분할 것인가를 나타내고 있는 지표이다.

4.1 공정작업분담 분석

생산공정의 균형화를 위하여 주력차종인 929를 대상으로 Main공정작업분담표와 Sub공정작업분담시간을 분석하고자 한다. 사례회사에서는 생산일정에 문제점을 두고 생산라인에 따라 필요한 작업자를 배치하는데 우선 tact time을 위하여 최적생산라인을 결정하는 문제와 수를 결정하는 문제와 주어진 생산라인을 위하여 최적 tact time을 결정하는 문제다. 대형버스 조립공정의 형태에 따라 생산라인에서 생산공정수와 생산공정의 작업자수가 여러 작업을 계속하면서 소비되고 있는 tact time에 관한 작업분담시간은 다음(표9)과 같다.

(표9) 929 버스차체 Main공정작업분담표(T/T 63분기준)

공정 시간	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	합 계
작업자수	4	6	7	6	2	5	5	6	3	4	48
총작업시간	205	315	361	398	101	313	283	276	141	144	2,537
Tact Time	44	118	68	41	21	63	29	36	46	40	506

* 98년 조사치

사례회사에서 허용하고 있는 63분기준의 tact time을 중심으로 929 대형버스차체 Main 공정작업분담표(표9)을 보면 제1공정인 Side 조립공정에서는 주공정 총소요시간이 205시간에 총작업자 4명이 작업하고 있는데 tact time이 44분으로 허용기준치가 초과되지 않고 제2공정은 총소요시간이 315시간에 총작업자가 6명으로 허용기준치가 2배나 초과되고 있어 유휴시간이 발생되고 있다. 따라서 주생산공정에 작업시간을 신속성 있게 편성하여 낭비인력을 효율적으로 활용하고 주생산공정에서 상대적으로 인력이 부족한 제5공정에 배치하여 작업시간을 줄여야 할 것이다. 또한 제3공정인 Roof 조립공정은 tact time이 허용치보다 높게 나타나고 있으나 제5공정인 side soft공정은 허용된 tact time보다 3배정도나 부족하게 발생되고 있다. 이 생산공정에서는 작업자의 수가 많이 부족하고 제7공정과 제8공정도 허용된 tact time 보다 다소 부족하여 작업시간이 효율적으로 운영되고 있음을 알 수 있다.

(표10) 929 버스차체 Sub공정작업분담시간표(T/T 63분기준)

공정 시간	ROOF	REAR	FRONT	SIDE
작업자수	6	7	6	9
총작업시간	423	332	463.5	111.5
Tact Time	8.6	31	111.5	50

*98년도 조사치

(표10)에서 Roof공정에서는 허용 tact time에 훨씬 부족한 8.6분이고 Reer 공정에서도 허용치보다 절반정도로 나타나고 있다. 그러나 Front공정에서는 다른 공정과는 다르게 생산주기시간이 111.5분으로 나타나고 있어 작업상의 유휴시간이 필요 이상으로 소비되고 있으며, 각 공정간의 작업시간의 배분과 tact time 조정이 필요한 것으로 나타났다. 따라서 이러한 공정상의 문제를 균형화하기 위해서는 각 작업장에서의 tact time을 각 공정 라인에 따라 조정해야 할 필요성이 있으며, 각 작업자를 적재적소에 배치하여 유휴인력의 낭비를 최대한 줄여야 할 것이고, 각 작업자에게 적절한 작업량을 배분하여 배분된 작업을 효과적으로 달성할 수 있게 함으로써 각 작업장의 효율을 높임과 동시에 생산성 향상에 기여 할 수 있을 것이다.

5. 결 론

본 연구에서는 다품종소량생산에 있어서 제품과 생산량의 중간규모인 경우 고도의 자동화 및 컴퓨터 제어를 통해 대량생산의 생산성과 개별주문의 유연성을 동시에 달성하는 생산시스템이 FMS이다. 따라서 FMS도입을 위하여 사례회사의 대형버스 차종별 생산실적과 계획수량을 분석하고, 차종별 Jig공구 교체시간과 929(HD)차종의 Main, Sub공정의 작업분담시간 그리고 작업자수를 중심으로 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 주요 생산차종별 생산실적과 계획의 불균형으로 차량생산시 필요한 부품수급, 작업시간, 작업자 투입등 생산에 따른 많은 문제점이 발생되어 생산성이 저하되고 있다.
- (2) 929(HD)과 928-A(SD)차종의 부진한 생산실적을 극복하기 위해 터보엔진을 장착생산함으로써 설비를 극대화했다.
- (3) 차종별 분석에서 고객의 주문이 없으면 생산이 도중에 전면 중단되어 주문된 다른 차종으로 교체하는 과정에서 Idle time이 자주 발생되어 인력의 낭비와 시간낭비등 생산성이 크게 저하 되고 있었다.
- (4) 생산공정의 작업분담 균형화에 있어 929(HD) Main,Sub공정에서 tact time이 많이 발생하는 생산공정과 기준시간보다 부족한 공정이 발생되고 있어 tact time이 비효율적으로 운영되고 있었다. 좀더 자세한 사항을 보면 다음과 같다.

첫째, 작업자수와 각 공정의 작업량이 결정되어 있어서 생산일정에 따라 생산량의 변화에 비례 하여 생산주기시간(tact time)도 변화될 가능성이 있다.

둘째, 작업순서와 배분이 잘못으로 작업지연과 작업자 작업할당량 불균형으로 tact time이 기준 이상으로 발생되어 유휴현상이 발생하는 요인이 되고 있다.

셋째, 차종변경에 따른 인력과 작업의 배분설정이 tact time을 필요이상으로 발생시키고 있다.

넷째, 각 공정에서 작업의 상태, 작업자의 숙련도, 결근과 기계고장, 수정, 손질해야 되는 차량의 발생빈도에 따라 일시적인 작업시간의 지연으로 tact time이 길어 질 수도 있다. 이와같이 발생한 문제점을 개선하고 생산성을 극대화하며, 다품종 소량생산에 유연성있게 대처할 수 있는 생산기법인 FMS도입은 현재 생산공정에서는 도입여건이 어려움으로 1차적으로 기존설비에서 적정비용을 검토하여 가능한 공정을 부분적으로 도입하여 생산성을 향상시켜야 될것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 강석호,최인수, 자동생산시스템의 분석과 설계 ,영지문화사, pp.6-7, 1993.
2. 김성철, 미래지향의 제조시스템 경영을 위한 생산관리, 학문사,1998.
3. 곽수일, 생산관리, 영지문화사, 1986.
4. 김기영, 생산관리(경영전략과 시스템 관리접근), 법문사, 1981.
5. 이병찬, 생산운영관리,박영사,1989.
6. 이순용, 생산관리론, 법문사, 1990.
7. 김태웅,생산.운영관리, 태성출판사, 1992.
8. 정영득, 다품종 소량생산에서 FMS 와 JIT 시스템 도입을 위한 연구, 조선대 산업대학원 석사학위논문,1990.
9. Dragution,M.Zelenovic,,"Flexibity-a condition for effective production system,"INT.J. PROD.RES.,Vol.20,No.3,1982..
10. Hall,R.W.,"Driving the productivity Machine" ; "production planning and control in Japan" American production and Inventory Control,1987
11. Hwang,S. W,Barfield, T.,chang, G. Salvendy "Intergration of Humans, and computers in the Operation and Control of FMS", Int'l Jr. production Research, Vol. 22, No.5, 1984,
12. Eversheim,W.and Herrmann,p., "Recent Trends in Flexible Automated Manufacturing", Journal of manufacturing Systems, Vol. 1, No. 2, 1982,