

# 시뮬레이션기법을 이용한 유압생산부 설비배치 계획의 분석

정귀훈\* · 정수원\* · 박동환\* · 김중철\*\* · 권경열\*\*

## An Analysis of Hyd-Cylinder Shop Facilities Planning by Simulation

K. H. Chung\* · S. W. Chung\* · D. H. Park\* · J. C. Kim\*\* · K. Y. Kwon\*\*

### Absract

This paper presents alternatives for facilities planning and analyses them using simulation approach. For this purpose, hydro-cylinder production line was sampled as a case study. Several facilities planning alternatives are evaluated based on the several factors such as line balancing, equipment utilization, optimum number of equipments, inventory size, flow time, bottleneck machine, and productive capacity. An optimal facilities planning is proposed based on the degree of meeting with the all factors evaluated. The simulation language employed in this study is SIMAN and the data used for simulation are provided by hydro-cylinder shop.

### 1. 서 론

설비배치 문제는 경영 및 관리적인 면에서 기업의 많은 관심의 대상이 되어왔다. 한 보고서에 의하면 제조공장의 경우 자체 설비취급 및 운반비용이 간접 제조비의 20-50%를 차지하며, 이 비용중 최소 10-30%를 설비배치의 개선을 통하여 절감할 수 있다고 알려져 있다[8]. 과거의 설비배치안 수립은 거의 배치계획 담당자의 경험과 직관 또는

공학적인 관점에만 의존된 반면에, 현재의 설비배치안 수립은 그것과 관련된 요인을 분석하여 얻어진 자료에 의해 체계적이고 과학적인 방법으로 시도되고 있다[10, 13, 14].

바람직한 설비배치는 불필요한 운반을 지양하고 공간을 최대한 활용하면서 적은 노력으로 빠른 시간에 목적하는 제품을 경제적으로 생산할 수 있도록 설비를 배치하는 것이라 할 수 있다.

그러나 실제 생산 시스템에서 바람직한 설비배치

\*현대중공업(주) 산업기술연구소

\*\*현대로봇산업(주) 유압생산부

를 하기란 매우 어려운 문제이며, 설사 최적이라고 생각되는 설비배치안을 도출한 후에도 과연 그 대안이 타당한지에 대한 검증이 중요한 과제이다.

검증방법에는 분석적 방법과 해석적 방법이 있다. 분석적 방법은 모델을 구성하는 관계가 간단할 경우 수학적 방법으로 분석하는 것인데, 대부분의 현실시스템이 너무 복잡하므로 이 방법을 적용하기가 어렵다. 또한 해석적 방법도 시스템의 모델링 시에 도입한 가정 때문에 복잡한 시스템의 상세한 동적 움직임을 분석하기가 어렵다.

본 연구에서는 검증기법으로서 실제 시스템의 복잡한 동적 특성을 상세하게 모델링할 수 있는 시뮬레이션 기법[3, 7, 9, 11, 15]을 적용하였는데, 시뮬레이션 소프트웨어는 SIMAN을 이용하였다[2, 6, 12].

## 2. 연구배경 및 내용

현대로보트산업(주) 유압생산부에서는 유압실린더 생산을 배치 방식으로 생산하기 때문에 공정체류 시간의 과대, 라인 균형의 어려움, 재공품의 과대, 관리의 어려움, 유희시간 증대, 고객의 요구에 신속히 대처할 수 없음 등의 문제점이 있었다.

이러한 배치 생산방식의 문제점 및 생산량의 증대에 적절히 대처하기 위해서 배치 생산방식을 흐름생산 방식으로 재배치(Cell 배치)하고 공장의 라인을 증설하게 되었다.

본 연구의 목적은 새로운 설비배치안에 대한 타당성 검증, 문제점 제시 및 새로운 안을 제시하는데 있다.

주요 연구 항목은 다음과 같다.

- 각 라인간의 균형
- 각 설비의 가동률 및 재고량 파악
- 애로공정 파악
- 단위시간당 생산량
- 작업착수 적정 간격

- 혼류생산시 작업순서의 영향 파악

### 2.1 유압실린더 생산공정

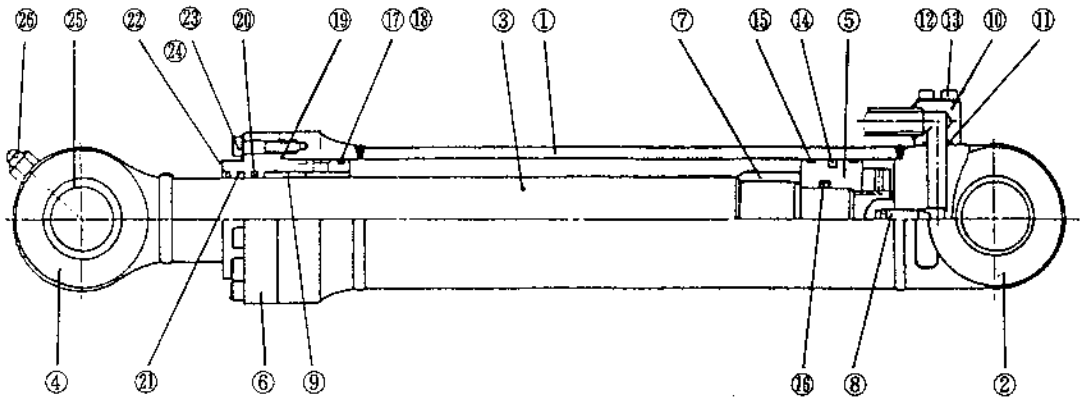
유압실린더는 유체의 압력에너지를 고체의 직선 운동 에너지로 변환시키는 장치이다. 유압실린더의 구성부품은 각 제품별로 차이는 있지만 [그림 1]과 같이 약 26개의 부품으로 구성되어 있다. 본 연구의 적용 범위는 이중 중요 부품인 튜브(Tube), 로드(Rod), 피스톤(Piston) 및 글랜드(Gland)의 생산을 위한 부품 가공 및 조립 공정으로서, 생산 공정은 다음과 같다.

- 튜브 : 가공 —————→ 조립
- 로드 : (열처리)→가공 —————→ 조립
- 피스톤 : 가공 —————→ 조립
- 글랜드 : 가공 —————→ 조립

### 2.2 연구수행의 가정사항 및 입력 데이터

#### (1) 가정

- 가. 84개 제품의 실린더를 7개 제품군으로 대구분 하였다.
- 나. 각 제품별 생산량의 비율은 전년도 생산량을 기준으로 하였다.
- 다. 가공 앞공정과 조립의 후공정은 주공정에 영향이 없는 것으로 가정하였으며, 기타 부품으로 인한 작업 지연은 없는 것으로 가정하였다.
- 라. 모든 입력 데이터는 제시한 자료를 이용하였으며, 확정적 시간으로 가정하였다.
- 마. 작업중 설비의 점검, 보수, 고장수리 등의 시간을 고려하지 않았다.
- 바. 시뮬레이션 시간은 1,200시간(8시간×25일×6개월)으로 하였으며, 이 시간중 비정상적인 구간인 앞 200시간의 통제 데이터를 제외한 1,000시간의 결과치만 이용하였다.



번호	품 명	번호	품 명	번호	품 명	번호	품 명
1	튜브	8	큐션 스피어	15	웨어팅	22	더스트 시일
2	튜브 베이스	9	부시	16	오링	23	보울트
3	로드	10	오일 포트	17	오링	24	스프링 와셔
4	로드 아이	11	오링	18	백업링	25	핀부시
5	피스톤	12	보울트	19	오링	26	구리스 니플
6	글랜드	13	스프링 와셔	20	버퍼링	27	
7	큐션 링	14	피스톤 시일	21	로드시일	28	

[그림 1] 실린더의 구조와 명칭

(2) 입력 데이터

시뮬레이션에 이용된 모든 데이터는 현대 로봇 산업(주) 유압생산부에서 제시한 자료를 이용하였다. 84개 제품의 실린더를 작업공정, 작업방법, 작업시간 등이 유사한 것을 기준으로 하여 7개의 제품군으로 대구분하여 시뮬레이션을 수행하였는데, 각 부품의 제품별 가공순서 및 조립순서는 <표 1-5>와 같다.

2.3 가공 및 조립공정의 모델구성

연구 대상인 가공 및 조립공정을 시뮬레이션 하기 위한 모델은 크게 5개의 서브 모델로 구성하였는데 그 모델은 [그림 2]와 같다.

[그림 2]의 각 서브 모델에 사용된 코드는 <표 1-5>에 표시된 코드를 이용하였다.

〈표 1〉 튜브의 가공 순서

CODE	ORD1	AWLA	ORD2	RDRT	AWR	SRB	MAW1	HHN	NCT1	NCT2	AWLB	MAW2	MMW	WSHT
MACNINE TYPE	ORD	W.	ORD		ROUND			HONN.	CNC	CNC	WLATHE		W/D	WASH
	3000	LATHE	3000	DRILL	WELDER	SRB		M/C	2000	3000	3000		MAN	M/C
		3000									2000			
1. HX-100 ARM	1	2	3	5		4			6	7	8			9
2. HX-80 ARM	1	2	3	5		4			6	7	8			9
3. HX-60W ARM	1	2	3	5		4			6	7	8			9
4. Y-3.5T TILT				1	2	3			4	5	6			7
5. Y-3.5T LIFT	1	2		6		3			4	5	7		8	9
6. HX-28 BOOM				1		3	2		4	5	6	7		8
7. FR20B LIFT	1	2	4			5	3	6	7	8	9			10

표 앞의 숫자는 가공순서를 나타냄.

〈표 2〉 로드 가공순서

CODE	NCR1	NCR2	RDRR	CLG	BUF1	CRP	BUF2	AWLC	MILR	SAS
MACHINE TYPE	CNC	CNC	AUTO	CEN.	BUFF.	Cr.	BUFF.	W.	MIL	ASS'Y
	2000	2000	DR/TA	GR.	M/C	EQ.	M/C	LAT.	M/C	M/C
		3000	UNIT					2000		
1. HX-100 ARM	1	2	3	4	5	6	7	8		9
2. HX-80 ARM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. HX-60W ARM	1	2	3	4	5	6	7	8		9
4. Y-3.5T TILT	1	2		4	5	6	7		3	8
5. Y-3.5T LIFT	1	2		3	4	5	6			7
6. HX-28 BOOM	1	2		3	4	5	6	7		8
7. FR20B LIFT	1	2		3	4	5	6	7		8

(주) 표 앞의 숫자는 가공순서를 나타냄.

〈표 3〉 피스톤의 가공순서

CODE	ORDP	NCP1	NCP2	MILP	RDRP	WSHP	PAS
MACHINE TYPE	ORD	CNC	CNC	MIL	RAD	WSH	ASSY
	750	ACT-4	ACT-4	M/C	DRILL	M/C	M/C
1. HX-100 ARM	1	2	3			4	5
2. HX-80 ARM	1	2	3			4	5
3. HX-60W ARM	1	2	3			4	5
4. Y-3.5T TILT	1	2	3			4	5
5. Y-3.5T LIFT	1	2	3			4	5
6. HX-28 BOOM		1	2	3	4	5	6
7. FR20B LIFT	1	2	3			4	5

(주) 표 앞의 숫자는 가공순서를 나타냄.

〈표 4〉 글랜드의 가공순서

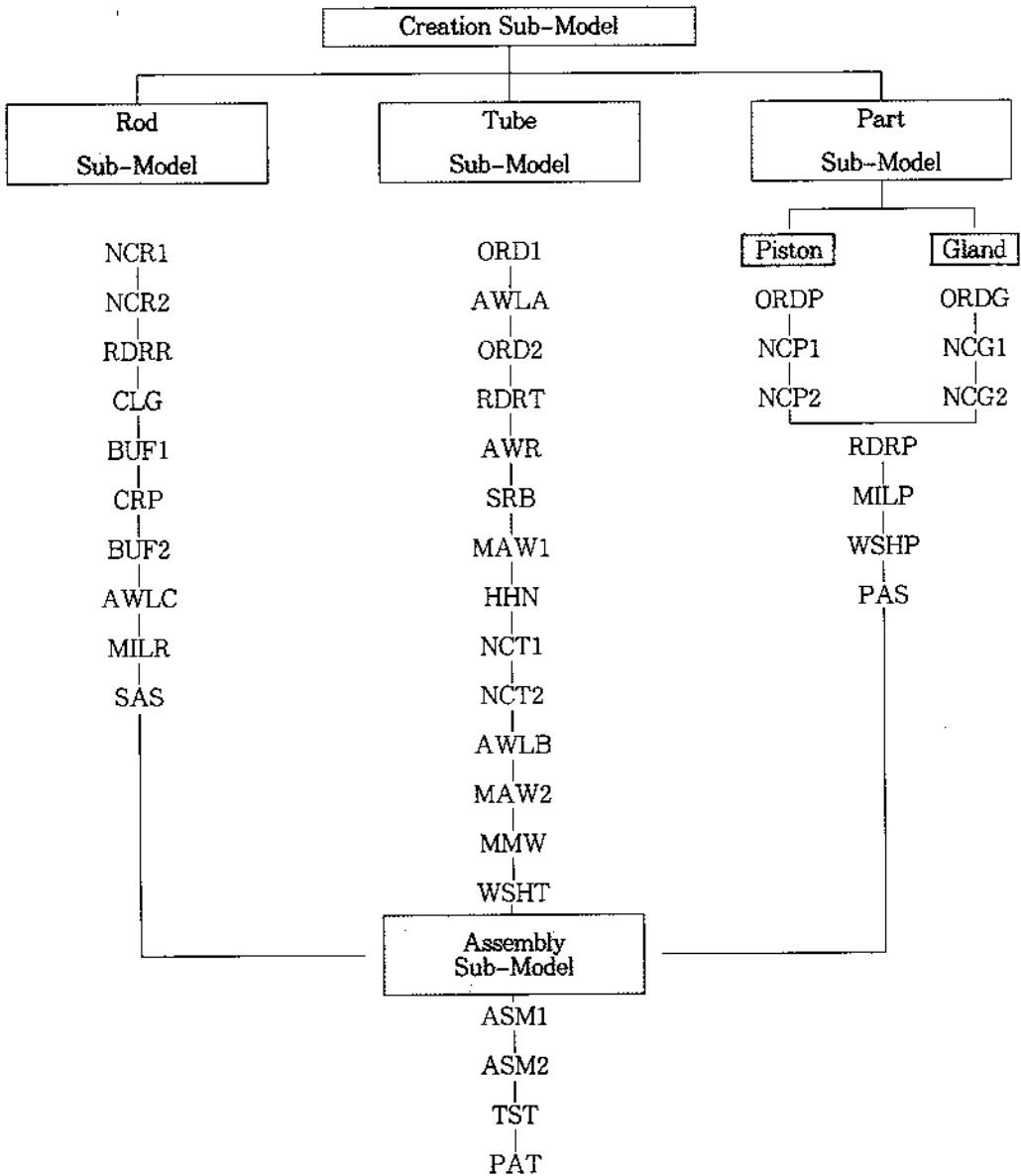
CODE	ORDG	NCG1	NCG2	RDRP	MILP	WSHP	PAS
MACHINE	ORD	CNC	CNC	RAD.	ML	WSH	ASS'Y
TYPE	750	SL-45	P-10	DR.	M/C	M/C	M/C
1. HX-100 ARM	1	2	3	4	5	6	7
2. HX-80 ARM	1	2	3	4	5	6	7
3. HX-60W ARM	1	2	3	4	5	6	7
4. Y-3.5T TILT	1	2	3		4	5	6
5. Y-3.5T LIFT	1	2	3		4	5	6
6. HX-28 BOOM		1	2	3	4	5	6
7. FR20B LIFT		1	2	3	4	5	6

(주) 표 안의 숫자는 가공순서를 나타냄.

〈표 5〉 조립순서

CODE	ASM1	ASM2	TST	PAT
MACHINE	CYL.	BAND	TEST	PAT
TYPE	M/C	M/C	M/C	EQ.
1. HX-100 ARM	1	2	3	4
2. HX-80 ARM	1	2	3	4
3. HX-60W ARM	1	2	3	4
4. Y-3.5T TILT	1		2	3
5. Y-3.5T LIFT	1		2	3
6. HX-28 BOOM	1		2	3
7. FR20B LIFT	1	2	3	4

(주) 표 안의 숫자는 가공순서를 나타냄.



[그림 2] 가공 및 조립공정의 모델 구성

### 3. 시뮬레이션 결과 및 고찰

#### 3.1 시뮬레이션 결과

시뮬레이션은 7차에 걸쳐 수행하였는데 그 주요 내용은 다음과 같다.

(1) 제1차 시뮬레이션 결과 및 고찰

사이클 타임 및 스케줄(HX-100 ARM→HX-80 ARM→HX-60W ARM→Y-3.5T LIFT→HX-80 ARM→HX-28 BOOM→Y-3.5T TILT→HX-60W ARM→FR20B LIFT→HX-80 ARM→HX-28 BOOM→Y-3.5T LIFT)을 제시한 자료로 수행할 경우 <표 6>에 나타난 바와 같이 라인 균

형이 이루어지지 않았음을 알 수 있다.

이와 같은 조건으로 작업을 수행하면 조립공정에서 로드의 부품은 재고로 적치되고 글랜드 부품은

부족하게 될 것이다. 특히 파트 라인의 NCG1 설비가 애로공정으로 작용함을 알 수 있다.

<표 6> 제1차 시뮬레이션 결과

라인 \ 구분	사이클 타임	설비이용효율 (평균/최대)	공정 체류시간	생산량	기 타
튜브	54.8시간	42.3/68%	4.57시간	4360개	
로드	43.9시간	55 / 90%	4.31시간	5467개	
파트	피스톤	55.6시간	57 / 86%	4314개	
	글랜드	62.5시간	57.7/100%	3749개	애로공정

(주) : 룯트 사이즈=20, 작업시간=5개월(1,000시간)

(2) 제2차 시뮬레이션 결과 및 고찰

파트 라인의 NCG1 설비 댓수를 1대에서 2대로 증가시킨 결과 애로공정이 해결되었으며, 글랜드 공정 체류시간도 현저히 감소되었음을 알 수 있다. 그러나 아직도 단위 시간당 각 부품의 생산량에 차이가 있음을 알 수 있다<표 7>.

이 문제를 해결하기 위해서 공장을 재증설하는 것은 어렵기 때문에 파트 라인에서 생산하는 피스

톤과 글랜드의 일부를 외부 하청처리하는 방법과 파트 라인을 글랜드 전용 생산 라인화 하는 방법을 제시할 수 있다. 그러나 피스톤과 글랜드의 일부분을 외부처리하는 것은 품질관리, 납기관리, 비용 등의 문제점 때문에 결국 파트 라인을 글랜드 전용 생산 라인화 하고 사이클 타임을 조절하여 검토하였다.

<표 7> 제2차 시뮬레이션 결과

라인 \ 구분	사이클 타임	설비이용효율 (평균/최대)	공정 체류시간	생산량	기 타
튜브	54.8시간	42.3/68%	4.57시간	4360개	
로드	43.9시간	55 / 90%	4.31시간	5467개	
파트	피스톤	55.6시간	57.6/88%	4313개	
	글랜드	62.5시간	53.7/88%	3843개	

(주) : 룯트 사이즈=20, 작업시간=5개월(1,000시간)

(3) 제3차 시뮬레이션 결과 및 고찰

파트 라인을 글랜드 전용 라인화하고, 각 부품의 사이클 타임을 로드 기준(43.9시간)으로 변경한 결과 각 설비의 이용효율이 증가되었으며 각 부품의 단위시간당 생산량도 거의 동일함을 알 수 있

다. 튜브의 경우 사이클 타임을 튜브기준(54.8시간)으로 할 때 보다 생산량이 218(개/월) 증가되었고, 글랜드의 경우 사이클 타임을 글랜드 기준(62.5시간)으로 할 때 보다 생산량이 264(개/월) 증가되었다. 그러나 튜브와 글랜드의 공정체류시간

이 현저히 증가되었으며 파트라인의 RDRP 설비 가 애로공정으로 작용함을 알 수 있다<표 8>.

<표 8> 제3차 시뮬레이션 결과

라인 \ 구분	사이클 타임	설비이용효율 (평균/최대)	공정 체류시간	생산량	기타
튜브	43.9시간	53.5/84%	8.65시간	5454개	
로드	43.9시간	55 /90%	4.31시간	5467개	
파트	피스톤	-	-	-	
	글랜드	43.9시간	57.9/100%	43.6시간	5167개

(주) : 롯트 사이즈=20, 작업시간=5개월(1,000시간)

#### (4) 제4차 시뮬레이션 결과 및 고찰

애로공정으로 작용하던 파트 라인의 RDRP 설비 댓수를 1대에서 2대로 증가시킨 결과 애로공정이 해결되었으며, 그 결과 글랜드 부품의 공정체류시간이 현저히 감소되었고, 단위 시간당 각 부품의

생산량도 일정함을 알 수 있다.

그러나 임의로 사이클 타임을 로드 기준으로 하였기 때문에 튜브와 글랜드의 공정체류시간 과대 및 각 설비 앞의 대기량 과다 등의 문제점이 있음을 알 수 있다<표 9>.

<표 9> 제4차 시뮬레이션 결과

라인 \ 구분	사이클 타임	설비이용효율 (평균/최대)	공정 체류시간	생산량	기타
튜브	43.9시간	53.5/84%	8.65시간	5454개	
로드	43.9시간	55 /90%	4.3시간	5467개	
파트	피스톤	-	-	-	
	글랜드	43.9시간	62.2/79%	3.24시간	5460개
조립		62.9/78%			
실린더			12.9시간	5453개	

(주) : 롯트 사이즈=20, 작업시간=5개월(1,000시간)

#### (5) 제5차 시뮬레이션 결과 및 고찰

사이클 타임을 임의로 로드기준(43.9시간)으로 하였던 3,4차 시뮬레이션의 문제점인 공정체류시간 과대 및 공정중 재고의 과대를 해결하기 위해서 사이클 타임을 조절하였다. 튜브 생산공정의 경우는 각 제품의 제시된 인터벌 타임(피치타임)의 80% 시간 합으로, 글랜드 생산공정의 경우는 각 제품의 제시된 인터벌타임을 70% 시간 합으로 각각 사이클 타임을 적용한 결과 공정체류시간이 현저히

감소되었으며, 공정 중 재고도 감소하였음을 알 수 있다<표 10>.

그 이유는 n번째 사이클 작업이 완료되기 이전에 (n+1)번째 사이클 작업이 시작됨으로 인한 공정 재고의 발생이 해결되었기 때문으로 생각된다.



<표 10> 제5차 시뮬레이션 결과

라인 \ 구분	구분	사이클 타임	설비이용효율 (평균/최대)	공정 체류시간	생산량	기타
튜브	튜브	43.84시간	53.6/85%	5.62시간	5464개	
	로드	43.9 시간	55 /90%	4.31시간	5467개	
파트	피스톤	-	-	-	-	
	글랜드	43.75시간	57 /79%	2.45시간	5481개	
조립			62.3/79%			
실린더				7.87시간	5469개	

(주) : 룯트 사이즈=20, 작업시간=5개월(1,000시간)

(6) 제6차 시뮬레이션 결과 및 고찰

혼류 생산방법에 있어서 생산 스케줄이 공정중 재고 및 공정체류시간에 어떠한 영향을 주는지 알아보기 위해서 제시된 생산 스케줄을 변경(HX-60W ARM→Y-3.5T TILT→HX-80 ARM→Y-3.5T LIFT→HX-100 ARM→HX-20 BOOM→HX-80 ARM→RF20B LIFT→HX-60W ARM→Y-3.5T LIFT→HX-80 ARM→HX-28 BOOM)하여 수행하였다.

스케줄 변경 근거는 각 제품별 단위 시간당 생산량을 고려하여 n번째 제품과(n+1)번째 제품의 생산 공정이 상이한 제품의 순서로 작업을 하도록 하였다. 그 결과 완제품인 실린더의 평균 공정 체류시간이 0.5시간(7.87→7.37) 감소되었으며 각 설비 앞의 재고량도 감소되었음을 알 수 있다<표 11>. 실제 현장에서 제품생산시에는 생산 스케줄의 영향이 더욱 증가할 것으로 사료된다.

<표 11> 제6차 시뮬레이션 결과

라인 \ 구분	구분	사이클 타임	설비이용효율 (평균/최대)	공정 체류시간	생산량	기타
튜브	튜브	43.84시간	53.6/85%	5.48시간	5480개	
	로드	43.9 시간	55.5/90%	4.14시간	5469개	
파트	피스톤	-	-	-	-	
	글랜드	43.75시간	57.2/79%	2.45시간	5292개	
조립			63 /78%			
실린더				7.37시간	5464개	

(주) : 룯트 사이즈=20, 작업시간=5개월(1,000시간)

(7) 제7차 시뮬레이션 결과 및 고찰

적절한 설비배치를 위해서 유희시간이 많은 설비의 댓수를 변경(MMW : 2→1, NCR2 : 3→2, AWLC : 2→1, PAS : 3→1)한 결과 각 제품의

공정체류시간은 약간 증가되었지만, 설비이용효율 증가, 설비이용효율 균등화, 시설투자비의 적정화 등의 효과를 얻을 수 있었다. 그 결과 계획된 생산량을 생산하는데 적절한 설비배치 대안을 얻었다



(2) 생산량

각 부품의 1,000시간(8시간×25일×5개월) 동안 생산량은 <표 14>와 같다. 본 연구에서는 작업 중 설비의 점검, 보수, 고장수리 등의 시간을 고려하지 않고 수행하였으므로 이러한 점을 고려하여 결과를 이용하여야 될 것으로 사료된다.

(3) 각 라인간의 라인 균형

단위 시간당 각 부품의 생산량을 같게 하려면 라인균형이 중요한 선결과제인데, 파트 라인의 글랜드전용 라인화와 튜브 생산 라인과 글랜드 생산 라인의 인터벌 타임을 적절히 조정하여 작업을 수행하므로써 해결될 것이다.

(4) 혼류생산에 있어서 작업순서

n번째 로트와 (n+1)번째 로트의 제품이 다른 경우라면 n번째 제품과 (n+1)번째 제품의 생산 공정(특히 피치공정(애로공정))이 다른 부품을 전후로 생산하면 인터벌 타임을 줄일 수 있어서 결국 각 설비의 가동률 향상, 공정중 재고감소, 부품 공정체류시간 감소 등의 효과를 얻을 수 있을 것이다.

(5) 작업 착수 적정 인터벌

월간 생산량 1093개를 기준으로 한다면 각 제품별 인터벌 타임을 적절히 조절하여 튜브의 싸이클 타임을 43.8시간, 글랜드의 싸이클 타임을 43.75시간으로 변경하여 생산하면 가능하리라 생각한다.

(6) 각 제품별 단위시간당 생산량 및 공정체류시간

각 제품별 1,000시간(8시간×25일×5개월) 동안의 가공품 및 조립품의 생산량은 <표 15>와 같다. 표에 나타낸 바와 같이 단위 시간당 생산량은 거의 동일하지만 일부 제품을 제외하고는 튜브, 로드, 글랜드의 공정체류시간이 다른데 이에 대한 검토가 요망된다.

(7) 각 설비 이용효율 및 재고량

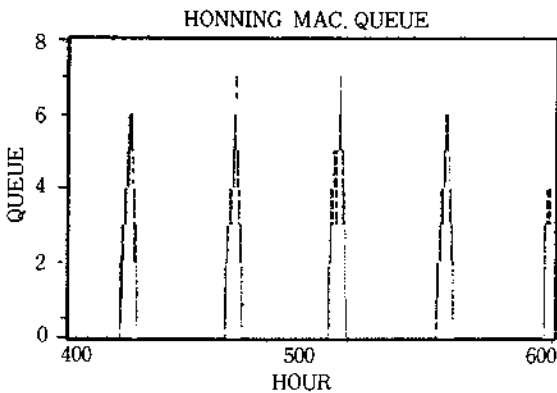
각 설비의 이용효율 및 재고량은 <표 16>과 같다. 한 실례로써 Honning Machine의 대기량 변화, Honning Machine의 이용효율 변화, NCG1 Machine의 대기량 변화 및 NCG1 Machine의 이용효율 변화를 그림으로 나타내면 각각 [그림 3, 4, 5, 6]과 같다.

<표 14> 각 부품의 생산량

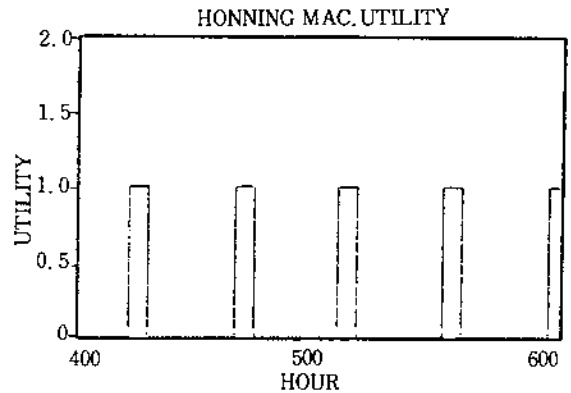
구 분 가동률	부 품				제 품
	튜 브	로 드	피스톤	글랜드	실린더
100%	5454	5469	—	5490	5468
90%	4908	4922	—	4911	4921
85%	4635	4648	—	4666	4647
80%	4363	4375	—	4392	4374
비 고	—	—	100% 외주	—	—

〈표 15〉 각 제품별 생산량 및 공정체류시간

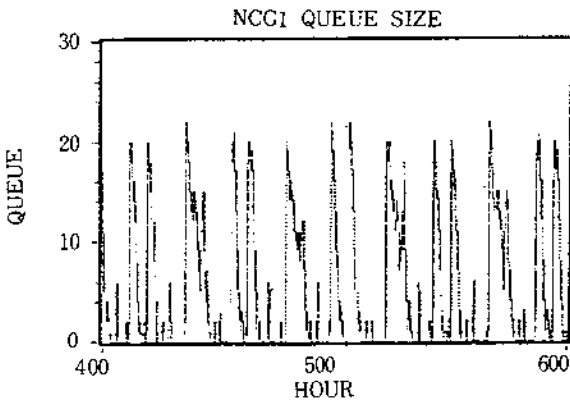
TYPE	공정 구분		가 공				조 립	
	생산량	공정체류시간	튜브		로드		실린더	
			생산량 (%)	공정체류시간	생산량 (%)	공정체류시간	생산량 (%)	공정체류시간
1. HX-100 ARM	443 (8)	5.49 시간	440 (8)	5.1 시간	443 (8)	1.22 시간	443 (8)	7.9 시간
2. HX-80 ARM	1377 (25.2)	6.04 시간	1376 (25.2)	5.98 시간	1380 (25.2)	1.67 시간	1374 (25.1)	8.42 시간
3. HX-60W ARM	920 (16.8)	5.82 시간	920 (16.8)	4.6 시간	920 (16.8)	2.69 시간	920 (16.8)	7.3 시간
4. Y-3.5T TILT	460 (8.4)	4.34 시간	460 (8.4)	4.56 시간	460 (8.4)	4.18 시간	460 (8.4)	7.49 시간
5. Y-3.5T LIFT	914 (16.7)	6.03 시간	913 (16.7)	3.42 시간	920 (16.7)	3.98 시간	905 (16.6)	7.26 시간
6. HX-28 BOOM	900 (16.4)	4.14 시간	900 (16.4)	4.42 시간	900 (16.4)	3.38 시간	906 (16.6)	6.63 시간
7. FR20B LIFT	460 (8.4)	7.74 시간	460 (8.4)	5.49 시간	460 (8.4)	3.88 시간	460 (8.4)	9.68 시간



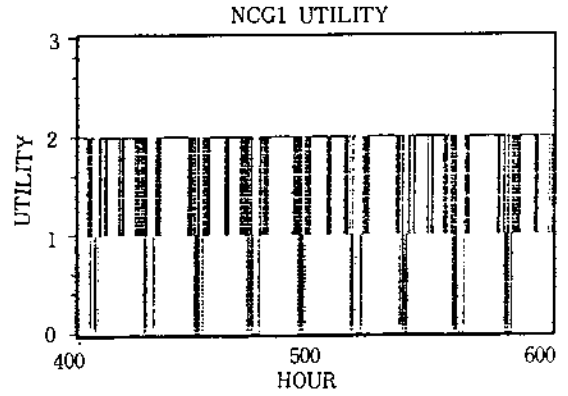
[그림 3] Honning Machine의 대기량 변화



[그림 4] Honning Machine의 이용효율 변화



[그림 5] NCG1 Machine의 대기량 변화



[그림 6] NCG1 Machine의 이용효율 변화

<표 16> 각 설비의 이용효율 및 재고량

공정 라인	설비명	대 기 량 (평균, 최소/최대)	이용 효율(%)	공정 라인	설비명	대 기 량 (평균, 최소/최대)	이용 효율(%)	
튜브	ORD1	6.09, 0/20	64	로드	NCR1	5.59, 0.19	77	
	AWLA	1.15, 0/14	70		NCR2	2.64, 0/13	80.5	
	ORD2	0.13, 0/3	62		RDRR	0.33, 0.7	46	
	RDRT	1.76, 0/20	48		CLG	0.74, 0/14	66.7	
	AWR	0, 0/0	4		BUF1	0.2, 0/6	36	
	SRB	3.88, 0/20	85		CRP	3.24, 0/19	90	
	MAW1	0.08, 0/3	19		BUF2	0.17, 0/5	36	
	HHN	0.58, 0/7	18		AWLC	2.95, 0/13	74	
	NCT1	3.22, 0/19	76		MILR	1.17, 0/7	48	
	NCT2	2.17, 0/11	77		SAS	1.19, 0/15	54	
	AWLB	1.67, 0/12	75		평균		63.2	
	MAW2	0.03, 0/4	10		글랜드	ORDG	7.6, 0/25	77
	MMW	1.09, 0/13	22			NCG1	5.37, 0/22	79
	WSHT	0.16, 0/5	50			NCG2	1.94, 0/14	77
평균		56.1	RDRP	2.02, 0/12		68		
조립	ASM1	13.27, 0/31	50	MILP		0.55, 0/12	50	
	SAM2	0.22, 0/4	31	WSHP		0.33, 0/6	49	
	TST	0.07, 0/4	73	PAS		2.66, 0/11	26.7	
	PAT	1.84, 0/11	79	평균			57	
	평균		63.2					

## 4. 결론

본 연구에서는 생산량의 증대에 적절히 대처하고 배치생산방식의 문제점을 해결하기 위한 유압실린더 공장의 적절한 설비배치 대안에 대한 연구를 수행하였다. 제시된 초기 대안의 타당성 검증 및 새로운 대안을 제시하기 위해서 설비대수, 생산방법, 생산 스케줄 등의 작업조건을 변경하면서 시뮬레이션을 수행하였다.

시뮬레이션 결과 제시된 초기안의 경우 라인 균형의 어려움, 에로공정 설비의 발생, 유틸설비의 발생, 생산 스케줄의 부적합성 등의 문제점이 있음을 제시하였다. 또한 이러한 문제점들의 개선 방안, 생산능력, 각 제품의 공정체류시간 등도 제시하였다. 유압실린더 생산라인을 배치 생산방식(기종별 배치)에서 흐름생산방식(Cell 배치)으로 전환 배치할 경우 작업인원감소, 공정체류시간 감소, 재공품 감소, 관리용이, 유틸시간 감소, 생산성 향상 등의 장점이 있을 것으로 생각된다. 반면에 일부설비의 이용효율감소, 시설투자비의 증가, 한 설비의 고장으로 인한 전체 공정에 대한 영향과다 등의 문제점도 있을 것으로 예상된다.

## 참고 문헌

[1] 김재주 외, "컴퓨터를 이용한 통계학," 경문사, 1989.  
 [2] 김지은 외, "Jacket 생산부 Tubular Shop의 설비배치 및 효율의 최적화를 위한 연구 ( I ), ( II )," 기술현대, Vol.10, No.3/No.4, 1990  
 [3] 백두권 외, "시스템 시뮬레이션," 경문사, 1988.  
 [4] 조규갑, "생산 시스템 공학," 탐 출판사, 1982.

[5] 조규갑, "G.T.에 의한 생산 관리 시스템," 회중당, 1986.  
 [6] 조규갑, "SIMAN을 이용한 생산 시스템의 시뮬레이션," 대한기계학회지, Vol.25, No.2-No.3, 1985.  
 [7] 최원준, "Computer Simulation의 활용," 생산 시스템의 합리화(한국경영과학회지 부산·경남 지회), 1989.  
 [8] 황학, "최적 설비배치 계획," 공장관리, 제8권 1호, 1990.  
 [9] Averill M. Law, "Simulation modeling and analysis," Mc Graw-Hill book computer, 1982.  
 [10] James A. Tompkins, "Facilities planning," John Willy and John A. White & Sons, 1984.  
 [11] Jerry Bancks, "Discrete event system simulation," Prectice-Hill Inc., 1984.  
 [12] Pegden, C.D., "Introduction to siman," System modeling corp., Jan. 1989.  
 [13] Richard Muther and Knut Haganas, "System modeling analysis," Management and Industrial Research Publications, 1969.  
 [14] Richard Muther, "Systematic layout planning," Industrial education institute, 1961.  
 [15] Zeigler, "Theory of modeling and simulation," John Willey & Sons Inc., 1978.