산업기술연구(강원대학교 산업기술연구소 논문집), 제22권 B호, 2002.
Journal of Industrial Technology, Kangwon Natl. Univ., Korea, No. 22 B, 2002.

FactoryCAD를 이용한 보일러 제조업체의 설비배치 사례연구

A Case Study on the Facilities Layout with FactoryCAD in a Boiler Factory

손 권 익* 김 성 준** 김 완 영***
Sohn, Kwon-Ik Kim, Sung-Joon Kim, Wan-Young

Abstract

This paper deals with a case study on the process improvements and the layout design of a boiler factory with FactoryCAD. Firstly, two alternatives of job reallocation are suggested with the understanding of problems in current process. The layout planning for these new alternatives is carried out by simple procedure and the detailed analyses are performed by the aid of FactoryCAD program. The result shows that the new layout plan brings on about 10% reduction of travel distance. The utilization of FactoryCAD program can simplify the process of layout design.

키워드: *FactoryCAD, 배치계획, 공정개선*
Keywords : *FactoryCAD, Layout Planning, Process Improvement*

1. 서 론

설비배치(Facilities Layout)의 문제는 경영 및 관리적인 면에서 기업의 많은 관심의 대상이 되어 왔다. 한 보고서에 의하면 제조공장의 경우 자재 설비취급 및 운반비용이 간접 제조비의 20-50%를 차지하며, 이 비용 중 최소 10-30%를 설비배치의 개선을 통하여 절감할 수 있다고 알려져 있다[6]. 설비배치문제는 새로운 공장건설, 제품의 설계변경, 생산능력의 확장, 생산흐름의 이상현상 등의 여러 가지 이유로 제기되기 때문에 이에 따른 배치문제의 유형은 실로 다양하다.

* 강원대학교 산업공학과 교수, 공학박사
** 강원대학교 기계메카트로닉스공학부 교수, 공학박사
*** 강원대학교 산업공학과 석사과정

바람직한 설비배치는 불필요한 운반을 지양하고 공간을 최대한 활용하면서 적은 노력으로 빠른 시간에 목적하는 제품을 경제적으로 생산할 수 있도록 설계를 하는 것이다[6]. 설비배치는 시스템의 운용 비용과 효율에 상당한 영향을 미치고, 한번 결정된 설비배치를 바꾸는 것은 많은 비용과 노력이 요구되므로 설비배치의 최적화가 매우 중요하다[4].

배치문제에서 배열해야할 부서 또는 생산설비가 많고 이들간의 물자흐름 및 활동이 복잡한 경우 SLP(Systematic Layout Planning)의 적용은 한계가 있다. 이 문제를 해결하기 위해 최근 많은 종류의 전산배치기법이 개발되어 왔다. 전산배치기법은 꼭 최적의 배치를 제공해 주지는 않지만 신속하고 편리하게 많은 수의 좋은 배치대안을 얻을 수 있다는 데 그 사용의 의의가 있다. Oriscoll과 Sangi의 전산배치소프트웨어의 사용실태에 대한 최근 조사[1]에 의하면 전 세계적으로 사용되고 있는 전산배치 프로그램은 56개가 있으나 실제 상황에 접

목하기에는 그들의 도식적 능력의 한계와 사용상 어려움이 많음을 부인 할 수 없다.

최근에 들어 이러한 한계를 극복할 수 있는 프로그램들이 개발되고 있는데 FactoryCAD프로그램은 기존 프로그램에 비해 사용자의 접근이 용이하고 CAD 소프트웨어와의 호환성을 유지하면서 좀 더 현실적인 최적의 공장배치안을 창출하는 기능을 제공하고 있다.

FactoryCAD는 FactoryFLOW, FactoryPLAN, FactoryOPT의 3가지로 구성되어 있으며, AutoCAD상에서 산업설비의 제도와 운용을 위해 산업공학자들에 의해 설계된 이 분야의 유일한 툴이다. 수백 가지의 미리 그려져 있는 심볼들을 라이브러리로 가지고 있기 때문에 지금까지와 같이 디자인 자체에 소비되는 시간을 단축할 수 있다. 또한 여러 가지 상황에서 묘사가 가능한 지능형 공장 개체를 사용하는 툴을 통해 2차원 및 3차원 배치를 제공하고 있다. 이로써 최신 시각화 기술과 경량 개체(Lightweight Object) 정의를 통해 전체 공장을 그래픽으로 시각화하고 분석할 수 있다.

본 연구에서는 공업용 스팀 보일러를 주로 제작하는 한 중소기업체인 S보일러 회사의 용접공정에 중심을 둔 설비배치 문제를 사례로 들었다. 다음 장에서는 사례연구의 배경을 설명하며, FactoryCAD를 사용해 S보일러 회사의 공장내부에 대한 도면 작업을 실시하여 흐름에 관한 분석을 한다. 다음으로 3장 공정개선 및 배치계획에서는 현재 배치상황의 여러 가지 문제점을 분석하여 공정개선 대안을 제시하고 이에 적절한 배치안을 간이분석을 통해 제시하며, FactoryFLOW를 사용하여 자재흐름에 대하여 자세한 정량적인 분석을 실시하여 물류이동거리를 최소화하는 개선된 설비배치안을 확정한다. 마지막 장에서는 분석된 결과를 통해 결론 및 추후 연구 방향을 논의한다.

2. FactoryFLOW를 활용한 현 배치 분석

2.1 사례연구의 배경[5]

S보일러 주식회사는 연관식 보일러, 스팀 보일러, 온수 보일러를 주로 생산하는 보일러 업체이다. 생산모델이 다양하고 생산량이 월평균 30대로 많지 않은 회사이다. 주력 생산품의 모델은 입형노통연관식보일러인 SVS500과 SVS1000이다.

모델의 생산방식은 SVS500 이하는 한번에 10대씩, SVS1000 이상은 5대씩으로 롯트(Lot)단위로 생산하여 팔리는 수량에 비하여 롯트 크기가 큰 편이다. 큰 롯트 단위로 생산하기 때문에 공정체류시간의 과다, 라인균형의 어려움, 재공품의 과다, 유휴시간 증대, 고객의 요구에 신속히 대처할 수 없음 등의 문제가 있었다. 이를 근거로 롯트생산방식의 문제점 및 생산량의 증대에 적절히 대처하기 위해서 롯트생산방식을 흐름생산방식으로의 점진적인 전환이 필요하다. 이러한 흐름생산은 재공품 재고, 나아가 완제품 재고를 줄이 수 있는 하나의 방도라 할 수 있다. 이를 위해 공장의 라인을 재설계하기로 한다.

주 연구대상이 되는 작업장은 가접, 용접공정이다. 보일러 제품은 일반적으로 절단-가접/용접-조립-검사-도색-출하의 과정을 거친다. 병목은 용접과 검사과정으로 이중 검사의 경우는 외부에서 와서 실시하는 관계로 일정한 수량이 모아져야 한다. 검사는 1달에 5~6회 이루어진다. 용접은 매우 중요한 과정으로 보일러의 품질을 좌우하고 각종 검사를 통과하기 위해서는 숙련된 전문 기능사를 필요로 한다. S보일러는 전문 용접사를 구하는데 많은 어려움이 존재하며, 임금도 상대적으로 높고, 공정시간도 길기 때문에 이 부분에 대한 관리 및 개선이 절실히 요구된다. 따라서 본 연구에서도 이 용접 부분에 초점을 맞추어 집중적으로 연구하여 본다.

기능직 인원의 수는 용접반 9명, 조립반 9명으로 총 18명이다(2001년 5월 현재). 용접반 인원 중 5명이 용접사들이며 나머지 4명은 절단, 후렌지 제작 및 홀 가공 등의 준비작업을 한다. 5명의 용접사 중에 4명은 전문(RT) 용접사들이며 1명은 일반 용접사이다.

공장의 배치 현황은 그림 1.과 같다. 각 작업장별 명칭을 살펴보면 W1, W2, W3, W4, W5는 용접작업(가접, 용접, 최종용접)이며, R1, R2는 롤링, C1은 절단, F1은 후렌징, P1은 프레스, D1은 드릴링이다. 각 작업장간의 운반장비로는 핸드트럭, 리프트트럭, 브리지크레인들이 이용되고 있다. 각 용접사들은 간이 칸막이가 된 정해진 장소에서 작업을 하고 각 용접사들의 위치는 그림에 표시되어 있다. 여기서 5번 용접사(W5)는 일반 용접사이다. 1번 용접사(W1)가 가장 경험이 풍부한 용접사로 용접 공정 전반을 조절하고 있다.

S보일러에서 시행하고 있는 작업 행태을 보면 5~10 대의 롯트 단위로 한번에 일을 시작하여 각 용접사들은 가접을 제외하고는 전담하는 공정이 뚜렷이 구분되어 있지 않고 한 보일러씩 맡아 여러 부분의 용접을 맡는다고 볼 수 있다. 이 방식은 일견 효율이 좋은 관리 방법으로 보일 수 있다. 그러나 이러한 방식을 유지하기 위해서는 롯트 단위가 용접사의 배수로 5~10대씩으로 밖에 될 수 없을 것이다. 결과적으로 많은 재공품 재고를 가져오게 되고 수요에 대처하는 유연성이 떨어지는 관리방법이다. 따라서 작업정체가 가장 많이 일어나고 있는 가접, 용접 부서인 W1, W2, W3, W4, W5를 집중 분석대상으로 공정개선 및 효율적인 설비배치 계획을 시도하였다.

2.2 현재의 배치와 자료입력

FactoryCAD를 사용하여 배치안을 분석하고 그 대안을 발생시키기 위해서는 현 배치를 AutoCAD로 그리는 작업이 우선 되어야 한다.

연구대상인 SVS500 모델에 대하여 공정소요시간에 대한 조사를 실시하여 작성한 공정도는 그림 2.와 같다[5].

작업배분이 확실히 구분되어 있지는 않지만 주로 담당하는 공정을 토대로 SVS500 모델의 작업배분을 하면 그림 3.과 같다.

FactoryFLOW의 입력자료는 제품 파일(Product File), 부품 파일(Parts File), 자재운반장비 파일(Material Handling File) 등으로 구성된다. 제품 파일에는 보일러 제품의 종류, 부품 파일에는 철판, 화실, 외통, 동체 등의 부품 종류, 자재운반장비 파일에는 크레인, 적재용 트럭, 핸드 트럭 등의 이동장비 종류가 있다.

자료를 입력한 후 현 배치상황을 분석하고 그 분석의 출력 결과와 도표를 통해 새로운 배치안을 발생시켜 현 배치상황과 비교하여 보기로 한다.

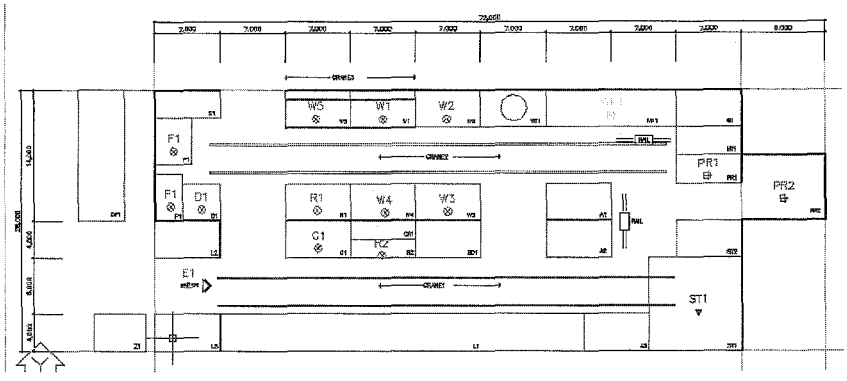


그림 1. 분석대상 Layout

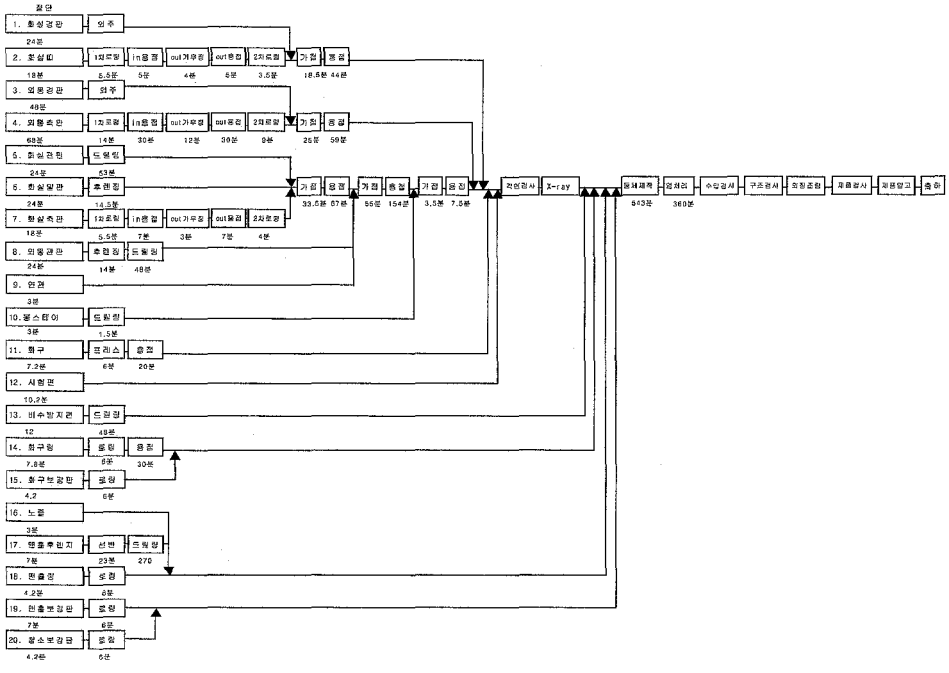


그림 2. SVS500의 공정도

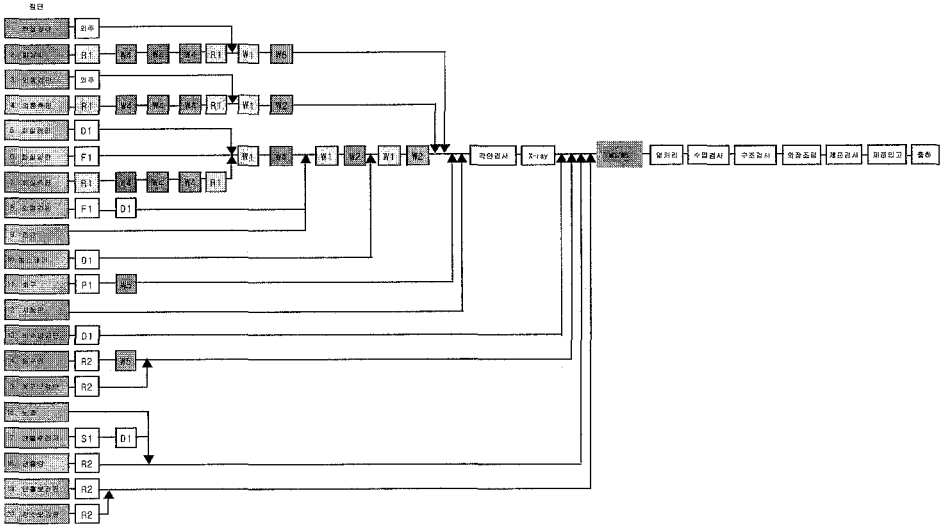


그림 3. SVS500의 현재의 작업분배 상황

2.3 현 배치의 흐름 분석

자료 입력이 끝난 후 FactoryFLOW는 정량적인 자재흐름분석을 위한 필요한 계산을 수행하여 다양한 형태의 출력자료를 제공해준다.

FactoryFLOW 계산결과로 제시되는 비용에 관한 사항은 자재운반장비에 관한 단위 시간(Time Unit)당 초기 투자비용, 단위 시간당 연료/동력/유지보수비용, 단위 시간당 장비 운전자의 노무비 등이다[3].

운반경로에는 실제경로(Actual Path), 직각경로(Rectilinear Path), 직선경로(Euclidean Path) 3가지중 한가지를 선택 할 수 있다. 본 연구에서는 실제 경로를 사용하도록 하겠다. 현재 배치안의 실제 경로를 그림 4.에서 보여주고 있다.

그림 5.에서는 각 작업장간의 거리와 비용 그리고 전체 작업장의 총 거리와 총 비용이 나타나 있다. 이 보고서에서 보면 C1에서 W1으로의 거리가 가장 긴데, 이것은 실질적인 거리 보다 절단을하여 가접으로 가는 공정의 횟수가 많기 때문이다.

계산 결과에서 총 운반비용은 고정비용(Fixed-Cost)과 변동비용(Variable Cost)으로 나누어 계산한다. 고정비용은 자재운반 장비의 초기 투자비용으로 운반설비의 감가상각비용을 반영한다. 변동비용은 운반장비의 연료비, 동력비, 유지보수비용 및 장비운전자의 노무비를 포함하고 있다[2].

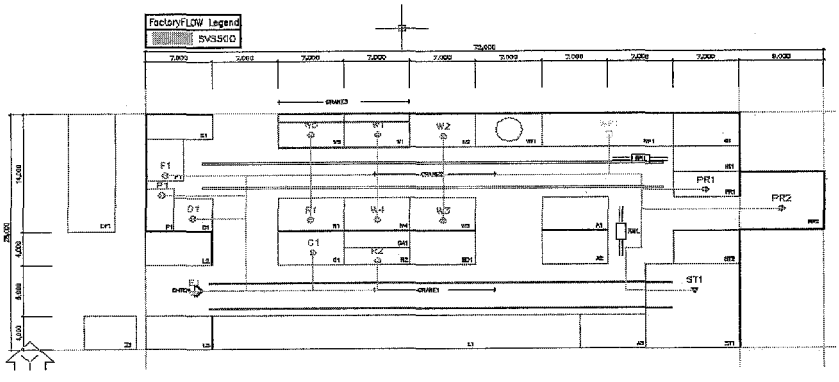


그림 4. Product Flow Diagram-현 배치

흐름도(Flow Diagram)에서는 비용에 따라 선의 굵기가 달리 나타난다.

빈도(Intensity)는 C1과 W1사이가 2로서 가장 크다. 빈도란 단위시간당 요구되는 부품 수를 1회 운행시 운반되는 부품의 수로 나눈 것이다[1].

COMPANY NAME: 생산물류실험실
PROJECT NAME: None
DATE: 10/17/2001
TIME: 3:54 pm
MATERIAL HANDLING REPORT
By Products

Product name: SVS500 Production volume: 1 / DAY

	Distance	Cost	Intensity
Between E1 and C1	12.30 M.	0.23	0.50 Moves
Between C1 and W1	125.44 M.	1.79	2.00 Moves
Between C1 and R1	40.17 M.	19.56	0.75 Moves
Between R1 and W4	19.19 M.	4.41	0.75 Moves
Between W4 and R1	19.19 M.	4.41	0.75 Moves
Between R1 and W1	18.48 M.	4.31	0.75 Moves
Between W1 and W5	15.80 M.	1.58	0.67 Moves
Between W5 and W3	26.07 M.	5.39	0.75 Moves
Between W1 and W2	17.42 M.	4.16	0.75 Moves
Between W2 and W3	14.37 M.	4.30	1.00 Moves
Between C1 and D1	18.33 M.	0.30	0.50 Moves
Between D1 and W1	42.19 M.	0.66	1.00 Moves
Between C1 and F1	48.34 M.	0.73	1.00 Moves
Between F1 and W1	19.52 M.	0.31	0.50 Moves
Between W5 and W1	7.90 M.	0.79	0.33 Moves
Between F1 and D1	13.91 M.	0.25	0.50 Moves
Between W2 and W1	5.81 M.	1.39	0.25 Moves
Between C1 and P1	22.67 M.	0.35	0.50 Moves
Between P1 and W2	26.31 M.	0.39	0.50 Moves
Between C1 and W3	92.23 M.	15.88	1.25 Moves
Between C1 and R2	10.51 M.	6.94	0.50 Moves
Between R2 and W2	20.19 M.	9.07	0.25 Moves
Between C1 and W5	26.30 M.	4.85	0.50 Moves
Between R2 and W3	20.54 M.	9.20	0.25 Moves
Between W3 and WP1	9.95 M.	1.97	0.25 Moves
Between WP1 and PR1	24.18 M.	4.82	1.00 Moves
Between PR1 and PR2	34.45 M.	5.29	1.00 Moves
Between PR2 and ST1	47.88 M.	5.91	1.00 Moves
Total	799.65 M.	119.25	19.75 Moves
Grand Total	799.65 M.	119.25	19.75 Moves

그림 5. 현재 배치의 결과 보고서

MATERIAL HANDLING UTILIZATIONS
COMPANY NAME: 생산물류실험실
PROJECT NAME: None
DATE: 10/18/2001
TIME: 00:48 am

MH Device Name	Quantity	Busy minutes / DAY	Avail minutes / DAY	Utilz (%)
CRANE1	1	7.46	480	1.55
CRANE2	1	22.56	480	4.7
CRANE3	1	2.48	20.83	11.91
HANDT	1	27.56	480	5.74
LIFTTRK	1	4.33	480	0.9

그림 6. 현재 배치의 자재이동장비의 보고서

현재 배치에서 자재이동장비의 활용도에 대해서는 그림 6.에 나와 있다. 이용률이 11.91%로 가장 높게 나타나 있는 것은 크레인3(CRANE3)이고 0.9%인 리프트 트럭(LIFTTRK)은 가장 적게 사용되었다. 크레인3은 가장 혼잡한 작업장인 W1과 W5 사이에서만 사용하는 전용 크레인이기 때문에 이용률이 높고 리프트트럭은 저장창고에서 완제품을 나르는데 사용되기 때문에 이용률이 낮다.

3. 공정개선 및 배치계획

3.1 공정개선 및 간이분석[5]

S보일러 공장의 용접공정에서 현재 5명의 용접사가 작업을 하고 있지만 현재의 생산규모나 작업개선효과를 고려하여 4명의 용접사가 적당할 것으로 판단되어 4명을 기준으로 작업을 할당하여 그림 7.과 같은 안을 제시한다.

우선 5명이 할당된 경우와 4명이 할당된 안에 있어 각 작업자들의 할당시간을 살펴보면 표 1.과 같다.

표 1. 대안별 작업할당 시간

	현재 상황 (5명인경우)	개선안 (4명인 경우)
W1	177	236
W2	220.5	228.5
W3	180	230
W4	170	229
W5	172	
총 용접시간	919.5	919.5
평균시간	183.9	229.9

표 1.의 현재 상황에서 W2의 시간을 줄이는 방법은 화실띠와 외통측판의 용접 작업을 바꾸면 다소 완화되나 W5는 일반 용접사이므로 균형화에 어려움이 따른다. 4명인 경우는 거의 균형화가 이루어져 바람직하다.

현재의 배치 및 작업할당 하에서 물자 흐름이 빈번한 것은 대부분 가접을 전담하는 용접사가 있어 가접과 용접을 주고받는 것에 기인한다고 보인다. 이를 개선하기 위하여 용접을 하는 작업자가 가접도 겸한다면 흐름이 단순화되고 흐름생산에 부합되는 그림 8.과 같은 공정 흐름을 가질 수 있다.

이러한 공정분배를 효과적으로 운영하기 위한 배치계획을 수립하여 보자. 전체적으로 보아 현 공장의 배치는 공정 흐름을 고려하여 배치되어 있다. 고정장비의 이동은 현재로는 불가하므로 이동 가능한 부분, 특히 용접 부문을 중심으로 개선을 시켜보도록 하자.

고정 장비는 고려에서 제외하고 유의해야할 부분만을 간략히 그려보면 그림 9.와 같다. 단순화시키기 위하여 가공부분은 전체를 하나의 작업장으로 생각한다. 2-6번의 작업장에서 외통용접(W4), 가접(W1), 용접(W2), 최종용접(W3), 일반용접(W5)이 이루어진다.

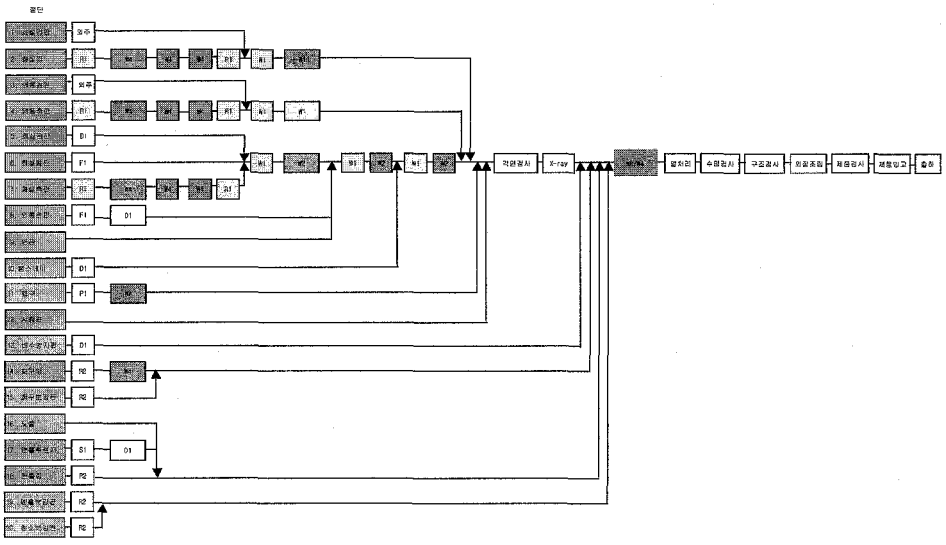


그림 7. 1차 개선안

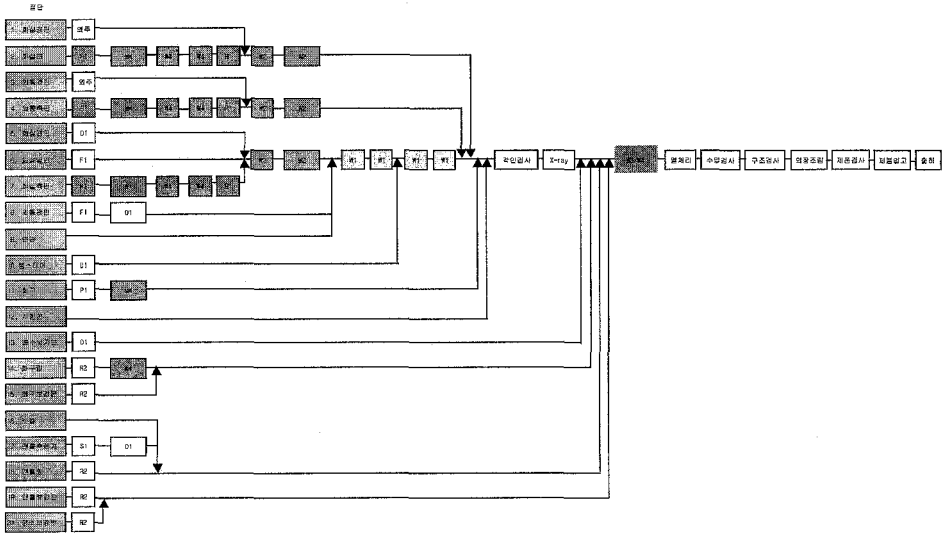


그림 8. 2차 개선안

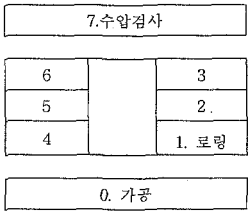


그림 9. 중요 부서 간이 배치도

현재 상황에 있어서의 제약을 살펴보면 다음과 같다.

1) 중요 가접 및 롤링 작업은 W1이 하고 있다.

2) 배치안에서 볼 수 있듯이 4번, 5번 작업장에 전용크레인이 존재한다.

이 전용크레인은 가접에 있어서는 거의 필수적이다. 왜냐하면 크레인으로 계속 붙들고 작업을 수행하므로 중앙크레인을 사용하면 다른 작업장의 크레인 대기시간이 크게 늘어나게 된다.

이상의 제약은 추가로 크레인을 설치하거나 다른 용접사를 훈련시켜 가접도 가능하게 하면 해결될 수 있다.

다음으로 가능한 배치 대안을 만들어 대안을 비교하여 보자. 우선, 배치 대안의 수를 줄이기 위하여 다음을 고려한다.

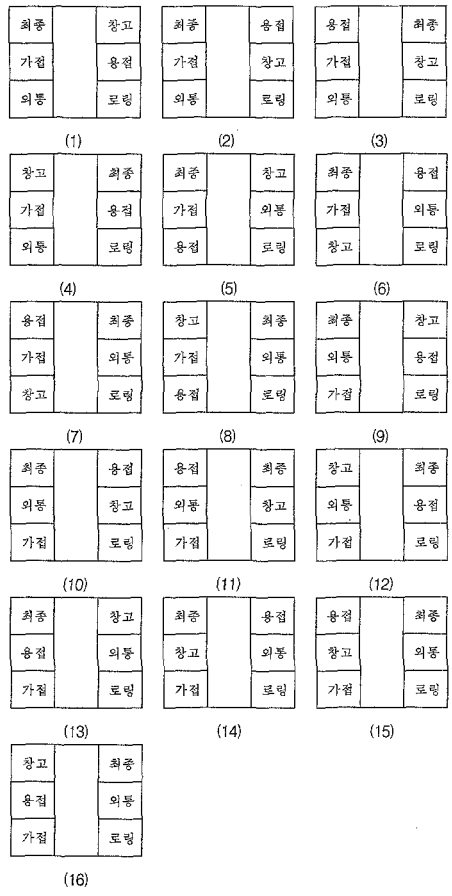
1) 롤링머신은 1번 작업장에 고정되어 있기 때문에 외통용접의 후보는 2, 4번 작업장으로 국한한다.

2) 검사 및 도장 등의 작업을 고려하면 최종 조립장소는 3, 6번 작업장이 될 것이다.

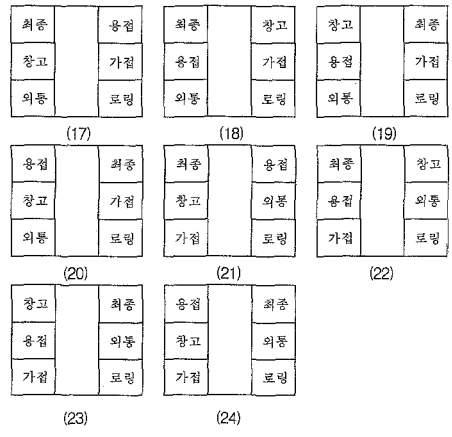
이상을 고려하면 배치대안의 수가 크게 감소하여 16가지의 경우의 수가 존재한다. 그리고 전용크레인이 추가되는 경우는 8가지의 대안이 추가로 고려될 수 있다. 24가지의 대안은 그림 10.과 같다. 여기서 창고는 현재 상황에서는 일반용접에 해당된다.

각 대안의 상대적인 운반거리의 합을 구하기 위해서는 작업장간의 거리와 작업장간의 흐름량이 필요하다. 작업장간의 거리는 직각거리를 고려하여 한 블록(7m) 당 1로 하여 작성하면 표 2.와 같다. 인접한 부서도 특성상 복도로 나갔다가 다시 들어오게 되어 3이 된다. 대신 중앙 통로를 통해 마주보고 있는 부서는 거리가 2가 된다.

앞서 작성한 공정도로부터 현재 흐름의 양과 개선안들의 흐름량을 From-To Chart로 나타내면 표 3.에서 표 5.와 같다. 개선안 2에서는 표 5.에서와 같이 W1과 W2의 일이 앞서처럼 가접, 용접으로 구분할 수 없어 담당 용접사(W1, W2)로 구분하여 표시하였다.



<크레인에 제약이 있는 경우 - 16가지>



<전용 크레인을 추가로 설치할 경우 - 8가지>

그림 10. 용접부서 배치 대안들

표 2. 작업장간 거리

거리	0	1	2	3	4	5	6
0	0	3	4	5	3	4	5
1	3	0	3	4	2	3	4
2	4	3	0	3	3	2	3
3	5	4	3	0	4	3	2
4	3	2	3	4	0	3	4
5	4	3	2	3	3	0	3
6	5	4	3	2	4	3	0

표 3. 현재 상황의 작업장간 운반 횟수

횟수	가공	로딩	외통	가절	용접	최종	일반
가공	0	0	0	1	0	0	2
로딩	0	0	3	3	0	0	0
외통	0	3	0	1	0	0	0
가절	0	0	1	0	3	0	1
용접	0	0	0	1	0	2	0
최종	0	0	0	0	0	0	0
일반	0	0	0	0	0	2	0

표 4. 개선안 1의 작업장간 운반 횟수

횟수	가공	로딩	외통	가절	용접	최종	창고
가공	0	0	2	1	0	0	0
로딩	0	0	3	3	0	2	0
외통	0	3	0	0	0	3	0
가절	0	0	1	0	3	1	0
용접	0	0	0	2	0	1	0
최종	0	0	0	0	0	0	0
창고	0	0	0	0	0	0	0

표 5. 개선안 2의 작업장간 운반 횟수

횟수	가공	로딩	외통	W1	W2	최종	창고
가공	0	0	2	0	1	0	0
로딩	0	0	3	0	3	0	0
외통	0	3	0	0	0	2	0
W1	0	0	0	0	0	1	0
W2	0	0	0	1	0	2	0
최종	0	0	0	0	0	0	0
창고	0	0	0	0	0	0	0

운반물체의 크기가 가공 부서에서 용접 부서로 이동하는 것은 크기가 상대적으로 작으므로 다른 부서간의 이동시 비중 1의 절반인 0.5를 가정하였다. 이를 바탕으로 24가지의 배치대안의 평균거리를 구하여 보면 표 6.과 같다. 가장 운반거리가 짧은 대안은 모든 경우에 있어 배치안 1번과 4번이다. 이중 배치안 1이 배치안 4보다 선호된다. 배치안 1번은 수압검사장에 가까워 좋고, 배치안 4는 통로와 접하여 있어 불리하다. 개선안 1은 작업자 수를 5인에서 4인으로 줄이고 작업을 재분배하였는데 4인의 경우가 총 이동거리가 약간 증가하고 있다. 현재의 상황 하에서도 기존 배치(배치안 7에 해당)보다 새로운 배치안(배치안 1)은 13%(63→55) 더 효율적이다. 모든 경우에 있어 1번이 우수하다는 것은 매우 고무적인 것이다. 개선안 2에서는 개선안 1에서의 단점을 보안하여 용접하는 작업자가 가접을 겸하도록 하였다. 그 결과 총 이동거리가 줄어들어 공정개선을 꾀할 수 있다.

표 6. 총 이동거리

	현재 상황	개선안 1	개선안 2
배치안	총 이동거리	총 이동거리	총 이동거리
1	**55.0**	**57.0**	**45.0**
2	57.0	61.0	47.5
3	57.0	61.0	47.5
4	**55.0**	**57.0**	**45.0**
5	65.0	66.0	49.5
6	63.0	64.0	52.5
7	63.0	64.0	52.5
8	65.0	66.0	49.5
9	62.5	63.5	52.0
10	64.5	67.5	54.5
11	64.5	67.5	54.5
12	62.5	63.5	52.0
13	62.5	63.5	52.0
14	64.5	67.5	54.5
15	64.5	67.5	54.5
16	62.5	63.5	52.0
17	57.0	61.0	47.5
18	**55.0**	**57.0**	**45.0**
19	**55.0**	**57.0**	**45.0**
20	57.0	61.0	47.5
21	64.5	67.5	54.5
22	62.5	63.5	52.0
23	62.5	63.5	52.0
24	64.5	67.5	54.5

* 1-16 배치안은 기존의 크레인을 활용한 경우
17-24 배치안은 추가로 크레인을 설치할 경우

3.2 현재 배치와 개선 배치안의 비교분석

표 6.에 나와 있는 작업장의 총 이동거리는 가공 부서와 용접 부서에 국한된 것이지 전체의 부서에 관한 것이 아니다. 그렇다면 SVS500 보일러 생산에 있어 전체 부서 배치의 총 이동거리를 FactoryFLOW를 이용하여 분석하여 보자.

표 6.의 현재 상황과 개선안 2에 대한 간이분석 결과들 중에서 가장 좋은 4가지 배치안(1번, 4번, 18번, 19번)을 대상으로 FactoryFLOW의 Move명령을 사용하여 작업장의 위치를 이동시켜 가며 시뮬레이션 분석을 실시하였다. 또한 기존의 배치인 7번도 함께 분석을 실시한다.

현재안에서는 표 8.에서와 같이 1번 배치안이 가장 짧은 이동거리를 가지는 최적의 배치안으로 나타났다. 개선안 2에서 가장 짧은 최적의 대안으로 현재안에서와 같이 1번 안이 채택되었다.

4가지 배치대안 외에도 추가로 분석해 본 결과 개선 공정상의 최선의 배치안보다 더 나은 대안을 찾을 수 없었다. 각 배치안의 분석결과를 실제경로에 따른 총 운반거리 및 총 운반비용면에서 비교한 것이 표 10.에 나타나 있다.

표 7. 현재 배치 상황인 7번 배치안의 분석

배치대안	거리	비용	빈도
기존배치(7번)	**803.11M**	119.46	19.75Moves

표 8. 현재안의 배치대안분석

배치대안	거리	비용	빈도
현재안 1번	799.65M	119.25	19.75Moves
현재안 4번	800.15M	119.26	19.75Moves
현재안 18번	800.06M	119.29	19.75Moves
현재안 19번	805.37M	119.35	19.75Moves

표 9. 개선안 2의 배치대안분석

배치대안	거리	비용	빈도
개선안 1번	721.82M	117.89	18.08Moves
개선안 4번	728.28M	118.02	18.08Moves
개선안 18번	725.36M	117.86	18.08Moves
개선안 19번	723.29M	118.00	18.08Moves

표 10. 기존 배치안과 개선 배치안 비교

	총 운반거리 (m)	총 운반비용 ($)	빈도
기존 배치(7번)	803.11	119.46	19.75
현재 상황에서 최선의 배치안	799.65	119.25	19.75
개선안 2에서 최선의 배치안	721.82	117.89	18.08
개선 백분율*	10.12%	1.32%	8.46%

*개선백분율은 기존 배치와 개선안 2를 비교한 것임

표에서와 같이 개선 공정상의 최선의 배치안은 기존 배치에 비하여 10.12%의 총 운반거리를 단축할 수 있었고 총 운반비용은 1.32% 절감할 수 있었다. 이는 생산리드타임의 단축을 통한 고객의 만족도를 높이는데 기여할 것이며 공장내의 재공품재고를 줄여서 보관공간의 효율을 높이고 재고유지비용의 절감에도 기여할 것이다.

위 표의 분석 결과에서 총 운반거리의 단축보다 총 운반비용의 절감 백분율이 적은 이유는 각 작업장에서의 하역시간(Load/Unload Time)의 상대적 비중이 매우 크며, 부서간 운반거리에 무관하게 고정적이기 때문이다.

이상 살펴본 바와 같이 배치안의 분석 결과, 현재 배치에서 개선할 점이 있음이 정량적으로 증명되었고 또한 작업자 5명인 현재의 배치에서 공정을 개선하여 작업자 4명의 개선 배치안을 만듦으로써 인원을 감축하고 자재의 흐름량을 줄여서 생산성을 높일 수 있다. 개선된 최종 배치안의 출력결과는 그림 11.과 같다.

4. 결론

오늘날 기업에 있어서 생산품과 생산요구량은 해마다 변화하고 있고 제조업자들은 지속적인 노력을 통해 생산 시스템을 재 발전시키기 위해 노력하고 있다. 장기적인 측면에서 최적의 흐름경로를 갖는 개선된 배치안의 설계는 기업에 있어 많은 비용절감과 생산성 향상을 가져 올 것이라 생각된다.

본 연구에서 한 중소보일러 공장의 현행 공정을 분석하여 문제점을 파악한 후 이를 해결하는 새로운 대안을 제시하였으며, 간이 분석을 통해 적절한 개선된 배치대안을 만들었다. 이 배치대안들에 대

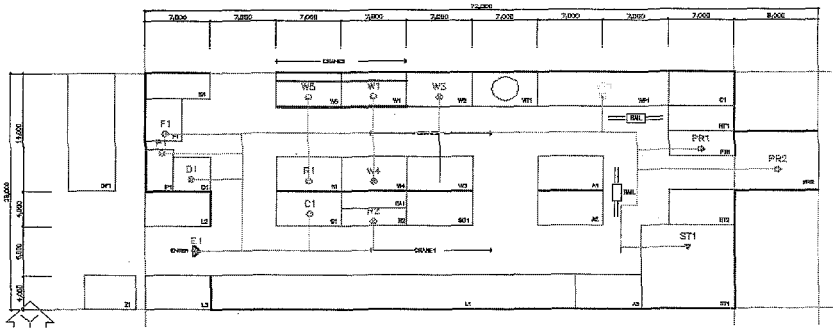


그림 11. 최종 배치안

해 FactoryFLOW를 이용하여 총 물류이동거리 및 비용을 최소화하는 정량적인 분석을 실시하여 최선의 배치안을 확정하였다.

FactoryCAD를 이용함으로써 기존의 전산배치기법에 비해 쉽게 공장의 배치를 개선시킬 수 있었으며, 배치 계획시의 불필요한 작업과 비용을 줄일 수 있었고 작업효율 향상과 생산성 제고를 가져올 수 있음을 보여 주었다.

앞으로의 연구 과제로는 충분한 자료수집을 통하여 물자이동장비를 포함한 공장 전반에 대한 시뮬레이션(Simulation)분석을 실시하여 배치대안의 확실한 검증과 수정이 필요하다.

사 사

이 연구는 2001년도 (9차년도) 산·학·연 공동기술개발 지역컨소시엄 사업에 의한 "튜브레스 스팀 보일러의 연소실 개발 및 생산공정 개선" 연구결과의 일부임.

참 고 문 헌

[1] J. Oriscoll and N. Sangi, "An International Survey of Computer Aided Facilities Layout-The Development of Software", *Proceedings of the 9th International Conference on Production Research, Recent Developments in Production Research,* pp.325-335, 1987.

[2] D. P. Sly, "Material Flow Analysis of Automotive Assembly Plants Using FactoryFLOW", *Proceedings of the 1995 Winter Simulation Conference,* pp.902-908, 1995.

[3] 김대홍, 노용헌, "FactoryFLOW를 이용한 설비배치", *한국보전공학회지,* Vol.2, No.1, pp.103-112, 1997.

[4] 김재곤, 이근철, 김영대, "그래프 이론을 이용한 설비배치 계획에 관한 연구", *대한산업공학회지*, Vol.23, No.2, pp.359-370, 1997.

[5] 손권익, 김성준, "튜브레스 스팀 보일러의 연소실 개발 및 생산공정개선", 산·학·연 공동기술개발 지역 컨소시엄 연구과제 최종 보고서, 2002. 2.

[6] 황학, *작업관리론*, 영지문화사, 1998