ISSN 2799-8924
컨설팅융합연구 제 3권 제 1호 pp. 01-06, 2023 https://doi.org/10.55479/JCCR.2023.3.1.001

자동 접착제 도포기 설치를 위한 효율적 설비 배치에 관한 사례 연구

오승민[1], 김기범[1], 이종환[2*]
[1]금오공과대학교 산업공학과 학생, [2]금오공과대학교 산업공학과 교수

Case Study on the Efficient Facility layout for the Installation of Automatic Adhesive Applicator

Seungmin Oh[1], Giboem Kim[1], Jonghwan Lee[2*]
[1]Student, School of Industrial Engineering, Kumoh National Institute of Technology
[2]Professor, School of Industrial Engineering, Kumoh National Institute of Technology

요 약 설비배치는 제품의 효율적인 생산을 위해 공정상 중요한 요소 중 하나다. 자재의 불필요한 운반을 최소화하고, 공간을 최대한 활용할 수 있다. 본 연구에서는 자동차 고무 부품 접착 도포 업체에 입고되는 설비인 자동 접착제 도포기의 설치 위치를 선정하기 위해 현 공정흐름과 설비배치를 파악하고, 설비의 이동을 최소화하는 것에 초점을 두어 만든 설비배치와 작업자를 공유할 수 있는 시설을 가까이 하는데 초점을 둔 설비배치를 제안하였다. 두 설비배치를 비교하기 위해 설비 간의 중요도를 나타내기 위해 SLP(Systematic Layout Planning)를 통해 생산실적과 같은 정량적인 요소와 필수적이지만 수치적으로 나타낼 수 없는 정성적인 요소에 대한 기준을 정하여 점수로 나타내어 비교하는 Scoring 방법을 제안하였다. 그 결과 작업자를 공유할 수 있는 시설을 가까이 하는데 초점을 둔 설비배치의 점수가 16% 더 우세하여 이를 채택하였다.

키워드 : 동선최적화, 생산물류, 설비배치, 제조공정, SLP(Systematic Layout Planning)

Abstract Facility placement is one of the important factors in the process for the efficient production of products. It is possible to minimize unnecessary transport of materials and make the most of the space. In order to select the installation location of the automatic adhesive applicator, which is a facility for automotive rubber parts adhesive application companies, the current process flow and facility arrangement were identified, and facility arrangement was proposed. To compare the two facility arrangements, we proposed a Scoring method that compares quantitative factors such as production performance and qualitative factors that are essential but not numerically represented through SLP. As a result, the score of facility placement focused on close proximity to facilities where workers could be shared was 16% more dominant, and this was adopted.

Key Words : Facility layout, Optimize the flow path, production logistics, SLP, Manufacturing process

*Corresponding Author : Jonghwan Lee (shirjei@kumoh.ac.kr)
Received January 10 2023 Revised February 27 2023
Accepted March 24 2023 Published March 28 2023

1. 서론

설비배치는 제품의 효율적인 생산을 위해 공정상 중요한 요소 중 하나다. 자재의 불필요한 운반을 최소화하고, 공정의 cycle time을 줄이며, 재고 회전율을 높이고, 공간을 최대한 활용할 수 있다.

오늘날 고객의 요구가 다양해지면서 제조 산업은 다른 산업과 마찬가지로 그 경쟁이 날로 치열해지고 있다. 기업들은 수익을 극대화하기 위하여, 적절한 재고관리(Inventory management)를 통하여 재고 관련 비용을 줄이고, 자금 운영을 원활하게 해야 한다[10].

기존 설비배치 연구에는 CRAFT를 비롯한 연구들이 있었지만 이는 최종 설비배치에서 설비들이 불규칙적이거나 기형적인 설비배치의 모습을 나타낸다[2]. 이를 개선하기 위한 연구로 유전 알고리즘(Genetic Algorithm)을 활용해 설비들의 고유한 형태를 유지함으로써 발생하는 잉여 공간을 최소화시키는 방법이 있는데, 이는 설비 배치 시 설비들 간의 관계를 고려하지 않고, 오로지 정량적인 요소만이 반영되어 있다[9].

본 연구에서는 대구에 위치한 자동차 고무 부품 접착 도포 업체에 입고되는 설비인 자동 접착제 도포기의 설치 위치를 선정하기 위해 공정 흐름과 설비 배치를 파악한다.

현 공정은 3가지 원자재에 따라 공정 순서가 다르며, 같은 공정이라도 사용하는 기계가 다양하다. 그리고 현재 자동 접착제 도포기 1대 및 자동 내철기 1대가 입고, 수동 외철기 1대가 공장에서 철거가 예정되어 있다.

새로 입고되고, 철거되는 상황에 맞게 설비의 이동을 최소화하는 것에 초점을 두어 만든 Layout과 작업자를 공유할 수 있는 시설을 가까이 하는데 초점을 둔 Layout를 제안한다.

두 Layout의 성능을 비교하는 방법으로는 Scoring 방법론을 제안한다. Scoring 방법론이란 시설들 간의 상호관계를 SLP(Systematic Layout Planning)를 통해 생산실적과 같은 정량적인 요소와 필수적이지만 수치적으로 나타낼 수 없는 정성적인 요소에 대한 기준을 정하여 가중치를 부여하고, 부여한 가중치에 거리를 곱한 점수의 합을 통해 Layout의 성능을 비교한다[7].

2. 현 공정 현황

2.1 원자재별 공정 순서

현 공정의 작업 순서는 재질에 따라서 3가지 방식을 가지고 있다.

스틸은 수입검사 → 쇼트 → 검사 → 탈피 → 피막 → 건조 → 검사 → 도포 → 건조 → 도포 → 건조 → 검사 → 포장 순이다.

알루미늄은 수입검사 → 쇼트 → 검사 → 초음파세정 → 검사 → 예열 → 1차도포 → 1차건조 → 2차도포 → 2차건조 → 검사 → 포장 순이다.

플라스틱은 수입검사 → 초음파세정 → 검사 → 예열 → 1차도포 → 1차검토 → 2차도포 → 2차건조 → 검사 → 포장 순이다.

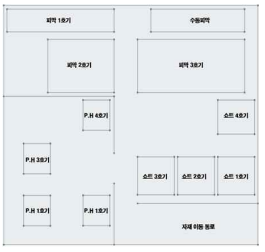

Fig. 1. group1 Layout

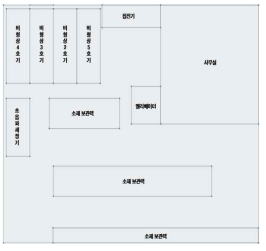

Fig. 2. group2 Layout

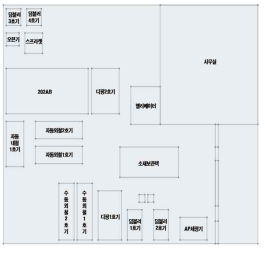

Fig. 3. group3 Layout

2.2 현 시설 현황

현 공정은 구역에 따라 3개의 팀으로 나뉘어 있으며, 각 팀은 주로 수행하는 업무가 다르다. 1팀은 주로 쇼트와 피막을 다루고 있다. 2팀은 주로 비형상 도포를 다루고 있다. 3팀은 주로 도포를 다루고 있다.

Fig. 1의 면적은 가로 38.0m 세로 31.6m로 총 1200.8 m^2 이며, 수동피막(14m*3m) 1개, 피막1호기(16m*3m) 1개, 피막2호기(9.9m*7m), 피막 3호기(16m*7m) 1개, P.H.1,2,3,4호기(4m*4m) 4개, 쇼트1,2,3

호기(5.5m*5m) 3개, 쇼트4호기(5.5m*4.5m) 1개 ,총계 : 12개의 시설이 있다.

Fig. 2의 면적은 가로 43.5m 세로 31.6m로 총

$1374.6m^2$이며, 비형상2,3,4,5호기(4m*9.9m) 4개, 초음파세정기(4m*7.7m) 1개, 소재 보관랙 3개, 집진기1개, 총계 : 8개의 시설이 있다.

Fig. 3의 면적은 가로 43.5m 세로 31.6m로 총 $1374.6m^2$이며, 덤블러1,2호기(2.5m*4m) 2개, 덤블러3,4호기(2.5m*.2m) 2개, 오븐기(2.2m*1.7m)1개, 스프라켓(3m*2.7m) 1개, 202A/B(14m*6m) 1개, 디핑1호기(4m*6.5m)1개, 디핑2호기(4.7m*6m) 1개, 자동내철1호기(3m*6m) 1개, 자동외철 1,2호기(8m*2.3m) 2개, 수동외철1,2호기(2.6m*7.5m) 2개, 오븐기(1m*1m) 2개, AP세정기(4.6m*3m) 1개, 소재보관랙 1개, 총계 : 18개의 시설이 있다.

3. 연구방법

3.1 SLP를 이용한 중요도 선정

SLP을 이용하여 시설간의 상대적인 중요도를 분석하여 A는 매우 중요, E는 중요, I는 보통, O는 중요하지 않음, U는 매우 중요하지 않음, X는 좋지 않음으로 구분한다. A, E, I, O, U, X 각 중요도에 따라 32, 16, 8, 4, 2, -4의 점수로 설정하고, Score가 높아질수록 2배의 간격을 부여한다.

Table 1. performance by process

No	process	production performance (EA/Month)
1	shot machine	3,800,000
2	Coating equipment	18,000,000
3	PH adhesive	6,000,000
4	Auto underlay	530,000
5	Adhesive auto outer ring	430,000
6	Adhesive water iron	300,000
7	Adhesive non-shape adhesive	1,720,000
8	Automatic spray	170,000
9	Dipping adhesive	500,000
10	Adhesive dumbbell contact	2,080,000
11	202AB adhesive	730,000

3.1.1 공정 설계 전 고려할 정성적인 사항

1팀은 전처리공정이며 새로 입고/철거 되는 설비와는 무관하며, 현재 Layout이 최적의 상태이고, 2팀은 사측 담당자와 인터뷰 결과 집진기와 도포기시설의 이동이 불가능하여 3팀의 layout만을 수정한다.

최근 생산성과 효율성만을 중시하는 공장들로 인한 안전상의 문제로 사고 사례가 증가하고 있어, 안정상의 문제도 고려한다[3].

비슷한 시설간의 작업자 공유가 가능하며, 디핑기 및 덤블러는 화재 등 안전상의 이유로 밀집시키지 않는다.

Layout상에서 시설의 구역은 기계의 크기와 물품 적재 공간 및 작업자의 행동반경을 포함한 면적이다.

입구는 엘리베이터이며 입구를 기준으로 Rectilinear Distance를 이용해 구하고, 입구 및 시설간 Distance는 다른 시설의 면적을 침범하지 안는 선에서 최단거리이다.

3.1.2 공정 설계 전 고려할 정량적인 사항

Table 1 에 나와 있는 현재 공장의 생산실적을 참고하여 정량적인 기준을 선정하였다. 입구로부터 Score은 최대 생산실적이 208만ea/월이고, 나머지는 0~73만ea/월로 분포되어 있어, 생산실적이 없는 공정은 가장 낮은 등급인 U를 주고, 최소한의 생산실적인 10만ea/월 이상부터 100만ea/월 이상 까지 30만ea/월 씩 늘려 Table 2 와 같은 기준을 선정 하였다.

3.2 Scoring 방법론

공정 기계마다 Score을 주어 높은 Score를 받으면서로 근접하게 배치를 시키고, 입구와 가깝게 배치한다.

Score 설정 기준은 생산실적이 높아 출입 횟수가 많거나, 개별 기계끼리 작업자 공유가 가능하면 높은 점수, 화재 위험이 있으면 안전상 이유로 낮은 점수를 부여하였다.

최종점수의 합은 시설 간의 Score과 시설 간의 거리의 곱, Score이 높은 점수는 거리를 가깝게 배치하여 최종 점수가 낮을수록 좋은 Layout을 가진다.

$$Score = \sum_{n=1}^{N} \sum_{m=1}^{M} (W_{nm} \times D_{nm})$$

3.3 Distance 측정방법

현 업체의 이동 방식은 지게차를 이용하여 제품들을 옮기고 있으며, 지게차는 직각거리인 Rectilinear

Distance로 움직인다.

목적지로 향하는 도중 다른 시설이 있을 경우 해당 시설을 침범하지 않는 경로를 통해 최단 거리로 이동한다.

Table 2. Performance Score Criteria

Score	Production performance range
A	1,000,000~
E	700,000~
I	400,000~
O	100,000~
U	0~

Table 3. Score between entrance and facility

facility	production performance (EA/Month)	Score
Adhesive auto outer ring	430,000	I
Adhesive water iron	300,000	O
Auto underlay	530,000	I
Dipping adhesive	500,000	I
Adhesive dumbbell contact	2,080,000	A
sprocket	170,000	O
AP washing machine	0	U
202AB adhesive	730,000	E

4. 연구결과

4.1 시설간 Score

Table 2를 참고하여 정량적인 Score는 Table 3과 같이 선정 하였다.

정성적인 요소로는 같은 작업을 공유하는 시설은 작업자를 공유할 수 있으므로 I로 Score를 부여하고, 근접하면 생산에 효율적이지만 가까이 위치하면 위험한 양립성을 가진 시설은 X로 Score를 부여하여 Table 4 와같이 선정 하였다.

Table 4. Scores between facility groups

facility	Score
Dipping adhesive facility group	X
Adhesive dumbbell contact facility group	X
Dipping adhesive - Adhesive dumbbell contact	X
Adhesive auto outer facility group	I
Auto underlay facility group	I
202AB adhesive - AP washing machine	I

Table 5. Score by entrance and machine

Score by entrance and machine			
Adhesive water iron	4	202AB adhesive	16
Dipping adhesive No.1	4	Auto underlay No.1	4
Dipping adhesive No.2	4	Auto underlay No.2	4
Adhesive dumbbell contact No.1	8	Adhesive auto outer ring No.1	2
Adhesive dumbbell contact No.2	8	Adhesive auto outer ring No.2	2
Adhesive dumbbell contact No.3	8	AP washing machine	2
Adhesive dumbbell contact No.4	8	Automatic Adhesive Appliances	4
sprocket	4		

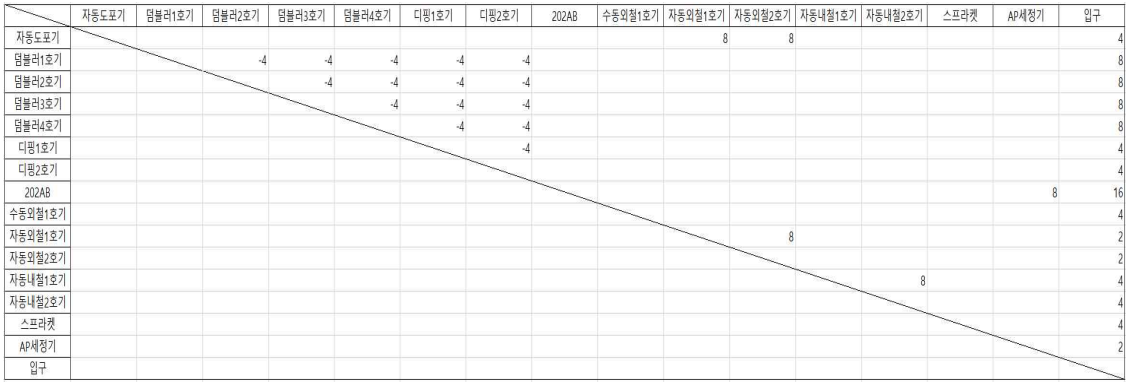

Fig. 4. Score by facility

4.2 기계별 Score

각 시설군은 여러 대의 기계로 처리 중이며, 생산 실적은 시설군의 실적으로 등급을 부여하였기에, 시설군의 Score를 기계 대수로 나누어 기계별로 배분하였다. 자동 접착제 도포기는 성능이 기존 자동 외철시설과 비교하면 우위이므로 더 높은 Score를 배분하여, Table 5 와 같이 나왔다.

4.3 설비배치

SLP를 이용한 새로운 Layout을 2개 만들었다. 1안으로 만든 Fig. 5는 설비의 이동을 최소화하는 것에 초점을 두었고, 2안인 Fig. 6는 작업자를 공유할 수 있는 시설을 가까이 하는데 초점을 두었다.

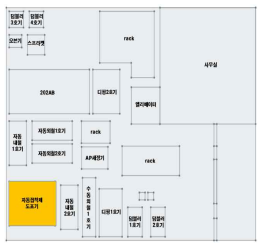

Fig. 5. Layout(plan1)

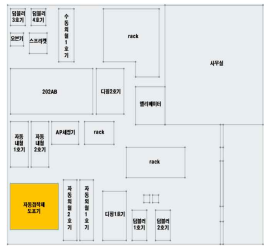

Fig. 6. Layout(plan2)

4.4 최종 Score 산출

Score를 비교하기 위해 Fig. 4의 가중치 값과 Fig. 7과 Fig. 8의 기계별 거리를 각각 곱하여, Fig. 5는 5508, Fig. 6은 4636의 Score가 나왔다.

	자동도포기	덤블러1호기	덤블러2호기	덤블러3호기	덤블러4호기	디핑1호기	디핑2호기	202AB	수동외철1호기	자동외철1호기	자동외철2호기	자동내철1호기	자동내철2호기	스프라켓	AP세정기	입구
자동도포기		172	212	490	455	97	205	134	48	56	25	22	10	408	63	236
덤블러1호기			15	426	391	10	118	194	96	188	157	234	137	352	87	164
덤블러2호기				466	331	50	158	134	136	228	197	274	177	392	127	204
덤블러3호기					10	391	178	57	414	420	451	518	455	17	351	344
덤블러4호기						356	143	59	379	385	416	483	420	10	316	309
디핑1호기							102	119	6	113	82	159	62	317	27	129
디핑2호기								6	129	197	166	233	170	104	28	59
202AB									97	10	41	162	97	20	53	112
수동외철1호기										61	30	115	8	363	12	160
자동외철1호기											5	10	61	408	25	228
자동외철2호기												10	30	377	16	197
자동내철1호기													87	384	96	264
자동내철2호기														349	28	201
스프라켓															277	270
AP세정기																97
입구																

Fig. 7. Layout(plan1) Distance Chart

	자동도포기	덤블러1호기	덤블러2호기	덤블러3호기	덤블러4호기	디핑1호기	디핑2호기	202AB	수동외철1호기	자동외철1호기	자동외철2호기	자동내철1호기	자동내철2호기	스프라켓	AP세정기	입구
자동도포기		172	212	490	455	97	205	134	359	43	15	22	22	408	52	236
덤블러1호기			15	426	391	10	118	194	295	91	119	234	199	352	178	164
덤블러2호기				466	331	50	158	134	335	131	159	274	239	392	218	204
덤블러3호기					10	391	178	57	57	424	452	518	483	17	402	344
덤블러4호기						356	143	59	22	389	417	483	448	10	367	309
디핑1호기							102	119	260	16	59	159	124	317	103	129
디핑2호기								6	47	139	167	233	198	104	117	59
202AB									9	87	96	162	127	20	10	112
수동외철1호기										359	331	387	352	20	287	213
자동외철1호기											5	105	70	350	49	170
자동외철2호기												77	42	378	47	198
자동내철1호기													5	384	70	264
자동내철2호기														349	5	229
스프라켓															328	270
AP세정기																148
입구																

Fig. 8. Layout(plan2) Distance Chart

5. 결론

본 연구에서는 대구에 위치한 자동차 고무 부품 접착 도포 업체의 환경에 맞게 자동 접착제 도포기 설치를 위한 최적의 위치를 선정하기 위해 재질별 공정 흐름, 각 공정들의 생산실적, 기타 정성적인 요인들을 분석하여 만든 SLP를 통해 2가지 Layout을 제안 하였다.

1안은 설비의 이동을 최소화하는 것을 중점으로, 최종 Score는 5508이 나왔고, 2안은 작업자를 공유할 수 있는 시설을 가까이 하는 것을 중점으로, 최종 Score는 4636으로 최종 Score 합이 16% 더 우세한 Layout 2안의 채택을 제안한다.

Acknowledgement

본 연구는 2021년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구임 [연구개발 과제번호: S3131532]

REFERENCES

[1]Armour. G. C., & Buffa. E. S. (1963). A Heuristic Algorithm And Simulation Approach To Relative Location Of Facilities. *Management Science. 9(2).* 294-309

[2]Buffa. E. S., Armour. G. C., & Vollmann. T. E. (1964). "Allocating facilities with CRAFT", *Haward Business Review, 42*, 136-158

[3]D. W. Kim, Y. J. Park, B. S. Lee, Y. H. Lee & H. K. Lee. (2017). Optimization of facility layout to prevent chain explosion in chemical plants. *Journal of the Autumn Conference of the Korean Industrial Engineering Association.* 3405-3418.

[4]G. Park. (2009). Workload Evaluation of Musculoskeletal Disorders through Work Move Distance Analysis, Time Study, and Work Study

[5]J. G. Yoon. (1994). A Comparative Study on Efficient Facility Layout for Job Shop Manufacturing - Focused on Small Manufacturing Company -. *korean management review, 23*, 281-309.

[6]J. S. Kim & S. K. Hong. (2011). The Facility Layout Design of Die and Mold Manufacturing Processes in a SME. *Journal of the Korean Institute of Plant Engineering, 16(2)*, 71-78.

[7]Muther R. (1973). Systematic Layout Planning, *Cahners Books*

[8]W. S. Kim. (2005). Facility Layout Planning of Container Terminal Using SLP(Systematic Layout Planning). *Ocean Policy Research, 20(1)*, 123-144.

[9]Y. H. Lee, S. J. Park, M. H. Lee. (1998). Facility Layout Considering Facility Shapes and Space Utilization. *Journal of The Korean Institute of Plant Engineering, 3(2),* 353-361.

[10]Y. J. Choi. (2014). The Relationship Analysis Between Inventory Types and Firm Financial Performance

오승민(Seungmin Oh) [학생회원]

- 2023년 2월 ~ 현재 : 금오공과대학교 산업공학부 공학사
- 2023년 3월 ~ 현재 : 금오공과대학교 산업공학과 석사과정

- E-Mail : 20170693@kumoh.ac.kr

김기범(Giboem kim) [학생회원]

- 2022년 8월 : 금오공과대학교 산업공학부 학사
- 2022년 9월 ~ 현재 : 금오공과대학교 산업공학과 석사과정

- E-Mail : kkp1998@kakao.com

이종환(Jonghwan Lee) [정회원]

- 1997년 2월 : 동국대학교 산업공학과 학사
- 2003년 12월 : Texas A&M Univeristy 석박사
- 2004년 3월 ~ 현재 : 금오공과대학교 산업공학부 교수

- 관심분야 : 기술 컨설팅, 시스템 시뮬레이션
- E-Mail : sunsin@naver.com