

자동차부품 생산공장의 Layout 문제에 대한 사례연구 A Case Study of Layout Problem in a Automobile-Parts Factory

문덕희, 장구길, 김대경
창원대학교 산업시스템공학과

요 약

Layout 문제는 매우 복잡한 의사결정과정이며, 이론적인 면보다는 논리를 바탕으로 한 경험적 결정이 많이 필요한 분야다. 이 논문에서는 프레스와 용접공정을 중심으로 하는 두 자동차 부품 생산업체가 한 업체로 통합되면서 새로운 공장으로 이전하는 과정에서 발생한 Layout 문제를 해결해 나가는 방법을 소개하였다. 추진하는 과정에서 기존의 개념모델을 일부 수정하여 적용하였으며, AutoCAD, FactoryFlow와 같은 소프트웨어를 이용하여 정량적 평가를 지원하였다.

1. 서론

이 논문은 프레스와 용접공정을 위주로 하는 자동차 부품 제조업체의 설비배치문제의 사례를 다룬 것이다. A사와 B사는 D 자동차 회사에 부품을 납품하는 업체로 D사의 중재에 의해 한 회사로 통합되었다. 이 과정에서 각기 보유하고 있던 공장을 매각하고 인근에 새로운 공장을 인수하여 생산설비를 통합 이전할 계획을 수립할 필요가 발생하였다.

널리 알려져 있는 설비배치문제의 해결절차로는 R. Muther [2]의 SLP 절차, Apple[1]의 절차 등이 있다. 이러한 개념들은 이미 확정된 설비나 부서들의 배치를 결정하는 데는 유용하게 이용될 수 있다. 하지만 본 연구에서 다루는 범위는 단순한 배치문제라기 보다는 설비계획까지 포함하는 포괄적인 문제다.

따라서 본 연구에서는 기존에 단편적으로 발표된 여러 가지 절차를 혼합하여 실무적으로 응용할 수 있는 절차를 제시하고, 실제 사례연구를 통하여 접근방법을 제시하고자 한다.

2. 추진내용

본 연구를 진행한 전반적인 절차는 <그림 1>에 있는 것과 같다.

2.1 생산제품 분석

본 논문에서 Item이란 D 자동차 회사에 납품하는 제품을 의미하며, Part란 Item을 구성하는 요소를 의미한다. 현재 A사와 B사에서 생산하고 있는 Item수는 3개 차종에 대해 <표 1>과 같다. 이외에도 A/S에 필요한 일부 Item이 생산되고 있었으나 이들의 수요가 많지 않고, 생산도 간헐적으로 발생하였기 때문에 분석에서 제외하였다. 아울러 218개 Item 중에서 경제성이 없는 25개는 전체를 외주처리하기로 하였고, 10개는 생산난감결정을 하여 173개 Item을 대상으로 하였다.

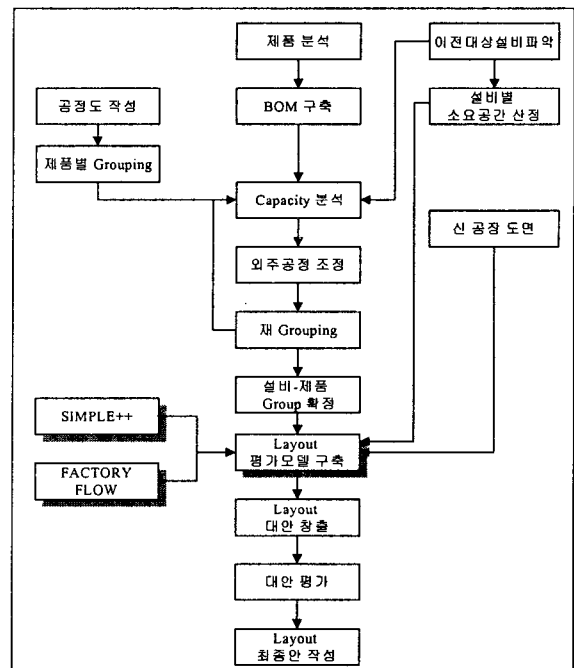
2.2 BOM 구성

분석대상으로 선정된 Item에 대한 설계정보를 바탕으로 BOM (Bill Of Material) 구축하였다. BOM의 구축은 Item에 대한 Low-Level코드를 사용하여, 한 Item을 구성하는 Part들의 소요량을 계산하였다. 그러나 BOM의 기초정보가 되는 부품판

계와 하위부품의 재질설명, 그리고 Item 및 부품들의 비동기성으로 완벽한 BOM의 구축이 곤란하였다.

<표 1> 두 회사의 생산품목

	차종1	차종2	차종3	기타	계
A사	26	54	33	1	114
B사	44	31	29		104
계	70	85	62	1	218



<그림 1> 연구 추진 절차

<표 2> 분석대상 Item

	총 Item	외주	사장품	순 Item
A사	114	16	9	87
B사	104	9	1	86
계	218	25	10	173

2.3 공정도 작성

이미 회사에서 자체적으로 작업공정도와 다품목공정도가 혼합된 형태의 양식을 사용하고 있어 일부만 수정하여 각 Item별로 공정도를 작성하였다. 이 과정에서 양사에서 보유하고 있는 설비가 다르기 때문에 각 공정을 수행하는 설비를 일부 조정하였다. 아울러 각 공정별 공정소요시간에 대한 조사도 실시하였다.

2.4 이전 대상 설비의 파악

양사에서 보유하고 있는 설비는 크게 프레스류, 용접기류, 각종 조립기계 및 공작기계류로 구분할 수 있다. 프레스는 원자재 자동공급장치가 부착되어 있는 것과 그렇지 않은 것으로 구성되어 있으며, 250톤 프레스 5대가 연결되어 있는 자동화 라인도 있다. 용접기도 Spot 용접기, CO₂ 용접기, 임팩트 빔 전용기 등 다양한 형태를 가지고 있다. 범용 공작기계는 주로 금형 가공에 사용되는 것으로 생산라인과 직접적인 관계를 가지지는 않는다. 또한 금형적치대와 원자재 적치대, 전기설비, 물류기기를 비롯한 각종 부대설비의 수도 파악하였다.

<표 3> 보유설비 목록

	프레스류	용접기류	기타	계
A사	17대	20대	8대	45대
B사	13대	20대	11대	44대
계	30대	40대	19대	89대

2.5 설비별 소요공간 산정 및 도면화

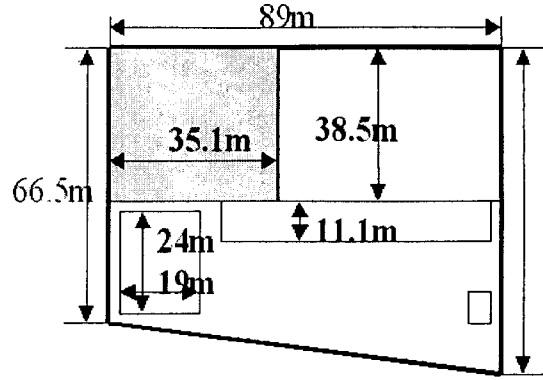
이전 대상 설비별로 공간소요량을 산정하였다. 설비별 소요공간은 기계공간, 작업자 공간, Rack 공간, 보전에 필요한 최소한의 여유공간 등을 고려하여 산정하였으며, 각 설비소요공간을 AutoCAD에서 객체로 저장하여 FactoryFlow에서 이용할 수 있도록 하였다.

2.6 공장의 가용공간 분석

두 공장의 현재 사용공간과 이전할 공장의 가용공간은 비슷하였다. 그러나 이전할 공장은 새로 건축하는 것이 아니라 기존의 건물을 사용하는 것이므로 한가지 커다란 제약이 발생하였다. <그림 2>에서 진한 그림자로 표시된 부분은 간이 2층 시설이 되어 있어 프레스류의 기계는 배치할 수 없었다. 따라서 간이 2층을 철거할 것인지 그대로 둔 상태에서 배치안을 작성할 것인지에 대해 심도 있는 논의를 수행하였다. 결론적으로 차후 설비 확장 등을 고려해 그대로 둔 상태에서 배치안을 마련하기로 하였다. 이 결정은 셀 형성에 중대한 영향을 끼쳐 모든 Item에 대해 프레스공정과 용접공정을 분리하는 결과를 낳게 되었다.

<표 4> 기존공장과 이전공장의 가용공간비교

	A사	B사	계	이전공장
건축면적	773평	580평	1358평	1378평



<그림 2> 이전공장의 개략적 평면도

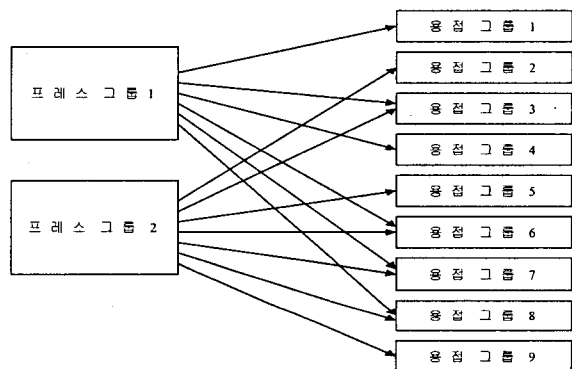
2.7 Item-설비 그룹핑(Grouping)

일반적으로 그룹핑을 하는 방법은 형상중심으로 하는 방법과 공정중심으로 하는 방법이 있다. 여구 대상 공장은 주로 프레스와 용접으로 공정이 구성되기 때문에 공정 중심의 그룹핑을 하였다. 또한 용접공정은 조립공정이기 때문에 Part별 보다 Item 별로 그룹핑을 하였다.

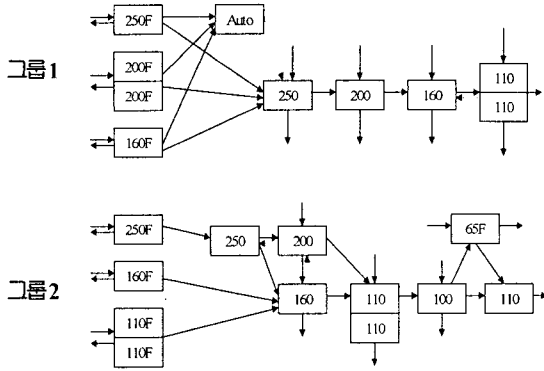
이 과정에서 공장 전체의 Layout을 어떠한 형태로 할 것인지에 대해 검토하였는데 앞서 언급한 공간적 제약 때문에 일단 전체 공정을 프레스공정과 용접공정으로 나누고, 각 그룹내에서 흐름공정의 형태가 유지되도록 하는 그룹별 배치방식을 택하였다.

그룹을 형성하기 위하여 Item-Machine Family를 구성하였는데 초기단계에서는 널리 알려져 있는 DCA(Direct Clustering Algorithm)[3] 방법을 이용하여 Family를 구성하였다. 하지만 이 결과를 그대로 적용하기 불가능하였기 때문에 직관적 방법에 의해 조정을 하였다.

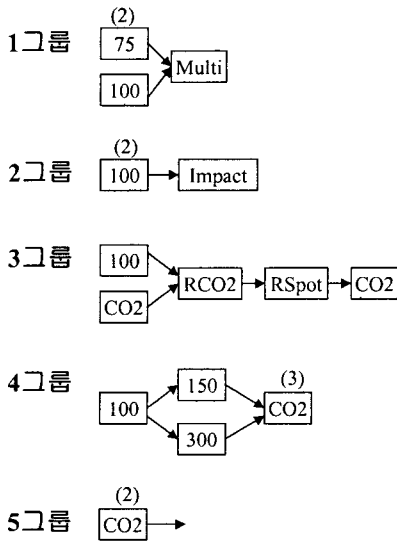
그 결과 프레스공정을 2개의 그룹으로 구성하였으며, 용접공정은 9개의 그룹으로 구성하였다. <그림 3>, <그림 4>, <그림 5>는 그룹핑의 결과를 보여준다.



<그림 3> 프레스 그룹과 용접 그룹간의 관계도



<그림 4> 프레스 그룹의 흐름도



<그림 5> 용접그룹의 흐름도

2.8 용량(Capacity)분석

각 그룹별로 할당할 설비 대수를 결정하기 위하여 용량 분석을 실시하였다. 먼저 각 Item별로 월간 생산목표수량을 예측하였다. 다음에 BOM을 참조하여 각 Part별로 공정소요시간을 산정하였다. 이때 프레스공정의 Setup시간은 프레스 자동라인의 경우 1시간, 자동프레스의 경우 20-30분, 단발프레스의 경우 15분 정도이다. 또한 1교대 시간은 작업시간 2시간을 포함하여 10시간으로 결정하였다. 그 결과 1교대 시간 중에서 하루에 변경되는 생산품목의 종류와 setup 시간을 고려하여 실제적으로 설비당 생산가능한 시간을 <표 5>와 같이 결정하였다.

<표 5> 프레스의 1교대당 생산가능시간

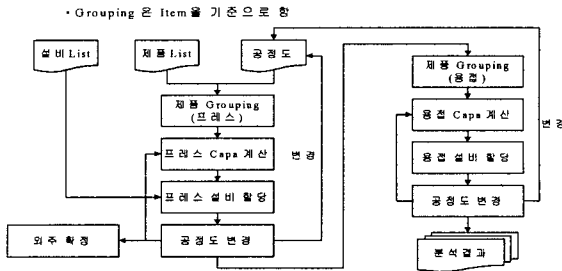
프레스 종류	1교대당 생산가능시간
프레스 자동라인	6시간 내외
자동프레스	7시간 내외
단발프레스	8시간 내외

2.9 그룹핑 및 그룹별 설비대수 조정

전 단계에서 작성된 그룹과 각 기계별 생산가능시간을 고려하여 Item이 속한 그룹과 각 그룹에

할당할 설비들의 수를 재조정하였다. 이 과정에서 한 설비에 지나치게 작업부하가 집중되는 것을 방지하고, 또한 그룹간의 자재 이동이 생기는 것을 방지하기 위하여 일부 공정을 수행하는 설비를 공정도에서 변경하였는데, 각종 금형과 용접을 위한 치구 등을 고려하여 작업자들과 논의 후 변경하였다. 또한 일부 공정은 외주로 변경하여 전체적인 물류흐름이 원활하게 수행되도록 하였다. <그림 6>은 재 조정과정의 흐름도를 보여준다. 결과적으로 과잉보유로 판정된 프레스 3대는 매각하고 일부 설비는 추가 구입하였다.

아울러 250톤 프레스 자동라인, 200톤 자동프레스 Robot CO2 용접기, Robot Spot 용접기 등 일부 설비에 대해서는 2교대로 작업하는 것으로 확정하였다.



<그림 6> Group과 설비대수 재조정

<표 6> 최종 그룹핑 결과

그룹	설비 구성	용량/비고	
프레스	그룹 1	250톤 자동라인(1), 250톤 자동(1), 200톤 자동(1), 160톤 자동(1), 250톤 단발(1), 200톤 단발(1), 160톤 단발(1), 110톤 단발(2)	
	그룹 2	250톤 자동(1), 160톤 자동(1), 110톤 자동(2), 65톤 자동(1), 250톤 단발(1), 200톤 단발(1), 160톤 단발(1), 110톤 단발(3), 100톤 단발(1), 45톤 단발(1)	
용접	그룹 1	필라 전용기(8), 100KVA(1), 75KVA(2)	100KVA 약간 부족
	그룹 2	Impact Beam전용(3), 100KVA(2)	100KVA 1대 여유
	그룹 3	Robot CO2(2), Robot SPOT(2), CO2(3), 100KVA(1)	
	그룹 4	CO2(3), 300KVA(1), 150KVA(1), 100KVA(1)	CO2, 300, 100 여유
	그룹 5	CO2(2)	CO2 여유
	그룹 6	Portable(3), 100KVA(1), 50KVA(2), 35KVA(1)	50 1대분을 35로 전용
	그룹 7	100KVA(1), 75KVA(2)	100KVA 3/4 여유
	그룹 8	100KVA(5)	
	그룹 9	35KVA(4)	

2.10 배치 대안의 작성

지금까지 정리된 각종 자료들과 FactoryFlow 라는 소프트웨어를 통하여 모델 구축을 하였다. 각 설비에 대한 도면은 AutoCAD 로 작성이 되었기 때문에 화면상에서 사용자가 쉽게 다양한 대안을 만들 수 있었다.

배치 대안을 구성하는데 고려했던 실질적 제약조건 들은 다음과 같다.

- ① 실제 배치시 가장 중요한 제약사항은 2층 구조로 된 부분의 1층 높이가 3m이기 때문에 프레스 및 Impact Beam 전용 로봇용접기가 배치될 수 없다.
- ② 현재 설치되어 있는 Scrap 제거용 컨베이어를 그대로 사용하기 위해 프레스를 컨베이어 주변에 집중 배치한다.
- ③ 가급적이면 금형 적치대를 프레스 주변에 전진 배치시킴으로써 물류의 혼잡을 완화한다.
- ④ 앞에서 정의된 그룹을 최대한 유지하며 설비배치를 한다.
- ⑤ 자재의 투입과 출고가 같은 출입구에서 발생하는 것을 최대한 억제한다. 그러나 건물 구조상 완전히 배제할 수는 없었다.
- ⑥ 물류흐름상 역류(Back-tracking)가 발생하는 것을 최대한 억제한다.
- ⑦ 처음 대안개발 단계에서는 금형 교체 및 코일 운반은 지게차를 이용하는 것을 기본 전제로 하였다. 따라서 필요한 통로폭 (약 3m) 확보를 원칙으로 하였다. 하지만 최종안에서 금형교체를 위한 별도의 장치를 설치하기로 결정하였기 때문에 통로폭이 축소되었다.
- ⑧ 용접기와 조립장에 투입되는 재공품 저장소의 면적을 우선 확보한다.
- ⑨ 가급적 2층 공간은 사용을 억제한다. 2층으로 자재가 운반되기 위해서는 엘리베이터를 이용해야 하기 때문에 물류흐름에 지장을 줄 수 있다.

2.11 배치 대안의 평가

배치대안을 평가하기 위하여 FactoryFlow를 이용하였다. 평가기준으로는 물류흐름의 적절한 분산, 물류의 흐름방향, 물류비용, 이동거리 등을 기준으로 하였다. 이 평가는 정량적으로 가능한 부분과 정성적인 부분이 공존하였는데 수차례 회의를 거쳐 최종 대안을 확정하였다.

2.12 최종안의 선정

최종안의 확정과정에서 다음과 같은 사항들이 추가로 반영되었다,

- ① 통로면적의 감소와 금형교체시간 단축을 위하여 금형교체용 대차와 Rail을 설치하기로 하였다.
- ② CO₂ 용접기는 안전문제를 고려하여 공장 후면의 한쪽으로 모아서 배치하기로 하였으며, 일부 CO₂ 용접기는 공장건물 외부에 배치하기로 하였다.

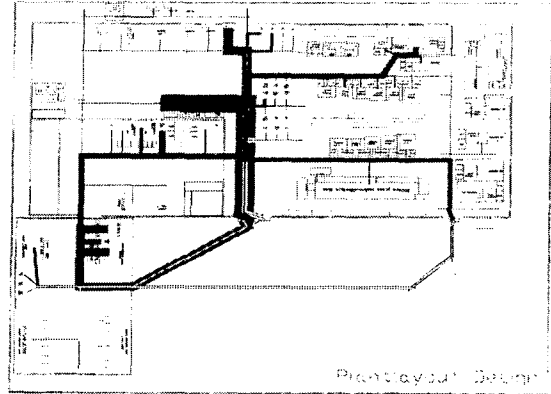
최종대안과 FactoryFlow를 이용한 분석내용이 <그림 7>에 제시되었다. 최종안에서 예상되는 문제점으로는 다음과 같은 내용을 경영진에 제시하였다.

- ① CO₂ 용접기를 한쪽으로 집중시키고 일부를 공장 외부에 배치함으로써 용접 Group이 일부 지켜지지 않게 되었다. 따라서 처음 계획한 대안보다 물류흐름이 다소 복잡해 졌다.
- ② 특히 공장 후면의 CO₂ 용접기 작업장은 접근성

(Accessibility)이 떨어진다.

- ③ 용접기를 프레스라인으로 전진배치 시킴으로써 작업자들이 비좁다는 느낌을 가질 수 있다.
- ④ 금형교환시간 단축이 빠른 시일 내에 이루어지지 않으면 프레스 라인에서 Lot Size를 줄일 수 없으므로 재공품 저장장소가 모자라게 될 것이다. 이 경우에 전체적인 물류관리가 이루어지지 않아 혼잡도가 증가될 가능성이 있다.

위와 같은 과정을 거쳐 최종 배치안을 확정하였고 바로 이전공사에 착수하였다.



<그림 7> 최종 배치안 및 물류흐름 분석

3. 결론

이 논문에서는 두 공장을 새로운 하나의 공장으로 통합하면서 추진한 내용을 소개하였다. 추진 과정에 있어서 기존에 알려진 일부 이론적 방법을 이용하였으나 전반적으로 경험적인 내용들이 많이 포함되었다. 실질적인 공장배치를 하는 과정에서는 예상하지 못했던 각종 제약들이 돌출되었으며, 이 부분은 경영진 및 현장 작업자들과 충분한 논의를 통하여 해결해 나갔다.

통합 이전후 새로운 공장에서의 생산성이 이전보다 10% 이상 증가된 것으로 보고되었으며, 작업자들의 작업환경이 많이 개선되었다는 평가를 받았다.

Layout이라는 문제는 정답이 있을 수 없다. 얼마나 효율적이며, 작업자들이 편안하게 작업할 수 있는 환경을 조성하느냐에 주안점이 있다고 할 수 있다.

참고문헌

[1] J. M. Apple, Plant Layout and Material Handling, John Wiley & Sons, 1977
 [2] R. Muther, Systematic Layout Planning 2nd Ed. Cahners Books, 1974.
 [3] N. Singh, Computer Integrated Design and Manufacturing, Wiley, 1996.