

불확실한 환경에서의 다특성치 강건설계를 이용한 생산시스템 설계에 관한 연구

- A Study on Design of Production System Using Multiple
Characteristics Robust Design in Uncertain Environment -

양 광 모 *, 서 장 훈 *, 박 전 흥 *, 강 경 식 **

Abstract

As technique that can contribute in quality improvement in design process to overcome shortcoming of traditional quality control, call design or development department quality control activity that is achieved to reduce gun damage shuddering at circle minimizing change or side effect of product performance as off-line quality control. This paper discuss optimal process design of investment projects expansion and replacement investment on each line or individual in the production. Generally optimal plant design has add to a few method by Subsidiary means with use a especial method. And then in this paper, a Robust design is presented, which may be effective to the processes appraisal or improvement. We propose that should make a optimal plant design model for reducing field failure rate to assign by real data on different factors in plant system. Using this model, robust design of taguchi method used in this comprehensive method for reducing field failure rate in plant system.

1. 서론

전통적인 품질관리의 단점을 극복하기 위하여 설계과정에서 품질개선에 기여할 수 있는 기법으로서, 제품성능의 변동이나 부작용을 최소화시켜서 사회에 끼치는 총 손실을 줄이기 위해 수행되는 설계나 개발부서의 품질관리 활동을 오프라인(Off-Line)품질관리라 부른다.[1, 3, 14] 품질관리의 발전추세로 볼 때 오프라인 품질관리가 최근에 더욱 강조되고 있다.

오프라인 품질관리 기법은 노력과 비용을 적게 들이면서 최적설계 조건을 근사적으로 비교적 쉽게 결정할 수 있는 방법으로서, 제품의 성능특성치 변동을 줄이기 위해 잡음 그 자체를 통제하기보다는 성능특성치 변동이 잡음에 강건하도록 설계변수 값을 결정하는 방법이다. 이 방법을 파라미터 설계(Parameter Design) 혹은 강건 설계(Robust Design)라 한다.[3, 14]

본 연구는 명지대학교 안전경영연구소 지원으로 이루어 졌음

* 명지대학교 산업시스템공학부 박사과정

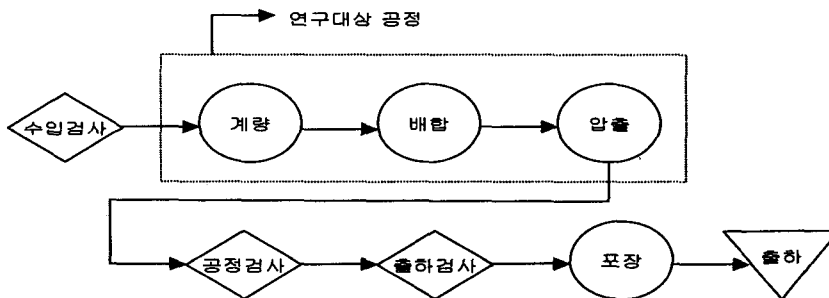
** 명지대학교 안전경영연구소 소장

품질설계의 중요성이 인식되어 80년대 초 다구찌가 실험계획법과 2차 손실함수를 근거로 다구찌 파라미터 설계 방법을 제안하였으며, 최근까지 생산현장에 이 기법이 많이 활용되고 있다. 다구찌는 강건한 제품 설계의 개발이 제조 변동의 원인을 제거하는 것보다 비용이 적게 든다는 것을 발견하였다.[1, 14] 이것은 제품 품질의 개선과 제조 비용의 감소를 동시에 가능하게 할 수 있다. 다구찌의 강건설계 방법의 중요한 구성요소로 크게 두 가지 인자, 즉 파라미터와 잡음인자로 구분할 수 있다. 파라미터는 제품의 설계자에 의해 제어될 수 있는 변수이고, 잡음인자는 쉽게 제어할 수 없거나 제어하는데 고가의 비용이 드는 변수이다. 현재에 이르러서는 다구찌 방법이 품질설계에만 한정되는 것이 아니라 여러 응용분야에 까지 이용이 확대되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 현재 제조업체에서 운영되고 있는 설비시스템을 분석하여 설비운영에서 불량률[14]에 영향을 주는 인자들을 찾아내고 이를 다구찌 파라미터 설계방법을 이용하여 설비시스템에서 불량률을 최소화 할 수 있는 방법 즉, 성능특성치를 고려한 최적설계방법을 제시하고자 한다.

2. 현행 생산시스템의 분석

본 연구의 대상 업체는 경기도에 위치하고 있는 K업체로서 총 근로자 58명이 작업을 하고 있는 중소기업체로서 투입되는 자재에 비해 많은 불량율과 생산시간을 가지고 있다는 문제점을 가지고 있다. 또한 제조업체의 공정은 똑 같은 3대의 설비에 자재를 투입하여 [그림 2.1]의 공정도와 같이 수입검사, 계량, 배합, 압출, 공정검사, 출하검사, 포장 작업 그리고 출하 순으로 작업을 시행하고 있으며, 각기 다른 혼합율로 작업을 하고 있다. 하지만 한번 불량이 생기면 한번 작업에 들어간 로트는 모두 불량처리가 된다는 문제점이 있다. 따라서 본 연구는 모든 공정을 대상으로 하는 것이 아니라 계량, 배합, 압출을 하는 동일설비중 각기 다른 1호기, 2호기, 3호기를 대상으로 하여 분석하였고, 원자재(VH-1800, VL-1823, VE-1870)는 현재 사용되고 있는 원자재를 대상으로 분석하였다. 또한 이러한 설비와 원자재뿐만 아니라 사용 혼합물의 혼합율(10%, 15%, 20%)로 분류하여 불량 로트 수와 생산시간을 최소화하기 위한 생산 운영 시스템을 다특성치 강건설계로 분석하고 제시하고자 한다.

또한 본 연구에서는 이러한 불량 로트 수와 생산시간을 최소화하기 위한 생산 시스템을 설계하고자 한다.



[그림 2.1] K 업체의 공정도

3 인자의 확인 및 분석 결과

불량 로트 수 감소와 생산 시간 감소를 위해 제조 공정에 영향을 주는 제어인자를 설비, 원자재, 혼합물의 혼합율로 결정하였고, 이 들 중에서 실험에서 가장 많은 불량 로트를 나타내고, 제품을 만들어내는 생산시간이 긴 설비 3대. 원자재 3개와 현재 운영되고 있는 혼합물의 혼합율을 인자의 수준으로 결정하여 실험하였다. 실험인자와 인자 수준은 <표 3.1>과 같이 정리할 수 있다. 또한 1월부터 10월까지의 기간을 잡음인자로 선정하여 잡음인자의 변화에도 둔감한 제어인자의 최적 조건을 찾을수 있는 강건 설계(Robust Design)가 될 수 있도록 하였다.

<표 3.1> 실험 인자와 인자 수준

번호	인자	인자 수준		
		1수준	2수준	3수준
1	설비(A)	1호기	2호기	3호기
2	원자재(B)	VH-1800	VL-1823	VE-1870
3	혼합율(C)	10%	15%	20%

<표 3.2> 실험의 설계와 분석 결과

설계	피라미터 값			품질요인				생산시간			
	설비	원자재	혼합율	평균	분산	기대손실	SN비	평균	분산	기대손실	SN비
1	1호기	VH-1800	10%	2.4	0.2667	6.0000	-7.7815	3.87	0.1934	15.151	-11.804
2	1호기	VH-1800	15%	2.5	0.2778	6.5000	-8.1291	4.98	0.3484	25.114	-13.999
3	1호기	VH-1800	20%	3.1	0.1000	9.7000	-9.8677	6.15	0.4072	38.189	-15.819
4	1호기	VL-1823	10%	2.1	0.5444	4.9000	-6.9020	1.93	0.4579	4.137	-6.167
5	1호기	VL-1823	15%	2.3	0.2333	5.5000	-7.4036	2.88	0.3684	8.626	-9.358
6	1호기	VL-1823	20%	2.6	0.2667	7.0000	-8.4510	3.73	0.3512	14.229	-11.532
7	1호기	VE-1870	10%	3.0	0.4444	9.4000	-9.7313	4.21	0.6432	18.303	-12.625
8	1호기	VE-1870	15%	3.0	0.2222	9.2000	-9.6379	4.99	0.1254	25.013	-13.982
9	1호기	VE-1870	20%	3.3	0.4556	11.3000	-10.5308	5.66	0.1427	32.164	-15.074
10	2호기	VH-1800	10%	2.7	0.4556	7.7000	-8.8649	4.44	0.3782	20.054	-13.022
11	2호기	VH-1800	15%	3.0	0.4444	9.4000	-9.7313	5.18	0.4662	27.252	-14.354
12	2호기	VH-1800	20%	3.6	0.7111	13.6000	-11.3354	5.77	0.3423	33.601	-15.264
13	2호기	VL-1823	10%	3.0	1.1111	10.0000	-10.0000	3.43	0.0957	11.851	-10.738
14	2호기	VL-1823	15%	2.9	0.5444	8.9000	-9.4939	4.07	0.0446	16.605	-12.202
15	2호기	VL-1823	20%	3.0	0.0000	9.0000	-9.5424	4.72	0.1373	22.402	-13.503
16	2호기	VE-1870	10%	2.4	0.4889	6.2000	-7.9239	2.61	0.3543	7.131	-8.532
17	2호기	VE-1870	15%	2.5	0.7222	6.9000	-8.3885	3.18	0.3640	10.44	-10.187
18	2호기	VE-1870	20%	3.1	0.3222	9.9000	-9.9564	3.73	0.3579	14.235	-11.534
19	3호기	VH-1800	10%	3.5	0.5000	12.7000	-11.0380	8.02	2.3040	66.394	-18.221
20	3호기	VH-1800	15%	3.2	0.1778	10.4000	-10.1703	8.31	2.2143	71.049	-18.516
21	3호기	VH-1800	20%	3.4	0.4889	12.0000	-10.7918	8.89	1.8454	80.693	-19.068
22	3호기	VL-1823	10%	1.6	0.2667	2.8000	-4.4716	2.41	0.8277	6.553	-8.164
23	3호기	VL-1823	15%	1.7	0.2333	3.1000	-4.9136	3.01	1.0054	9.965	-9.985
24	3호기	VL-1823	20%	2.0	0.4444	4.4000	-6.4345	3.53	0.3201	12.749	-11.055
25	3호기	VE-1870	10%	2.1	0.3222	4.7000	-6.7210	2.89	0.6899	8.973	-9.529
26	3호기	VE-1870	15%	2.2	0.4000	5.2000	-7.1600	3.35	0.5450	11.713	-10.687
27	3호기	VE-1870	20%	2.1	0.9889	5.3000	-7.2428	3.79	0.4054	14.729	-11.682

4. 시스템 결과 분석

<표 3.2>과 같이 각각의 실험에서 얻어진 성능특성치들의 평균과 분산을 계산하였고 SN비의 값들을 계산하였다. SN비를 이용하여 각 인자들의 주효과와 교호작용을 분산분석을 한 결과 다음과 같다. 첫 번째 성능 특성치인 불량 lot 수인 경우는 제어인자에 대한 분산분석 결과, A인자(각

설비의 차이)는 $\alpha = 0.01$ 에서 유의하므로 A인자 수준의 변화에 따라 성능특성치인 불량로트의 수에 미치는 영향이 상당히 크다는 것을 알 수 있었고, B인자(원자재의 종류)도 $\alpha = 0.01$ 에서 유의하므로 B인자 수준의 변화에 따라 불량로트의 수에 미치는 영향이 상당히 크다는 것을 알 수 있었다. 또한 C인자(혼합율)는 $\alpha = 0.05$ 에서 유의하므로 C인자 수준의 변화에 따라 불량로트의 수에 미치는 영향이 크다는 것을 알 수 있었다. A×B(각 설비의 차이와 원자재 종류간의 교호작용)은 $\alpha=0.01$ 에서 유의하지만 A×C(각 설비의 차이와 혼합율 간의 교호작용)와 B×C(원자재 종류와 혼합율 간의 교호작용)는 유의하지 않음을 알 수 있다.

두 번째 성능 특성치인 생산시간의 경우는 성능 특성치인 생산시간의 SN비를 이용하여 각 인자들과 27개의 3인자 교호작용을 분산분석을 한 결과는 <표3.3>와 같다. 분산분석 결과, B(원자재에 의해 나타나는 생산시간), A×B(각 설비의 차이와 원자재에 의한 생산시간에 대한 교호작용), C(혼합율에 의한 생산시간)이 $\alpha = 0.01$ 에서 유의하고, A(각 설비의 차이에 의한 생산시간), A×C(각 설비의 차이와 혼합율에 의한 생산시간에 대한 교호작용)와 B×C(원자재와 혼합율에 의한 생산시간에 대한 교호작용)는 유의하지 않음을 알 수 있다.

또한 불량 로트 수에 대한 유의한 인자들과 교호작용 효과를 고려한 최적수준은 <표 4.2>와 같다.

<표 4.2> 불량 lot수 감소를 위한 유의한 인자들의 최적 수준

인자	불량 lot수 감소		생산시간 감소	
	SN비	최적수준	SN비	최적수준
A ₁	-8.71			
A ₂	-9.47			
A ₃	-7.77	○		
B ₁	-9.75		-15.583	
B ₂	-7.51	○	-10.300	○
B ₃	-8.59		-11.537	
C ₁	-8.16	○	-10.978	○
C ₂	-9.38		-12.585	
C ₃	-9.35		-13.837	
A ₁ ×B ₁	-8.59		-13.874	
A ₁ ×B ₂	-7.59		-9.019	○
A ₁ ×B ₃	-9.97		-13.894	
A ₂ ×B ₁	-9.98		-14.213	
A ₂ ×B ₂	-9.68		-12.148	
A ₂ ×B ₃	-8.76		-10.084	
A ₃ ×B ₁	-10.67		-18.602	
A ₃ ×B ₂	-5.27	○	-9.735	
A ₃ ×B ₃	-7.04		-10.633	

5. 참고 문헌

- [1] 동승훈, “성능특성이 다수인 경우의 파라미터의 설계에 관한 연구” 석사학위논문, KAIST, 1990
- [2] 조용욱, 박명규, “불확실한 환경하에서의 JIT시스템 강건설계에 관한 연구” 안전경영과학회지 제2권 제 2호, 2000
- [3] Katsundo Hitomi, “Manufacturing Systems Engineering 2e”, 1996, Taylor & Francis
- [4] Kacker, N.R. “Off-Line Quality Control, Parameter Design and the Taguchi Method,” Journal of Quality Technology, Vol. 17, No. 4, 176-188, 1985.