

제11강 (9장)

다구치 실험계획 2

지난 시간

- 9.1 직교배열표의 기본개념
- 9.2 $L_4(2^3)$ 직교배열표
- 9.3 $L_8(2^7)$ 직교배열표
- 9.4 $L_{16}(2^{15})$ 직교배열표

제11강 (9장)

다구치 실험계획 2

이번 시간

- 9.5 다구치 품질공학의 개념
- 9.6 손실함수와 SN비
- 9.7 파라미터 설계

제11강 다구치 실험계획2

9.5 다구치 품질공학의 개념

9.5 다구치 품질공학의 개념

◆ 다구치의 품질

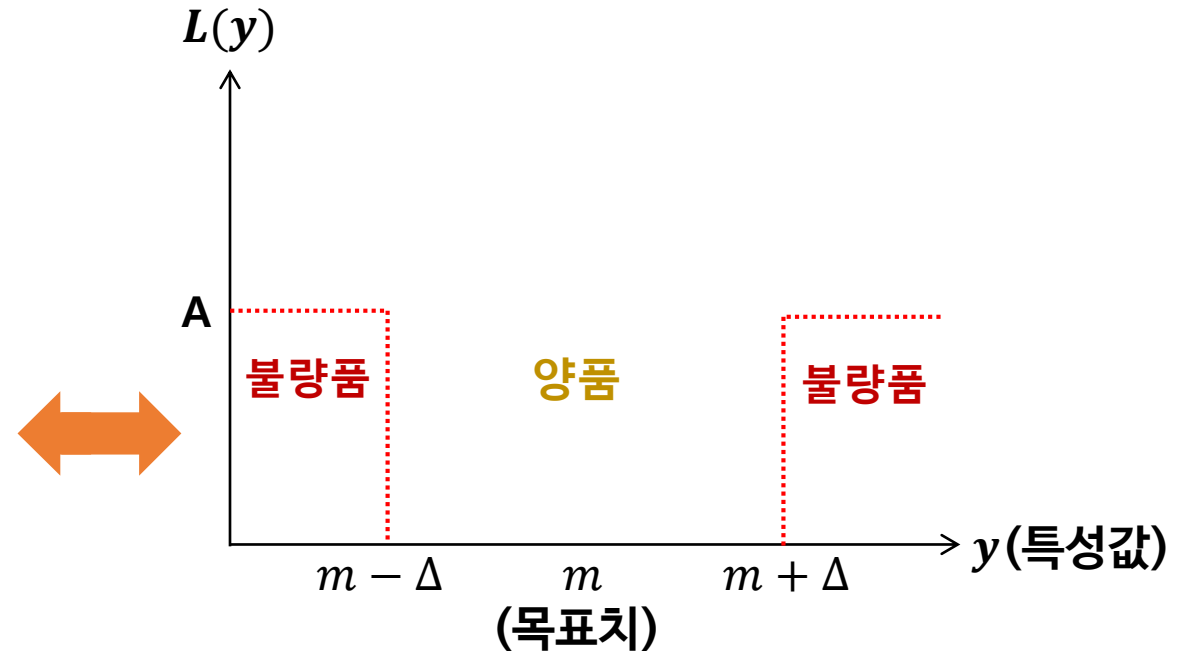
제품이 출하된 시점으로부터 성능특성치의 변동과 부작용 등으로 인하여 사용에 끼친 손실(loss)

◆ 다구찌 품질공학 개념 (예전의 품질관리와 다른 점)

- 1) 설계단계의 중요성
- 2) 손실함수(loss function)의 사용

$$L(y) = k(y - m)^2$$

y : 실질특성값, m : 목표치, k : 적절한 상수



9.5 다구치 품질공학의 개념

3) 잡음(noise)의 사용

제품성능의 변동에 영향을 미치는 두 요인

- 제어 가능한 설계변수
- 제어 불가능한 잡음
 - 외부잡음 : 외부 환경조건
 - 내부잡음 : 내부 마모나 열화
 - 제품 간 잡음 : 제품 간 성능특성의 산포

9.5 다구치 품질공학의 개념

3) 잡음(noise)의 사용

- **강건설계** : 제어 가능한 인자로 제어할 수 없는 잡음(환경)인자에 강건한 설계를 하는 것

사 례

장식용 타일은 가마 속 온도의 차이로 2등품이 많이 생산되었다.
이때 어떻게 하나?

- 가마 속 온도 : 잡음인자
- 원료배합, 타일의 판금조건 등 : 제어인자

9.5 다구치 품질공학의 개념

4) 라인 외 품질관리와 라인 내 품질관리의 구분

- 라인 외 품질관리(off-line QC)
설계나 개발부서의 품질관리 활동
- 라인 내 품질관리(on-line QC)
생산라인에서의 품질관리활동

5) 잡음제거에 중점

- 6) SN비(signal to noise ratio)의 사용으로
변동을 최소화하며, 직교배열표를 사용하여
잡음에 둔감하도록 설계

9.5 다구치 품질공학의 개념

〈표 9-13〉 잡음제거방법 가능여부

품질관리 구분	담당부서	대응책	잡음의 종류		
			외부 잡음	내부 잡음	제품 간 잡음
라인 외 품질관리	설계·개발 (research and development)	(1) 시스템 설계	◎	◎	◎
		(2) 파라미터 설계	◎	◎	◎
		(3) 허용차 설계	○	◎	◎
	생산기술 (production engineering)	(1) 시스템 설계	×	×	◎
		(2) 파라미터 설계	×	×	◎
		(3) 허용차 설계	×	×	◎
라인 내 품질관리	생산 (production)	(1) 공정진단과 조정	×	×	◎
		(2) 예측과 수정	×	×	◎
		(3) 검사 (측정과 조치)	×	×	◎
	판매(sales)	애프터서비스	×	△	△

비 고

◎대응가능

×대응불가능

○대응가능하나최후의수단

△예방보전의의미로서가능

9.5 다구치 품질공학의 개념

◆ 제품설계의 3단계

1) 시스템 설계(system design: 1차 설계 또는 기능설계)

개발하려는 제품분야의 고유기술, 전문지식, 경험 등을 바탕으로,
제품기획단계에서 결정된 기능을 갖는 제품의 원형 개발

2) 파라미터 설계(parameter design: 2차 설계)

제품의 품질변동이 잡음에 둔감하면서 목표품질을 가질 수 있도록
설계변수(파라미터)의 최적조건 파악

3) 허용차 설계(tolerance design: 3차 설계)

파라미터 설계 후 품질특성치의 변동이 만족하지 않은 경우 이에
큰 영향을 미치는 원인을 찾아 허용차를 줄일 수 있도록
부품을 선별적으로 바꾸거나 작업방법을 자동화하는 등의
적절한 조치를 취하는 것

| 제11강 다구치 실험계획2

9.6 손실함수와 SN비

9.6 손실함수와 SN비

◆ 망목특성의 경우 손실함수

- 측정치가 y 이고 목표치가 m 인 경우에 손실함수 $L(y)$ 를 m 에 대하여 테일러급수 전개하면

$$L(y) = L(m) + L'(m)(y - m) + \frac{L''(m)}{2}(y - m)^2 + \dots$$

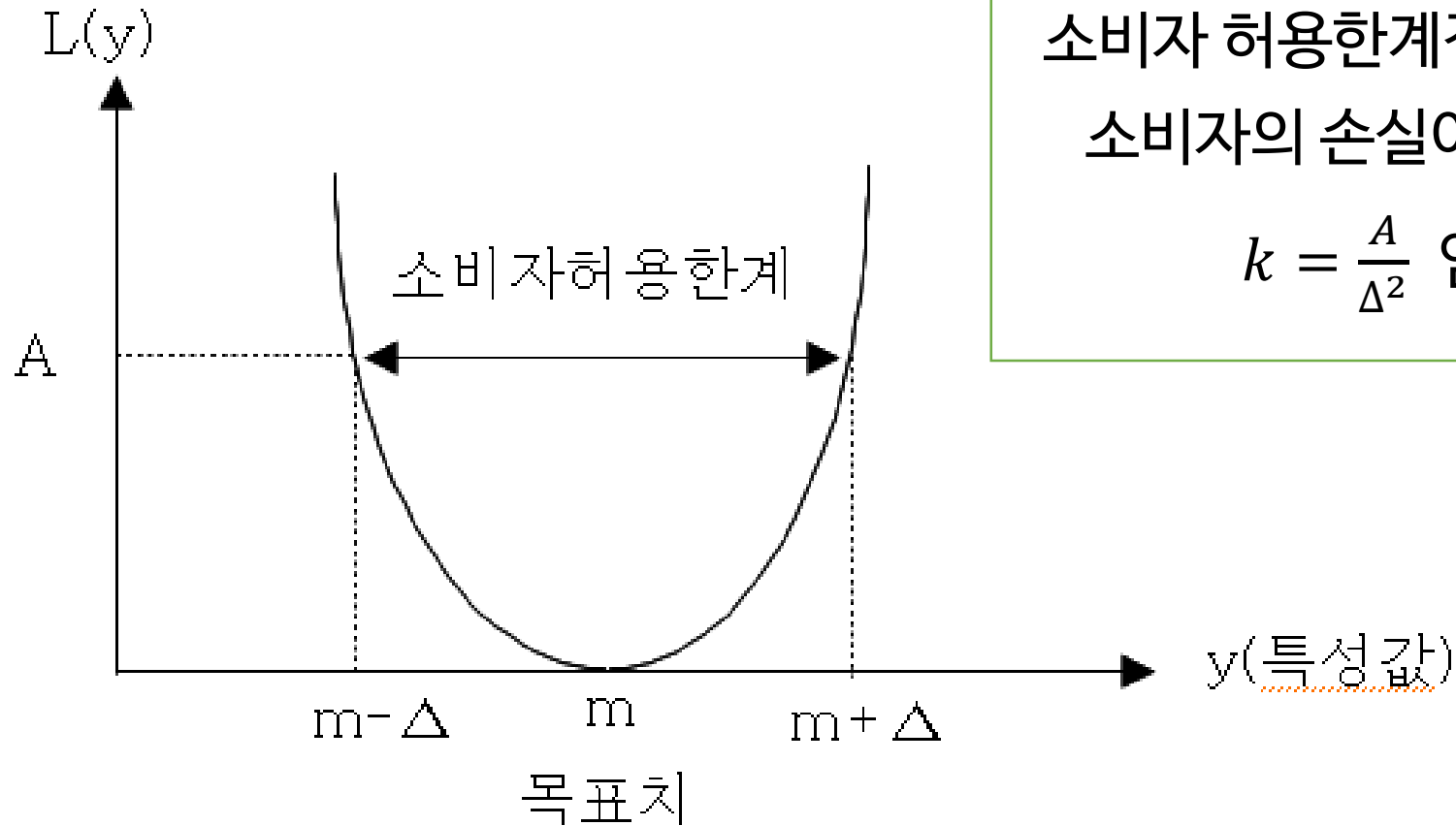
- 그런데 $L(m)=0, L'(m)=0$ 이므로 앞의 식에서 3차이상의 항을 무시하면 손실함수는 다음과 같다.

$$L(y) = k(y - m)^2, \quad k = \frac{L''(m)}{2}$$

$$\text{기대손실} : L = k[\sigma^2 + (\mu - m)^2]$$

9.6 손실함수와 SN비

◆ 망목특성의 경우 손실함수



소비자 허용한계점 $m \pm \Delta$ 에서
소비자의 손실이 A원이라면

$$k = \frac{A}{\Delta^2} \text{ 임}$$

[그림 9-6] 망목특성의 손실함수

9.6 손실함수와 SN비

예 전원회로의 출력전압 y 에 대한 소비자의 허용범위가 $115 \pm 25(V)$ 이며, 이 허용범위를 벗어났을 때 소비자의 평균손실이 30,000원이라면 손실함수는 어떻게 나타나는가?

풀이

$$k = \frac{A}{\Delta^2} = \frac{30,000}{25^2} = 48$$

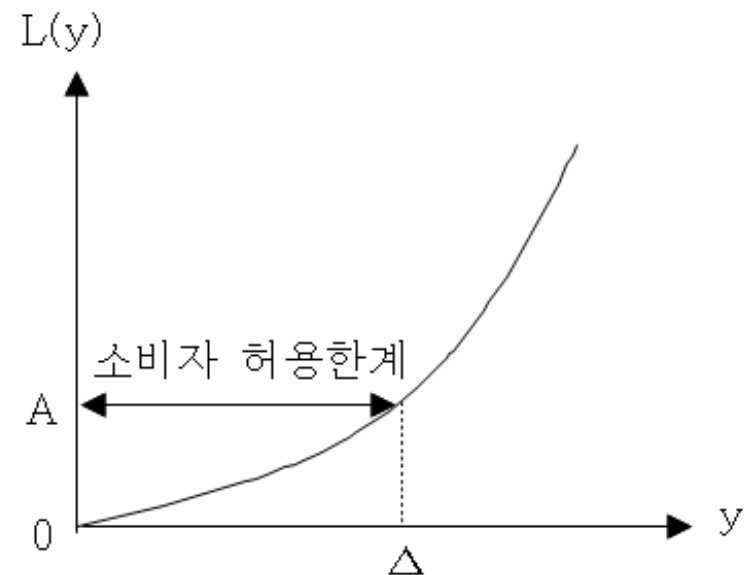
➡ 손실함수 $L(y) = k(y - m)^2 = 48(y - 115)^2$

9.6 손실함수와 SN비

◆ 망소특성의 경우 손실함수

$$L(y) = ky^2, \quad k = A/\Delta^2$$

$$L = kE(y^2) = kE\{(y - \mu) + \mu\}^2 = k(\sigma^2 + \mu^2)$$

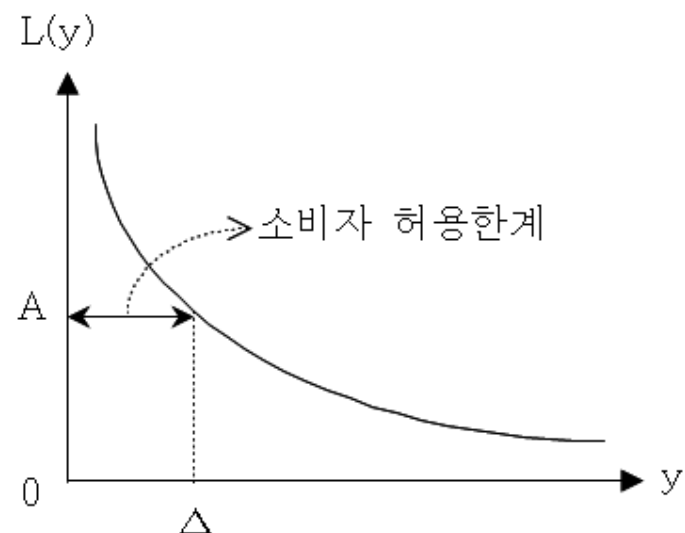


[그림 9-7] 망소특성의 손실함수

◆ 망대특성의 경우 손실함수

$$L(y) = k\left(\frac{1}{y^2}\right), \quad k = A\Delta^2$$

$$L = k\left(\frac{1}{\mu^2}\right)\left(1 + \frac{3\sigma^2}{\mu^2}\right)$$



[그림 9-8] 망대특성의 손실함수

9.6 손실함수와 SN비

예 집적회로의 배선에서 와이어본딩 강도의 경우 1.5gf에서 실제로 문제가 생긴다. 문제가 생길 때 발생하는 손실금액이 18,000원일 때 손실함수는 어떻게 되는가?

풀이

$$k = A\Delta^2 = 18,000 (1.5^2) = 40,500$$

➡ 손실함수 $L(y) = k \left(\frac{1}{y^2} \right) = 40,500 \left(\frac{1}{y^2} \right)$

9.6 손실함수와 SN비

예제9.3 어떤 전기부품의 가로길이의 소비자 허용한계: $3.5 \pm 0.1\text{cm}$
이 한계를 벗어나는 순간 소비자에게 주는 손실금액: 1,000원

- ① 손실함수를 구하고, 길이가 3.45cm인 경우에 손실금액을 구하라.
- ② 부품 20개를 조사하여 보니 $\bar{y}=3.44\text{cm}$ 이고 $V=0.0016\text{cm}^2$ 이다.
기대손실금액을 추정하라.

풀이

① $m=3.5$, $\Delta=0.1$, $A=1,000\text{원}$ 이므로 망목특성의 손실함수로부터

$$L(y) = \frac{A}{\Delta^2} (y - m)^2 = \frac{1,000}{(0.1)^2} (y - 3.5)^2 = 100,000(y - 3.5)^2$$

$$\rightarrow L(3.45) = 100,000(3.45 - 3.5)^2 = 250$$

9.6 손실함수와 SN비

예제9.3 어떤 전기부품의 가로길이의 소비자 허용한계: $3.5 \pm 0.1\text{cm}$
이 한계를 벗어나는 순간 소비자에게 주는 손실금액: 1,000원

- ① 손실함수를 구하고, 길이가 3.45cm인 경우에 손실금액을 구하라.
- ② 부품 20개를 조사하여 보니 $\bar{y}=3.44\text{cm}$ 이고 $V=0.0016\text{cm}^2$ 이다.
기대손실금액을 추정하라.

풀이

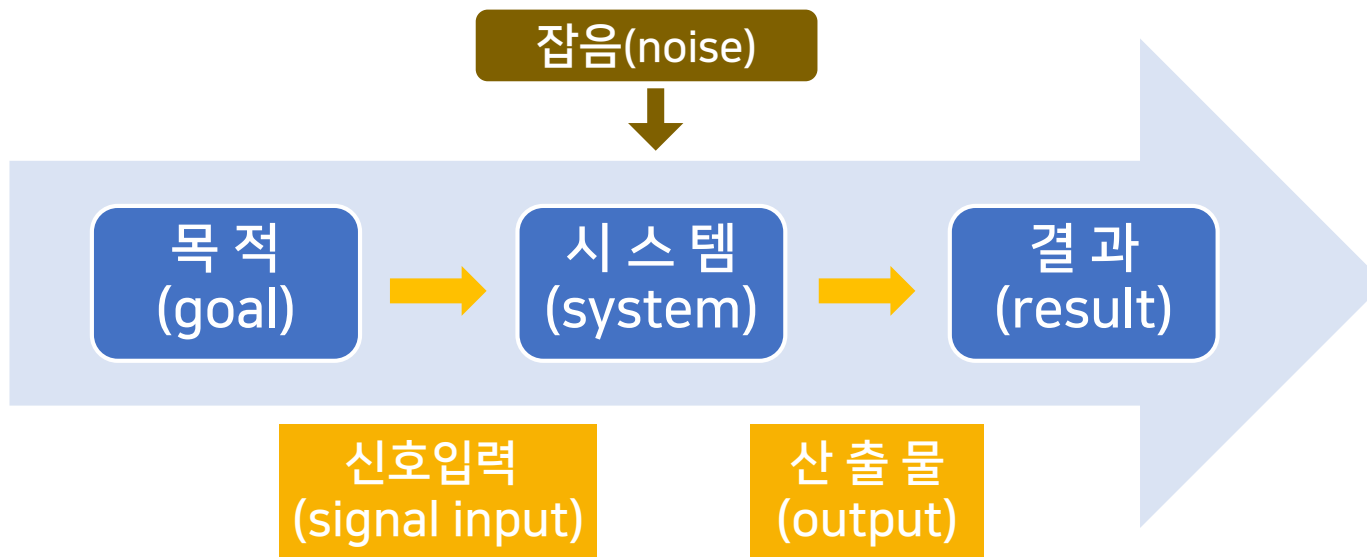
② 기대손실(금액) $L = k[\sigma^2 + (\mu - m)^2]$

기대손실추정치(금액)

$$\hat{L}(y) = \frac{A}{\Delta^2} [V + (\bar{y} - m)^2] = \frac{1,000}{(0.1)^2} [0.0016 + (3.44 - 3.50)^2] = 520 \text{원}$$

9.6 손실함수와 SN비

$$\begin{aligned} SN\text{비} &= \frac{\text{목적이 산출물의 결과에 어느 정도 반영되는가?}}{\text{잡음의 크기가 산출물의 결과에 어느 정도 나쁜 영향을 주는가?}} \\ &= \frac{\text{신호입력이 산출물에 전달된 힘}}{\text{잡음이 산출물에 전달된 힘}} \\ &= \frac{\text{신호의 힘 (power of signal)}}{\text{잡음의 힘 (power of noise)}} \left(\equiv \frac{\mu^2}{\sigma^2} \right)\end{aligned}$$



통신시스템의 기능관계

9.6 손실함수와 SN비

◆ 정특성의 경우 SN비

1) 망목특성인 경우

데이터 y_1, y_2, \dots, y_n 이 얻어졌다면 σ^2 의 추정치 $\widehat{\sigma^2} = V = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n-1}$ 이 되고,

$S_n = \frac{(y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n)^2}{n}$ 로 놓는 경우 $E(S_n) = \sigma^2 + n\mu^2$ 이므로 $\widehat{\mu^2} = \frac{1}{n}(S_n - V)$ 이 된다.

$$SN\text{비} = \frac{\frac{1}{n}(S_n - V)}{V} \text{ 인데 } \dots$$

$$SN\text{비} = 10 \log \left[\frac{\frac{1}{n}(S_n - V)}{V} \right]$$

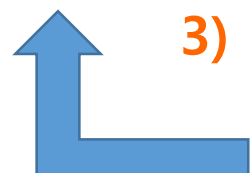
$$SN\text{비} = 10 \log \left[\frac{(\bar{y})^2}{V} \right], \quad S_n = n(\bar{y})^2 \text{ 이고 } (\bar{y})^2 \gg \frac{V}{n} \text{ 이므로}$$

$$= 10 \log \left[\frac{(\bar{y})^2}{s^2} \right]$$

$$= 20 \log \left(\frac{\bar{y}}{s} \right)$$

9.6 손실함수와 SN비

2) 망소특성인 경우 $\text{SN비} = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right]$ (단위: dB)



3) 망대특성인 경우 $\text{SN비} = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right]$ (단위: dB)

정특성

- 동특성의 경우에도 SN비가 따로 있음

9.6 손실함수와 SN비

예 9.4 다음 데이터의 경우 망목, 망소, 망대 특성값으로 각각 생각하고 SN비를 구하라.

32	38	36	40	37
----	----	----	----	----

풀이

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_i y_i = \frac{1}{5} (32 + 38 + 36 + 40 + 37) = 36.6$$

$$S_n = \frac{1}{n} \left(\sum_i y_i \right)^2 = \frac{1}{5} (32 + 38 + \dots + 37)^2 = 6,697.8$$

$$V = \frac{1}{n-1} \sum_i (y_i - \bar{y})^2 = \frac{1}{4} [(32 - 36.6)^2 + \dots + (37 - 36.6)^2] = 8.8$$

$$SN_{\text{H}} = 10 \log \left[\frac{\frac{1}{n} (S_n - V)}{V} \right] = 10 \log \left[\frac{\frac{1}{5} (6,697.8 - 8.8)}{8.8} \right] = 21.81dB \quad \text{또는}$$

$$SN_{\text{H}} = 20 \log \left(\frac{\bar{y}}{s} \right) = 20 \log \left(\frac{36.6}{\sqrt{8.8}} \right) = 20 \log(12.34) = 21.82dB$$

9.6 손실함수와 SN비

풀이 (계속)

② 망소특성값인 경우

$$SN_{\text{비}} = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_i y_i^2 \right] = -10 \log \left[\frac{1}{5} (32^2 + \dots + 37^2) \right]$$
$$= -31.29 \text{ dB}$$

③ 망대특성값인 경우

$$SN_{\text{비}} = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_i \frac{1}{y_i^2} \right]$$
$$= -10 \log \left[\frac{1}{5} \left(\frac{1}{32^2} + \dots + \frac{1}{37^2} \right) \right] = -28.15 \text{ dB}$$

| 제11강 다구치 실험계획2

9.7 파라미터 설계

9.7 파라미터 설계

- 파라미터 설계 시 주요 착안점

- 산포의 감소
- 평균치가 목표에 근접하도록
- 비용의 최소화
- 재현성 확인



9.7 파라미터 설계

◆ 망소 또는 망대특성에 대한 파라미터 설계과정

- ① 제어인자 및 잡음인자들의 조합으로 이루어진 실험 실시
(제어인자는 내측에 배치하고, 잡음인자는 외측에 배치)
- ② 망소 또는 망대특성인 경우 해당 SN비 계산
- ③ SN비에 대한 분산분석(또는 간이분석)으로 SN비에 영향 미치는 제어인자 도출
- ④ ③에서 찾은 인자들의 최적수준 결정
기타 인자는 경제성, 작업성 등을 따져 결정
- ⑤ 최적수준 조합에서 재현성 확인

9.7 파라미터 설계

◆ 망목특성에 대한 파라미터 설계과정

① 앞의 ①과 동일

② 망목특성인 경우 해당 SN비와 s_n 의 계산 [$s_n = \frac{(y_1 + y_2 + y_3 \cdots + y_n)^2}{n}$]

③ SN비에 대한 분산분석(또는 간이분석)으로 SN비에 영향 미치는 제어인자 추출

④ s_n 에 대한 분산분석(또는 간이분석)으로 \bar{y} 에 영향 미치는 제어인자 추출

③과 ④로부터 얻는 결론

- **산포제어인자**: SN비에 유의한 영향을 주는 인자
- **평균조정인자**: \bar{y} 에만 유의한 영향을 주는 인자
- **기타 제어인자**: SN비나 \bar{y} 에 유의한 영향을 주지 못하는 인자
(어떤 인자가 SN비와 \bar{y} 에 동시에 영향을 준다면 산포제어인자로 분류함)

⑤ 이하 과정(최적 수준 도출 및 재현성 확인)은 앞의 망소 또는 망대특성의 경우와 동일

9.7 파라미터 설계

파라미터 설계사례(망소특성의 경우)

▶ 전기회사에서 제품의 특성에 불량률이 자주 발생하여 설계상 개선을 모색한다.

◆ 설계상의 제어인자들

A: ZCT Assembly shield 2수준 (A_0 = 유, A_1 = 무)

B: Reset guide 치수형상 2수준 (B_0 = 형상 I, B_1 = 형상 II)

C: Reset spring 하중 2수준 (C_0 = 640g, C_1 = 740g)

D: Resistor(2.7K Ω) 유무 2수준 (D_0 = 유, D_1 = 무)

F: SCR의 IGT(A) 2수준 (F_0 = 20이하, F_1 = 20 ~ 200)

교호작용은 무시하고 주효과만 $L_8(2^7)$ 직교배열표에 배치

9.7 파라미터 설계

파라미터 설계사례(망소특성의 경우)

▶ 전기회사에서 제품의 특성에 불량률이 자주 발생하여 설계상 개선을 모색한다.

◆ 잡음인자 {여러 요인(CT출력, ZCT출력, IC종류)들을 묶음}

$N_0 : CT = 16, \quad ZCT = 16, \quad IC = KA\ 2803$

$N_1 : CT = 17 \text{ 이상}, \quad ZCT = 18 \text{ 이상}, \quad IC = GL\ 7101$

9.7 파라미터 설계

〈표 9-14〉 불순물 양의 실험데이터

구분	내측배열($L_8(2^7)$)							외측배열(2수준 1원배치: 반복 3회)										
요인 배치	A	B	C	D	F	e	e	원 데이터 : 불순물 양 (망소특성)										SN비= $SN_i =$ $-10 \log$ (MSD_i)
인자 이름	ZCT	RESET GUIDE	RESET SPRING	RESISTOR	SCR			$\bar{y}_i = \sum_j y_{ij}/6$										
수준	0 1	유 무	형상 I 형상 II	640 740	유 무	20이하 20 ~ 290		$MSD_i = \sum_j y_{ij}^2/6$ MSD : Mean Squared Deviation										
열번호 실험번호	1	2	3	4	5	6	7	잡음인자 N						\bar{y}_i	MSD	SN _i		
	N ₀			N ₁														
1	0	0	0	0	0	0	0	7	14	16	11	17	10	12.50	168.50	-22.27		
2	0	0	0	1	1	1	1	8	14	13	12	16	12	12.50	162.16	-22.10		
3	0	1	1	0	0	1	1	13	11	13	8	12	16	12.17	153.83	-21.87		
4	0	1	1	1	1	0	0	11	13	13	10	14	13	12.33	154.90	-21.88		
5	1	0	1	0	1	0	1	17	14	14	13	15	12	14.17	203.17	-23.08		
6	1	0	1	1	0	1	0	17	14	16	8	9	18	13.67	201.67	-23.05		
7	1	1	0	0	1	1	0	13	10	13	12	13	13	12.33	153.33	-21.86		
8	1	1	0	1	0	0	1	8	11	9	13	10	12	10.50	113.17	-20.54		
	현 제 품(콘 트 롤)							8	13	15	14	16	12	13.00	175.67	-22.46		

9.7 파라미터 설계

01 SN비 계산

- 망소특성이므로 SN비의 계산은 i 번째 행에 대하여

$$SN_i = -10 \log\left[\frac{1}{n} \sum_j y^2_{ij}\right]$$

$$SN_i = -10 \log(MSD_i), \quad MSD_i = \sum_{j=1}^6 y^2_{ij} / 6$$

예 1행

$$\bar{y}_1 = (7 + 14 + \dots + 10) / 6 = 12.50$$

$$SN_1 = -10 \log(MSD_1) = -22.27, \quad MSD_1 = (7^2 + 14^2 + \dots + 10^2) / 6 = 168.50$$

9.7 파라미터 설계

02 간이분석법

요인배치		A	B	C	D	F	
인자이름		ZCT	RESET GUIDE	RESET SPRING	RESISTOR	SCR	합계
SN비수	0수준	-88.12	-90.50	-86.77	-89.08	-87.73	$T = -176.65$
준의 합계	1수준	-88.53	-86.15	-89.88	-87.57	-88.92	
수준간범위		0.41	4.35	3.11	1.51	1.19	10.57
기여율(%)		3.8	41.2	29.4	14.3	11.3	100.0
기여율 50 파레토도 40 (%) 30 20 10							
요인		B	C	D	F	A	
누적기여율 (%)		41.2	70.6	84.9	96.2	100.0	
최적수준 조합		인자수준	A_0	B_1	C_0	D_1	F_0
		수준내용	ZCT SHIELD 유	RESET GUIDE 형상 II	RESET SPRING 640g	RESISTOR 무	SCR의 IGT 20이하

9.7 파라미터 설계

03 분산분석

<표 9-15> 불순물 양의 분산분석표

출처	DF	SS	MS	F_0	P
A	1	0.0210	0.0210	0.10	0.783
B	1	2.3653	2.3653	11.15	0.079
C	1	1.2090	1.2090	5.70	0.140
D	1	0.2850	0.2850	1.34	0.366
F	1	0.1770	0.1770	0.83	0.457
오차	<u>2</u>	<u>0.4241</u>	<u>0.2121</u>		
전체	<u>7</u>	<u>4.4815</u>			

9.7 파라미터 설계

<표 9-16> 불순물 양의 분산분석표(인자 A 와 F 를 오차항에 풀링시킨 경우)

출처	DF	SS	MS	F_0	P
B	1	2.3653	2.3653	15.21	<u>0.018</u>
C	1	1.2090	1.2090	7.77	<u>0.049</u>
D	1	0.2850	0.2850	1.83	0.247
오차	<u>4</u>	<u>0.6222</u>	<u>0.1555</u>		
전체	<u>7</u>	<u>4.4815</u>			

04 모평균의 추정

유의한 인자 B , C 의 최적수준조합 B_0 , C_1 에서 SN비의 점추정값은

$$\hat{\mu} = \overline{B_0} + \overline{C_1} - \overline{T} = -22.6250 - 22.4700 - (-22.08125) = -23.065$$

로, 현재품의 SN비보다 $-22.46 - (-23.08125) = 0.62125\text{dB}$ 만큼 낮다.

9.7 파라미터 설계

R 실습

```
sn <- c(-22.27, -22.1, -21.87, -21.88, -23.08, -23.05, -21.86, -20.54)
```

```
A <- c(0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1)
```

```
B <- c(0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 1)
```

```
C <- c(0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0)
```

```
D <- c(0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1)
```

```
F <- c(0, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 0)
```

```
e1 <- c(0, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0)
```

```
e2 <- c(0, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 1)
```

```
dong <- data.frame(sn, A, B, C, D, F, e1, e2)
```

```
dong$A <- factor(dong$A, levels=c(0, 1), labels=c("A0", "A1"))
```

```
dong$B <- factor(dong$B, levels=c(0, 1), labels=c("B0", "B1"))
```

```
dong$C <- factor(dong$C, levels=c(0, 1), labels=c("C0", "C1"))
```

```
dong$D <- factor(dong$D, levels=c(0, 1), labels=c("D0", "D1"))
```

```
dong$F <- factor(dong$F, levels=c(0, 1), labels=c("F0", "F1"))
```

```
dong$e1 <- factor(dong$e1, levels=c(0, 1), labels=c("e10", "e11"))
```

```
dong$e2 <- factor(dong$e2, levels=c(0, 1), labels=c("e20", "e21"))
```

```
model1 <- aov(sn ~ A + B + C + D + F, data=dong)
```

```
summary(model1)
```

	<i>Df</i>	<i>Sum Sq</i>	<i>Mean Sq</i>	<i>F value</i>	<i>Pr(>F)</i>
<i>A</i>	<i>1</i>	<i>0.0210</i>	<i>0.0210</i>	<i>0.099</i>	<i>0.7827</i>
<i>B</i>	<i>1</i>	<i>2.3653</i>	<i>2.3653</i>	<i>11.154</i>	<i>0.0792 .</i>
<i>C</i>	<i>1</i>	<i>1.2090</i>	<i>1.2090</i>	<i>5.701</i>	<i>0.1396</i>
<i>D</i>	<i>1</i>	<i>0.2850</i>	<i>0.2850</i>	<i>1.344</i>	<i>0.3660</i>
<i>F</i>	<i>1</i>	<i>0.1770</i>	<i>0.1770</i>	<i>0.835</i>	<i>0.4574</i>
<i>Residuals</i>	<i>2</i>	<i>0.4241</i>	<i>0.2121</i>		
<i>---</i>					
<i>Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1</i>					

9.7 파라미터 설계

R 실습

```
model2 <- aov(sn ~ B+ C+ D, data=dong)
```

```
summary(model2)
```

	<i>Df</i>	<i>Sum Sq</i>	<i>Mean Sq</i>	<i>F value</i>	<i>Pr(>F)</i>	
<i>B</i>	1	2.3653	2.3653	15.207	0.0175	*
<i>C</i>	1	1.2090	1.2090	7.773	0.0494	*
<i>D</i>	1	0.2850	0.2850	1.832	0.2473	
<i>Residuals</i>	4	0.6222	0.1555			

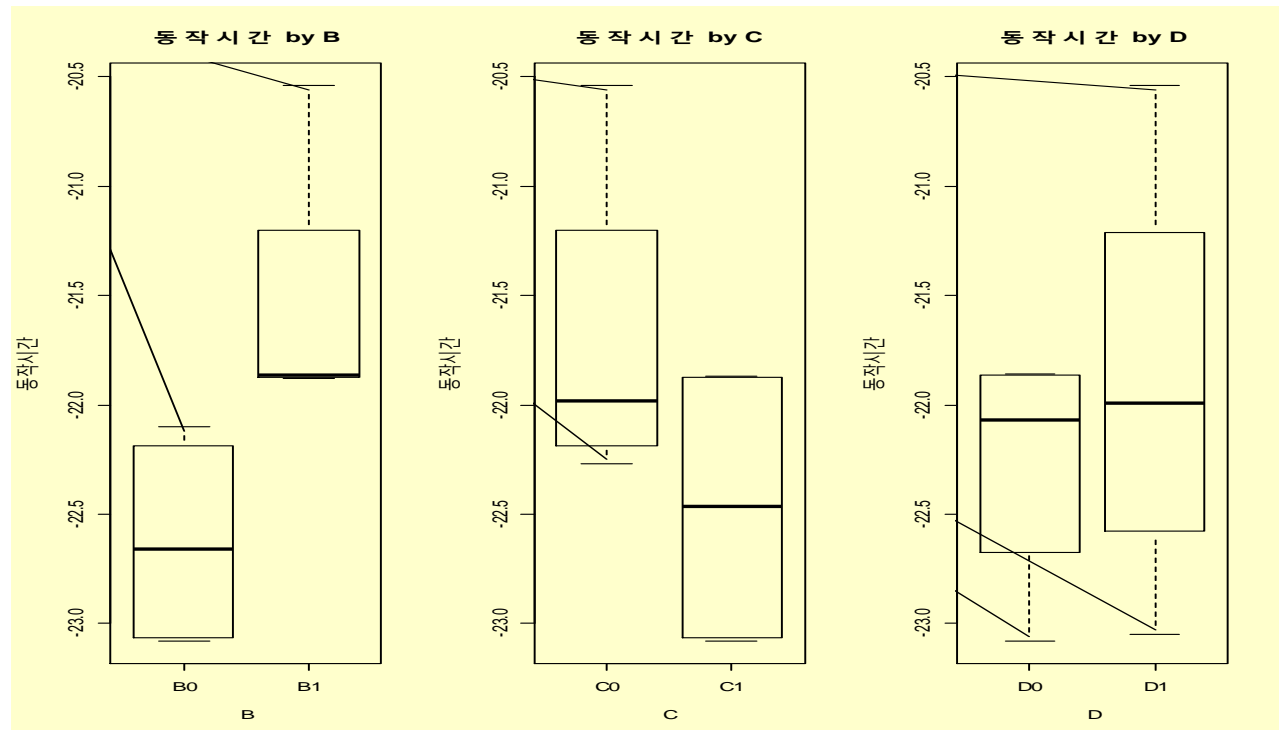
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.'

```
par(bg=rgb(1,1,0.8),mfrow=c(1,3))
```

```
boxplot(sn~B, data=dong, main="동작시간 by B",  
xlab="B",ylab="동작시간")
```

```
boxplot(sn~C, data=dong, main="동작시간 by C",  
xlab="C",ylab="동작시간")
```

```
boxplot(sn~D, data=dong, main="동작시간 by D",  
xlab="D",ylab="동작시간")
```



다음 시간 안내

제12강(10장)

지분계획과 분할구계획