

DOE Midterm Exam (2015/04/14)

1. 어떤 전자제품의 납 땀질 공정에 적용되는 특정한 4가지 방법 (Methods: A, B, C, D)를 대상으로, 땀질 두께에 차이가 있는 지를 분석하고자 각 공정에 대해 3회씩의 실험을 수행하였다. 아래의 문항에 답하여라.

Part 1:

12(=4*3)회의 전체 실험을 completely randomized design 방법으로 수행되었다고 가정하고 작성한 ANOVA가 다음과 같다고 하자.

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|---------|----|-------|-------|------|-------|
| Methods | 3 | 1.530 | 0.510 | 5.46 | 0.024 |
| Error | 8 | 0.747 | 0.093 | | |
| Total | 11 | 2.277 | | | |

- i) 이 실험에 타당한 모형(model)과 가정(assumption)을 제시하여라.
- ii) 위 ANOVA 분석의 가설(hypothesis)을 제시하고 유의수준 0.05에서 검정하여라

Part 2:

땀질 두께는 대기온도에 영향을 받을 수 있다고 예상되었다고 한다. 그래서 위 실험은 실제로는 3일을 random으로 선정하고, 하루에 4가지 방법을 random하게 순서를 적용하여 실험하는 방식으로 3일에 걸쳐 실험하였다고 한다. 실험 자료로 분석한 결과(ANOVA)가 다음과 같다.

| Source | DF | SS | MS | F | p-value |
|--------|-----|-------|-------|-------|---------|
| Days | (a) | 0.207 | (f) | 1.156 | 0.3761 |
| Method | (b) | (d) | (g) | 5.667 | 0.0348 |
| Error | (c) | (e) | 0.090 | | |
| Total | 11 | 2.277 | | | |

- iii) 이 실험에 타당한 모형과 가정을 제시하여라
- iv) 위 ANOVA tables에서 (e) 와 (g)를 구하여라 (과정을 제시할 것)
- v) Days 요인에 대한 가설을 제시하고, 유의수준 0.05에서 검정을 수행하고 그 의미를 해석하라.
- vi) 땀질 방법에 대한 다음의 3 가지 Contrast는 Orthogonal을 만족하는가?

$$C_1 = T_A - T_B, \quad C_2 = T_C - T_D, \quad C_3 = (T_A + T_B)/2 - (T_C + T_D)/2$$
- vii) 각 공정 실험의 total(합)은 다음과 같다고 한다.

$$T_A = 12.8 \quad T_B = 14.6 \quad T_C = 15.8 \quad T_D = 14.2$$

Contrast C_3 에 대한 가설을 제시하고 검정을 수행하라

- viii) 어떤 통계분석가가 납땀 두께가 가장 작은 method를 찾기 위해 SNK test를 수행하였다고 한다. 이 test가 타당한 전제조건을 설명하라.

2. 다음의 각 문항에 답하여라

- i) 다음 2-요인 Factorial Design에서 표의 cell의 숫자가 그 cell의 모평균이라고 할 때, 두 factor 간에 Interaction이 있는지를 밝히고 주장의 근거를 제시하라.

| Factor | | Factor B | | |
|----------|---|----------|---|----|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Factor A | 1 | 8 | 4 | 10 |
| | 2 | 6 | 9 | 7 |

- ii) 다음은 두 요인 Factorial design에서 수준 조합의 평균에 대한 SNK Test 분석결과이다.
높은 평균이 더 바람직할 때, 어떤 수준조합이 최적인가? 단, A와 B 요인의 수준 수는 5와 2 이다. (주장의 이유를 밝힐 것)

Factors A/B: 4/2 1/1 1/2 5/2 3/1 4/1 2/2 3/2 5/1 2/1
Sample Means: 1.04 1.14 1.17 1.20 1.26 1.42 1.58 1.59 1.70 1.71

3. Randomization에 제약이 없는 다음의 Single-factor experiment에서,

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \epsilon_{ij}, \quad \epsilon_{ij} \sim IN(0, \sigma^2), \quad i = 1, \dots, n, \quad j = 1, \dots, k$$

- i) 모형이 Random effect model이라고 할 때, τ_j 에 대한 가정(assumption)을 제시하고 $\text{Var}[\bar{Y}_j]$ 을 구하여라. (과정을 밝힐 것)
- ii) 모형이 fixed effect model이라고 할 때, $H_0: \tau_1 = \dots = \tau_k = 0$ 가 true인 때

$$E\left[\sum_{j=1}^k (\bar{Y}_j - \bar{Y}_{..})^2\right] / (k-1) \text{ 을 구하여라 (과정을 밝힐 것)}$$

4. 접착제를 생산하는 2 회사(Manufacturer: M)가 3 종류의 기계(Type: T)으로 각각 3회씩 제작된 접착제의 강도를 총 18회 측정하여 분석한 ANOVA table이 다음과 같다. 위 실험이 completely randomized 방식으로 실행되었다고 할 때:

| Source | DF | SS | MS | F | Type (T) | | | |
|--------|----|-------|----|-----|--------------------------|------|------|------|
| | | | | | M | 1 | 2 | 3 . |
| M | - | 43.56 | - | - | 1 : | 42.0 | 48.0 | 54.0 |
| T | - | 20.11 | - | - | 2: | 39.5 | 45.0 | 39.5 |
| M*T | - | 24.11 | - | (a) | (cell totals ← 3회 측정치 합) | | | |
| Error | - | - | - | | | | | |
| Total | 17 | 97.94 | | | | | | |

- i) 위 실험의 모형과 가정(Assumptions)을 제시하라
- ii) 두 요인에 대한 Interaction Plot을 작성하고 유의성을 판단하라
- iii) 위 ANOVA에서 F-test 값 (a)를 구하고, 유의수준 0.05에서 M*T의 유의성을 검정하여라. (가설을 함께 제시할 것)