**Single Factor Model**

Example)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Source | DF | SS | MS | F-value | P-value |
| Factor | 2 | 4608.2 | 2304.1 | 39.99 | 0.0001 |
| Error | 9 | 518.5 | 57.6 |  |  |
| Total | 11 | 5126.7 |  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Source | df | EMS |
| Factor | k-1 |  |
| Error | k(n-1) |  |

k : the number of treatment

n : the number of replication at each treatment

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Source | df | EMS |
| Factor | k-1 |  |
| Error | k(n-1) |  |

k : the number of treatment

n : the number of replication at each treatment

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Source | df | EMS |
| Factor | k-1 |  |
| Error | k(n-1) |  |

k : the number of treatment

n : the number of replication at each treatment

**분산 분석: Y 대 A**

요인 유형 수준 값

A 고정됨 3 60, 90, 120

Y에 대한 분산 분석

출처 DF SS MS F P

A 2 4608.2 2304.1 39.99 0.000

오차 9 518.5 57.6

총계 11 5126.7

S = 7.59020 R-제곱 = 89.89% R-제곱(수정) = 87.64%

각 항에 대한

기대 평균

오차 제곱(제한적

출처 분산 성분 항 모형 사용)

1 A 2 (2) + 4 Q[1]

2 오차 57.61 (2)

**분산 분석: Y 대 A**

요인 유형 수준 값

A 랜덤 3 60, 90, 120

Y에 대한 분산 분석

출처 DF SS MS F P

A 2 4608.2 2304.1 39.99 0.000

오차 9 518.5 57.6

총계 11 5126.7

S = 7.59020 R-제곱 = 89.89% R-제곱(수정) = 87.64%

각 항에 대한

기대 평균

오차 제곱(제한적

출처 분산 성분 항 모형 사용)

1 A 561.62 2 (2) + 4 (1)

2 오차 57.61 (2)

**Two Factor Model**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Source | df | EMS | | |
| Fixed | Random | Mixed |
|  | a-1 |  |  |  |
|  | b-1 |  |  |  |
|  | (a-1)(b-1) |  |  |  |
|  | ab(n-1) |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Source | Test Statistics | | |
| Fixed model | Random model | Mixed model |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

\* **EMS Rule**에 따라, 순수한 Factor의 효과만을 검정할 수 있도록 검정 통계량이 구성된다.

\* 순수한 Factor의 효과만을 검정할 수 있도록 검정 통계량이 구성될 수 없는 경우가 발생할 수 있다.

이런 경우에는 유사 F 검정(Pseudo F test)를 통해 검정한다.

요인 유형 수준 값

A 고정됨 3 60, 90, 120

B 고정됨 2 127, 220

Y에 대한 분산 분석

출처 DF SS MS F P

A 2 4608.17 2304.08 99.46 0.000

B 1 96.33 96.33 4.16 0.088

A\*B 2 283.17 141.58 6.11 0.036

오차 6 139.00 23.17

총계 11 5126.67

S = 4.81318 R-제곱 = 97.29% R-제곱(수정) = 95.03%

각 항에 대한

기대 평균

오차 제곱(제한적

출처 분산 성분 항 모형 사용)

1 A 4 (4) + 4 Q[1]

2 B 4 (4) + 6 Q[2]

3 A\*B 4 (4) + 2 Q[3]

4 오차 23.17 (4)

요인 유형 수준 값

A 랜덤 3 60, 90, 120

B 랜덤 2 127, 220

Y에 대한 분산 분석

출처 DF SS MS F P

A 2 4608.17 2304.08 16.27 0.058

B 1 96.33 96.33 0.68 0.496

A\*B 2 283.17 141.58 6.11 0.036

오차 6 139.00 23.17

총계 11 5126.67

S = 4.81318 R-제곱 = 97.29% R-제곱(수정) = 95.03%

오차 각 항에 대한 기대 평균

출처 분산 성분 항 제곱(제한적 모형 사용)

1 A 540.625 3 (4) + 2 (3) + 4 (1)

2 B -7.542 3 (4) + 2 (3) + 6 (2)

3 A\*B 59.208 4 (4) + 2 (3)

4 오차 23.167 (4)

요인 유형 수준 값

A 고정됨 3 60, 90, 120

B 랜덤 2 127, 220

Y에 대한 분산 분석

출처 DF SS MS F P

A 2 4608.17 2304.08 16.27 0.058

B 1 96.33 96.33 4.16 0.088

A\*B 2 283.17 141.58 6.11 0.036

오차 6 139.00 23.17

총계 11 5126.67

S = 4.81318 R-제곱 = 97.29% R-제곱(수정) = 95.03%

오차 각 항에 대한 기대 평균

출처 분산 성분 항 제곱(제한적 모형 사용)

1 A 3 (4) + 2 (3) + 4 Q[1]

2 B 12.19 4 (4) + 6 (2)

3 A\*B 59.21 4 (4) + 2 (3)

4 오차 23.17 (4)

**Pseudo F test in three factor model**

요인 유형 수준 값

D 랜덤 2 1, 2

O 랜덤 3 A, B, C

G 고정됨 3 2, 4, 6

Thickness에 대한 분산 분석

출처 DF SS MS F P

D 1 0.00100 0.00100 0.34 0.621

O 2 0.11207 0.05604 18.77 0.051

G 2 1.57317 0.78659 56.58 0.001 x

D\*O 2 0.00597 0.00299 9.19 0.002

D\*G 2 0.01134 0.00567 2.29 0.218

O\*G 4 0.04284 0.01071 4.32 0.093

D\*O\*G 4 0.00991 0.00248 7.62 0.001

오차 18 0.00585 0.00033

총계 35 1.76216

x 정확한 F-검정이 아님.

S = 0.0180278 R-제곱 = 99.67% R-제곱(수정) = 99.35%

오차 각 항에 대한 기대 평균 제곱(제한적

출처 분산 성분 항 모형 사용)

1 D -0.00011 4 (8) + 6 (4) + 18 (1)

2 O 0.00442 4 (8) + 6 (4) + 12 (2)

3 G \* (8) + 2 (7) + 4 (6) + 6 (5) + 12 Q[3]

4 D\*O 0.00044 8 (8) + 6 (4)

5 D\*G 0.00053 7 (8) + 2 (7) + 6 (5)

6 O\*G 0.00206 7 (8) + 2 (7) + 4 (6)

7 D\*O\*G 0.00108 8 (8) + 2 (7)

8 오차 0.00033 (8)

\* 합성 검정.

합성 검정에 대한 오차 항

오차 평균

출처 오차 DF 오차 MS 제곱의 합성

3 G 4.18 0.01390 (5) + (6) - (7)

+