

전기기기의 내식검증을 위한 장치의 최적조건

김 명 석, 한 규 환, 박 중 화  
 LS산전주식회사 전력시험기술센터

The optimum conditions of a salt-mist testing equipment for corrosion proof

Myoung-seok Kim, Gyu-hwan Han, Jong-hwa Park  
 Power Testing and Technology institute(PT&T) of LS Industrial Systems Co., Ltd.

**Abstract** - 전기기기 제품, 부품의 부식을 검증하기 위해서 염수, 아황산가스, 암모니아 가스 등을 이용한다. 염수시험은 염수를 액체 분무형태로 생성하며, 시편이 부식되도록 일정한 양을 분무하고 시험조 내에 균일한 분포를 갖도록 조정할 필요가 있다. 본 논문은 염수분무 시험장치의 주요 인자를 바탕으로 실험계획법을 적용하여 시험용액의 분포가 균질하도록 최적의 조건을 찾는 방법을 제시하였다.

1. 서 론

전기기기의 구조적 강도를 필요로 하는 곳에는 일반적으로 금속재를 사용하며, 금속은 부식성 가스에 약하여 도장 또는 도금을 하여 내식성을 강화한다. 내식성의 정도를 실험으로 검증하는 방법은 다양한 종류가 있으며 그 중에 염수분무시험방법은 금속의 부식을 검증하는 대표적인 시험방법이다. 시험장치는 그림 1과 같이 제품 또는 금속부품을 시험하기 위한 시험조와 시험조내의 온도(35±2℃)를 일정하게 유지하도록 하고, 염수를 가열하는 가열체, 일정한 시험용액을 분무할 수 있도록 압축공기장치, 분무노즐과 분무관 및 제어회로 등으로 구성되어 있다.

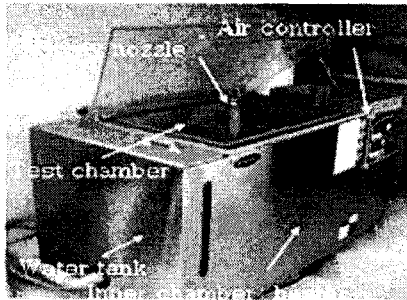


그림 1. 시험장치의 구조

시험규격에서는 80℃ 에 16시간 동안 채워진 시험용액의 양이 (1.5±0.5)g/h이 되도록 규정하고 있다. 이러한 측정 결과는 시험장치의 구조물 간에 상호 작용이 나타나 시험조 내의 측정지점에 따라 산포가 다양하게 나타난다. 본 논문에서는 실험계획법을 사용하여 시험공간 내에 산포를 최소화하기 위하여 시험장치의 주요 인자를 선정하고 최소실험을 실시하여 규정된 염수의 량과 균일 분포를 구현하였다.

2. 본 론

2.1 주요 인자의 선정

시험공간 내에 시험용액의 양을 측정하기 위해 측정지점을 선정하여 각 측정량을 기록한다. 측정값들이 균일한 분포를 갖기 위해서 그림 2와 같이 시험장치의 구조와 원리를 바탕으로 주요 인자를 선정하였다. 인자로는 압축공기량, 분사노즐의 각도, 분사관의 길이로 선정하였다. 압축공기압은 분사노즐을 통과하면 벤츄리 효과를 발생하는 역할을 하며, 아울러 시험용액의 량을 증가시킨다. 분사노즐의 회전각도는 시험용액을 시험조 안에 분산시키며 또한 시험용액을 균일하게 분포시키는 역할을 한다. 분무관의 공기압과 분사 노즐의 회전각도로 분사된 시험용액을 일정한 방향으로 유도하는 역할을 한다. 이러한 세 가지의 주요 인자를 선정하였다.



그림 2. 시험장치의 주요부품

2.2 실험계획법

실험계획은 3인자 2수준( $k^n=2^3$ )으로 선정하였고, 시험규격에서 권고하는 범위에서 수준을 선정하였다. 완전요인 실험계획에서는 총 8( $=2^3$ )회의 실험을 실시하여야 하나, 1/2 시험계획법을 적용하여 시험횟수를 줄였고, 각 인자와 수준은 표 1과 같이 선정하였다.

표 1. 실험계획법에 의한 인자매치

실험 번호	공기압 (kgf/cm <sup>2</sup> )	분사노즐 회전각(°)	분사관 (mm)
1	1.0	360	25
2	1.0	270	20
3	1.5	270	25
4	1.5	360	20

실험결과 얻은 결과값은 전용 통계 소프트웨어(MINI TAB)를 이용하여 분석을 하였다. 시험결과 주효과와 그림 3과 같이 공기압의 수준에 따라 결과 값의 변화가 가장 크게 나타났으며 이는 실험결과에 미치는 영향이 가장 큰 인자라고 판단한다. 다음으로 노즐의 회전각으로 공기의 속도를 변화시켜 압력차에 의해 시험용액의 양을 제어하는 주요 인자로 나타났다. 이러한 주요 인자는 예상대로 나타났으며, 분무관의 길이에 대한 영향은 상대적으로 낮게 나왔다. 이는 인자의 수준 선정이 적정하지

많은 결과이기도 하다. 주효과 분석을 이용하여 주요인자에 의한 영향을 판단할 수 있으며, 다음으로 각 인자간의 영향을 판단하기 위해 상호작용효과를 분석한다.

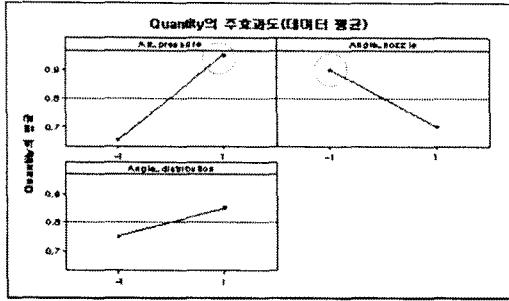


그림 3. 주요 인자의 효과분석

시험인자 사이에 상호작용에 의한 효과는 그림 4와 같이 시험 수준 간에 노즐의 각도와 분무관이 상호작용하는 것으로 나타났다. 상호교호작용 그래프에서 노즐의 각도와 분무관이 높은 수준에서 분무량의 변화가 있음을 알 수가 있다.

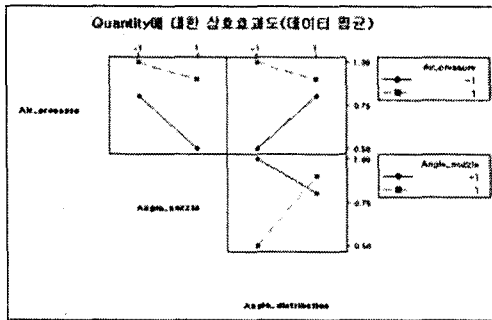


그림 4. 인자 상호간의 효과분석

특히 분무관의 길이와 분사 노즐의 회전각에 따라 시험용액의 분사되는 각도가 변하며, 이 때 시험용액이 닿는 면적이 증가하여 응결되는 면적에 영향을 주는 것으로 분석되었다.

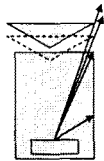


그림 5. 분사노즐 회전각과 분무관 상호작용

### 2.3 분산분석

교호작용이 있는 분사노즐의 회전각과 분무관의 효과 분석을 위해 분산분석을 실시하였다. 분석결과 분사노즐의 회전각과 분무관의 측정량에 영향을 미치는 유의한 인자이다. (P값이 0.63, 0.8이므로 유의수준 $\alpha=0.05$  보다 크므로 교호작용은 유의하다)

	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
노즐각	1	0.04	0.04	0.04	0.44	0.63
분무관	1	0.01	0.01	0.01	0.11	0.75
오차	1	0.09	0.09	0.09		
전체	3	0.14				

### 2.4 수정된 실험계획법

수정된 실험계획법에서는 그림 3에 나타난 상호 교호작용이 있는 분사노즐의 회전각과 분무관의 상호작용에 의한 효과를 제거하고 실험하였다. 표 2는 수정된 실험 계획법이다.

표 2. 수정 실험계획법 및 실험결과

No.	공기압	노즐각	분무관	측정량 (ml/h)						
				①	②	③	④	⑤	평균	P-value
1	1~1.1	450	-	1.2	1.1	1.2	1.3	1.0	1.16	0.62

실험 결과 규격에서 요구하는 기준인  $(1.5 \pm 0.5)$  ml/h에 적합하였으며, 실험데이터의 통계량은 그림 6과 같다.

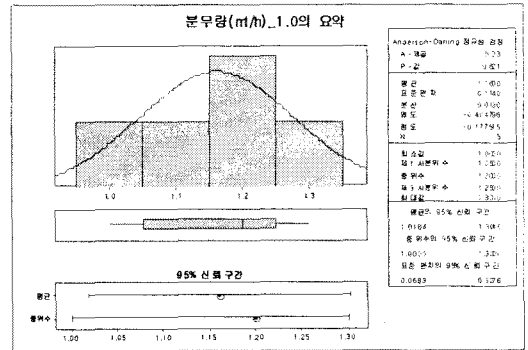


그림 6. 실험 결과의 요약통계량과 산포

5개의 측정지점에 나타난 산포는 약 0.1 ml/h로 나타났다. 시험조내의 데이터의 정규성을 검증한 결과 그림 7과 같이 정규화되어 나타났다.

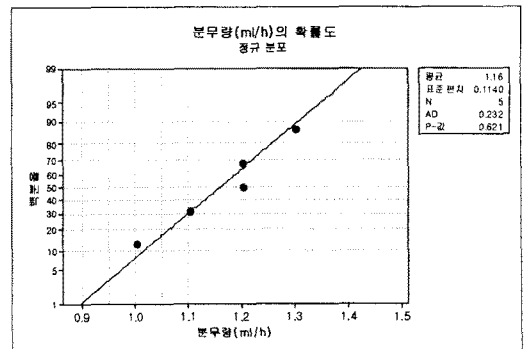


그림 7. 시험결과와 정규성 검증

### 3. 결 론

실험계획법을 이용하여 시험용액의 분포와 규정된 조건을 만족하기 위해서 실험횟수를 최소화하였고, 시험결과로 염수분포량에 대한 정규성 검증(균일성)을 해석하였다.

규격의 요구 분무량(1~2ml/h)이 되도록 기구부의 조건을 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 공기압의 허용범위인 (0.7~1.8)kgf/cm<sup>2</sup>에서 안정적인 실험이 되도록 분무각 제거 및 분사노즐의 회전각을 재설정하여 공기압이 중앙(1~1.1) 되도록 재설정 하였다.

둘째, 공기압 허용범위의 중앙으로 공기압 조절이 가능하도록 변경하여 시험용액의 소모량을 약 30% 절감하였다.

향후 과제로 전기를 이용한 제어로 분무량을 일정하게 조절할 수 있는 방식을 검토할 예정이다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] 한국표준협회, “KS C0223, 환경시험방법(전기, 전자)염수분무시험방법”, 2005
- [2] 이레테크 미니텡사업부, “MINITAB 실무완성”, page 15-25, 2001