

다구찌 방법을 이용한 알루미늄 배선 덕트의 유도노이즈(Noise) 특성에 관한 연구

홍 석 목 * Hong Suk-Muk

박 명 규 ** Park Myung-Kyu

Abstract

A study to analyze and solve problems of multi wire installation duct experiment has presented in this paper. We have taken Taguchi's parameter design approach, specifically orthogonal array, and determined the optimal levels of the selected variables through analysis of the experimental results using S/N ratio.

1. 서론

다구찌 기법(Taguchi Method)은 기계, 화학, 전기·전자 등 산업전반에 걸친 모든 실험계획에 적용시킬 수 있는 최적화 설계 기법이다. 본 연구에서는 품질 문제 해결을 위해 다구찌가 제안한 기본 전략을 알루미늄 재질을 이용한 배선 덕트의 Noise 특성에 대하여 행하고 있는 기존의 실험에 도입하여 직교배열에 의한 실험계획과 S/N비를 바탕으로 한 파라미터 설계(Parameter Design) 방법을 통해 더욱 효율적인 실험이 될 수 있도록 연구하고자 한다.

본 연구에서는 기존의 여러 실험에서 발생하는 문제점을 해결하기 위해 다구찌 기법을 적용하여 대상 실험의 수행시간과 비용을 최소화시키고, 그 분석에 있어서도 기존의 방법보다 더욱 효율적인 최적조건을 도출할 수 있도록 하는 것을 목적으로 하고 있다. 또한, 효율적인 실험의 수행을 위해 본 연구에서는 다음과 같이 3가지로 분류하여 최적조건을 도출에 이용하고자 한다.

(1) 직교 배열표를 사용한 효율적인 실험계획을 통해 기존의 실험횟수 보다 월등히 적은 실험횟수(기존 실험의 8192회 실험을 96회의 실험)를 가지고도 최적조건을 도출할 수 있게 한다.

(2) S/N비를 중심으로 한 통계적 데이터 분석을 사용하여 기존의 데이터 분석방법보다 효율적인 결과를 얻을 수 있게 한다.

(3) 잡음인자(noise factor)들을 실험 내에 포함시켜 기존의 실험에서 얻을 수 없었던 다양한 조건을 도출하여 잡음에 둔감한 인자를 발견해냄으로써 알루미늄 배선 덕트의 Noise 특성을 도출할 수 있게 한다.

2. 실험의 적용환경 구축

2.1 실험의 개요

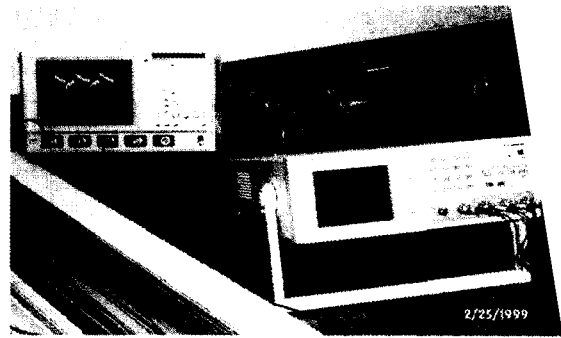
전기설비 기술기준에 의거한 저압 옥내배선 공 사용 덕트 재질은 강판, 알루미늄판, 합성수지판으로 구분한다. 일반적으로 옥내배선 공사에 적용되는 것은 강판 또는 합성수지제의 재질로 구성된 덕트를 사용하며 특히 금속 덕트의 경우 "폭 50mm를 넘고 두께가 1.2mm 이상인 철판 또는 동등 이상의 세기를 가지는 금속제의 것으로 내·외면에는 산화 방지를 위한 아연도금 또는 이와 동등 이상의 효과를 내는 도장을 한 것"이라는 기준을 제시하고 있다.

정보화의 물결과 함께 각종 산업 현장은 물론 교육 및 연구시설 등 다양한 장소에서 전등·동력 회로와 더불어 정보통신 설비 등의 필요성으로 신

설, 중·개축이 요구되어 장소에 따른 라인 설비의 유연한 대처가 경제적인 투자와 함께 견고성, 안전성, 설치 기간의 단축, 외관은 물론 특히 내 노이즈 등의 특성을 보장 할 수 있는 전기 설비의 요구도는 어느 때 보다도 절실하게 느껴지는 현실이다. 이에 기존의 전선을 수납, 원하는 필요 장소까지 전기나 신호를 전달하는 목적으로만 사용되던 금속 또는 합성수지 재질의 덕트가 아닌 다양한 요구도에 부응한 전선 보호관의 개발이 요구되었으며, 전술한 다양한 요구도를 만족하면서 어느 위치에서나 배선기구, 접속 단말기구를 용이하게 설치할 수 있도록 개발된, 다목적 알루미늄 배선덕트의 유도 노이즈를 분석하여 양질의 정보 통신선로로서 활용 될 수 있는 기반을 구축하여 효율성 있게 현장에 적용할 수 있는 자료를 도출하고자 한다.

2.2 실험장치

<그림 1>은 본 실험에 적용된 유도전압 측정을 위한 실험 장치를 나타낸 것으로서 사용된 유도전압 측정 설비는 Digital Storage Oscilloscope와 R L C Bridge 이다.



<그림 1> Digital Oscilloscope & R L C Bridge

부하설비로는 R L C 가변부하기 및 유도전동기를 사용하여 각 조건에 따른 일정전류를 설정하여 스위칭시 Oscilloscope의 단발성 유도전압 파형을 측정하여 컴퓨터를 이용한 출력물을 도출하는 방법을 채택하였다.

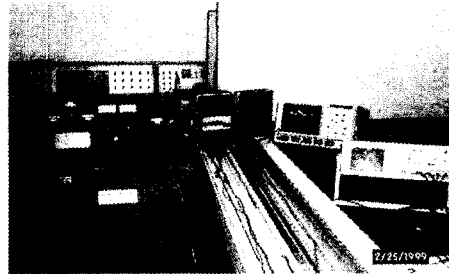
또한, 본 실험에 사용된 실험 장치는 <표 1>과 같으며 <그림 2>는 적용한 실험 장치를 접속하여 실험한 사진이다.

<표 1> Experimental conditions

Description	Specification	Model	Quantity	Remark
Digital stroge scope	200MHz 4Ch	LT-224	1	LeCroy
R L C variable Load	3 Ψ ,220V,3KVA	RLC-81	1	旭日電氣(株),日本
Digital R L C Bridge	L: 10 ⁻⁵ mH~10 ⁵ H C:10 ⁻⁵ PF~10 ⁵ μ F R:10 ⁻⁵ Ω ~10 ⁵ K Ω	EDC-1630	1	ED Eng.
Induction motor	3 Φ 220V, 0.5HP	ASEA	2	ASEA(Sweden)
Electrical measurement set	Multi type		1	System kit
AL duct	단면형		6m	Jin Woo Eng.

2.3 실험재료

<표 2>는 실험에 적용한 알루미늄 배선 덕트를 구성하고 알루미늄 합금 덕트의 구성 재질의 화학 성분 분석표이다



<그림 2> 유도전압 실험장치

재료(단위 : %)

<표 2> 알루미늄 합금 덕트의 구성

성분	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	기타	비고
기준치	0.2-0.60	0.35이하	0.10이하	0.10이하	0.45-0.90	0.10이하	0.10이하	0.10이하	0.15	
분석치	0.43	0.192	0.008	0.028	0.509	0.004	0.011	0.006		

2.4 실험방법

실험에 적용된 알루미늄 배선 덕트는 <표 2>와 같은 화학적 성분의 재료로 구성되어 전자파의 영향을 감소시켜 주는 반사·흡수 성질과, 강철판에 상응하는 강도를 가지며, 부하를 구분(저항부하, 유도부하)하여 ON 스위칭 시간에 전선배열방법, 덕트 상호간 본딩 유무, 수평·수직 설치 방법을 구분한 상황별 유도전압을 오실로스코프를 이

용하여 접속된 유도선에 유도전압을 단발성으로 측정하여 값을 도출하는 방법을 채택하였다.

2.5 직교 배열표에 의한 인자의 배치

유도되는 전압(Noise)값을 측정하기 위하여 7개의 제어인자(A~G)와 3개의 비 제어인자(H~J)를 선택하였으며, 각기 2회의 실험으로 결과 값을 도출하였다. 이와 같은 제어인자와 비 제어인자 각각의 수준은 <표 3>과 같다.

제어인자	수준	
	0	1
A : 덕트의 도장(塗裝)유무	전착도장	비 도장
B : 덕트간 연결부 본딩 유무	본딩	미 본딩
C : 덕트 종단 접지 유무	접지	비 접지
D : 전력선과 유도선간 격벽 구분 유무	격벽 구분	비 구분
E : 전력선 배열방법	꼬임식 배열	직렬배열
F : 덕트 설치 방법	수평	수직
G : 스위치 종류	전자 접촉기	나이프 스위치

비 제어인자	수준	
	0	1
H : 부하 전류	5(A)	2(A)
I : 부하 종류	저항성	유도성
J : 덕트 길이	2m	4m

<표 3> 제어인자와 비 제어인자의 수준

3. 실험결과의 분석

3.1 실험의 설계

S/N비를 이용한 실험결과를 얻기 위하여 $L_{12}(2^7)$ 에 제어인자를 배치하고, $L_4(2^3)$ 에 비 제어인자를 배치하여 각 실험 조건당 2번의 실험을

통하여 표<4>의 데이터 값을 얻었다. 본 실험은 망소 특성에 대한 실험이므로 각 경우에 따른 유도 전압값의 측정과 함께 피 유도체에 미치는 영향이 최소가 되는 제어인자들의 수준을 찾는 것이 목적이다.

<표 4> 제어·비 제어인자의 직교 배열표 및 S/N비(유도전압 최대치 ; Pk 값)

		1				2				3				4				순서 인자
		0				1				0				1				H
		0				1				1				0				I
		0				1				1				0				J
인자 순서	A	B	C	D	E	F	G											S/N비
1	0	0	0	0	0	0	0	6	5	7	7	2	4	6	7		-15.19	
2	0	0	0	0	0	1	1	6	6	5	8	5	3	7	8		-15.85	
3	0	0	1	1	1	0	0	8	7	10	12	8	9	9	8		-18.57	
4	0	1	0	1	1	0	1	8	9	10	10	9	9	12	11		-19.42	
5	0	1	1	1	0	1	1	0	5	7	10	13	10	10	12	13	-20.29	
6	0	1	1	1	0	1	1	12	10	12	15	12	12	11	15		-21.93	
7	1	0	1	1	0	0	1	13	10	16	17	16	17	10	13		-23.09	
8	1	0	1	0	1	1	1	13	18	13	15	16	16	8	10		-22.91	
9	1	0	0	1	1	1	0	13	11	17	13	18	14	17	15		-23.48	
10	1	1	1	0	0	0	0	13	12	13	13	18	18	15	15		-23.40	
11	1	1	0	1	0	1	0	8	7	17	12	16	15	11	12		-22.08	
12	1	1	0	0	1	0	1	13	13	9	10	12	12	17	12		-21.90	

3.2 실험결과의 분석

3.2.1 S/N비 분석

<표 4>로부터 S/N비 분산분석의 결과는 <표 5>과 같다.

요인	SS	ϕ	V	F_0
A	54.66	1	54.66	67.48**
B	8.22	1	8.22	10.15*
C	12.55	1	12.55	15.49*
D	6.80	1	6.80	8.40*
E	2.11	1	2.11	2.60
F	2.06	1	2.06	2.54
G	0.36	1	0.36	0.44
e	3.24	4	0.81	
T	90.69	11		

<표 5> S/N비를 이용한 분산분석표

S/N비에 대한 분산분석 결과, A인자(덕트 도장 유무)는 유도전압에 매우 유의한 영향을 주는 인자임을 알 수 있다. B인자(연결부 분당 유무)와 C인자(접지 유무), D인자(격벽 구분)도 유도전압에 유의한 영향을 주는 인자임을 알 수 있다. E인자(전선 배열)와 F인자는 F검정 상으로는 유의하지

않다고 판단되었으나 F_0 값이 2이상인 것으로 보아 유도전압에 약간의 영향을 미친다고 볼 수 있다. 하지만 G인자(조작스위치)는 유도전압에 아무런 영향을 주지 않음을 알 수 있다. 또한 각 인자의 수준에 대한 평균 S/N비의 값을 분석한 결과, 최적수준은 $A_0B_0C_0D_0E_0F_0$ 임을 알 수 있다.

3.2.2 실험결과 고찰

본 연구에서는 알루미늄 배선덕트의 유도전압(Noise)을 조건에 따라 측정하여 그 값이 최소가 되는 최적 조건을 구하기 위하여 다구찌기법의 적용을 제안하였다. 직교 배열표를 사용하여 실험 횟수를 줄이고, 기존의 실험에서 적용하여 실험하기 어려웠던 부하의 종류에 따른 유도전압 값을 비 제어인자로 사용함으로써 효과적인 실험 결과를 도출해 내기 위한 방법을 연구하였으며 실험 결과를 요약하면 다음과 같다.

제어인자에 대한 S/N비의 분석결과,

① 덕트 도장 유무에 따라 특성치인 유도전압(Noise)값에 미치는 영향이 상당히 크다는 것을 알 수 있었고, 덕트에 전착 도장을 한 경우에 유도전압(Noise)값이 매우 작음을 알 수 있었다.

② 덕트간 연결부 본딩 유무에 따라 특성치인 유도전압(Noise)값에 미치는 영향이 크다는 것을 알 수 있었고, 덕트간 연결부에 본딩을 한 경우에 유도전압(Noise)값이 작음을 알 수 있었다.

③ 덕트의 접지 유무에 따라 특성치인 유도전압(Noise)값에 미치는 영향이 크다는 것을 알 수 있었고, 덕트를 접지한 경우에 유도전압(Noise)값이 작음을 알 수 있었다.

④ 전력 유도선의 격벽 구분의 유무에 따라 특성치인 유도전압(Noise)값에 미치는 영향이 크다는 것을 알 수 있었고, 격벽 구분을 한 경우에 유도전압(Noise)값이 작음을 알 수 있었다.

⑤ 전력선 전선배열에 따라 특성치인 유도전압(Noise)값에 미치는 영향이 크다는 것을 알 수 있었고, 전선배열을 꼬임선으로 한 경우에 유도전압(Noise)값이 작음을 알 수 있었다.

⑥ 덕트의 설치 방향에 따라 특성치인 유도전압(Noise)값에 어느 정도 영향을 미치는 것을 알 수 있었고, 덕트를 수평으로 설치 한 경우에 유도전압(Noise)값이 작음을 알 수 있었다.

⑦ 전력선의 조작스위치의 종류에 따라 특성

치인 유도전압(Noise)값에 아무런 영향을 주지 않음을 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구에 다구찌 기법을 적용한 결과, 적은 실험 횟수로 최적 조건을 도출해 낼 수 있었고 기존의 실험에 적용하기 곤란하였던 비 제어인자의 변화에 둔감한 제어인자의 수준을 찾아낼 수 있었다. 다구찌 기법의 도입으로 기존의 유도전압(Noise) 측정 실험에 대한 실험 계획과 실험 결과 분석의 측면에 있어서 매우 큰 효과와 부수적으로 실험 횟수의 감소로 인한 경제적인 효과도 얻을 수 있었다.

정보통신 설비에 있어 내 노이즈성의 에러율 최소화를 위한 설비를 위해 여러 가지 조건에 대한 검토가 이루어져 양질의 설비가 될 수 있도록 하여야겠으며, 추후 연구로는 양면형 알루미늄 배선덕트에 대한 동일 조건에서의 연구와 무점점 스위칭 회로를 적용한 유도전압(Noise) 특성 확인 및 안정시간 등을 측정하여 분석하고 또한 주파수 대역별 실험, 고전압 적용 실험, 통신선로의 구성 재질별 실험 등 여러 조건하에서 효율적으로 적용될 수 있도록 충분한 노이즈 특성 확인이 요구되며, 다양한 주위 환경에서 유도전압(Noise)을 최소화 할 수 있는 지속적인 연구가 필요하다고 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] 조용욱, 박명규, "다구찌 방법을 이용한 표면거칠기의 최적조건 결정", 공업경영학회지 제21권, 제46집, pp. 221-227, 1998.
- [2] 조용욱, 박명규, "다구찌 방법을 이용한 난연 ABS 사출공정의 최적조건 결정", 안전경영과학회지, 제2권 제2호, pp. 167-176, 2000.
- [3] 조용욱, 박명규, "다구찌 방법을 이용한 β -carotene의 대량생산을 위한 최적환경 조건의 설계", 안전경영과학회지, 제2권제3호, pp. 27-36, 2000.
- [4] 홍석목, 박원규, (주)진우시스템, 중소기업 기술혁신 개발사업 최종보고서 "다목적 및 다변형 배선덕트", 2000
- [5] 홍석목, "다목적·다변형 알루미늄 배선덕트의 Noise 특성에 관한 연구" 산업기술 교육훈련학회 학술발표회, 2000
- [6] Phadke Madhav S., Quality Engineering Using Robust Design, pp. 23-24, 1989.
- [7] Fowlkes, W. Y. and Creveling, C. M., Engineering Methods for Robust Product Design, Addison-Wesley Publishing Company, pp. 33-88, 1995.