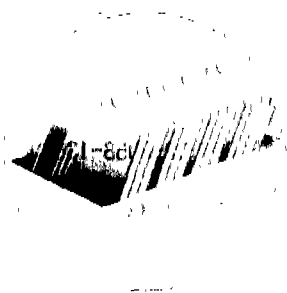


Part
II₂

전선덕트 규격의 표준화와 시공방법

인천기능대학 산학협력처장, 명지대학교 공학박사 홍석목 교수

현재 국가간에 IEC를 통하여 국제적인 표준화를 진행 중에 있으나, 이러한 국가간의 표준화가 완료되기 이전이나 혹은 타국과 다른 특성의 제품을 제조 생산하는 경우에는 이와 관련된 내용을 자국의 기술 범위에서 언급을 하고 있는데 국내에서도 잘 알려진 NEMA VE 1-2002/CSA C22.2 NO. 126,1-02(METAL CABLE TRAY SYSTEMS)와 국내의 연구학문도 소개하여 전기계의 기술인들에게 참고 자료가 될 수 있도록 관련기준 위주로 정리하였다.



- 제1장 서론
- 제2장 국내의 규격 및 기술기준
- 제3장 외국의 규격 및 기술기준
- 제4장 국내의 현행 기술수준
- 제5장 외국의 현행 기술수준
- 제6장 IEC 및 NEC 관련내용
- 제7장 관련분야 및 학계의 연구동향
- 제8장 종합적인 견해

제5장 외국의 현행 기술수준

■ **외국의 규정과 제정에 대하여** = 국제적으로는 전기한 바와 같이 IEC 61084-1(Cable Trunking and Ducting Systems for Electrical Installations)에 근거하고 제작하고 있으며, 영국에는 BS4678 Part4로 근거하며 제조회사로는 MK사 EGA사 CRABTREE사 등이 있다. 볼란서에는 LEGRAND사에서 역시 BS4678 Part4로 근거하여 제품을 생산하여 공급하고 있으며, 미국에서는 NECA ART376과 378을 근거로 HUBBLE사 WIREMOLD사 등이 관련제품을 제조하고 있다.

그러나, 국가간에 IEC를 통하여 국제적으로 표준화가 완료되기 이전이나 혹은 타국과 다른 특성의 제품을 제조 생산하는 경우에는 이와 관련된 내용을 자국의 기술 범위에서 언급을 하고 있는데 국내에서도 잘 알려진 NEMA VE 1-2002/CSA C22.2 NO. 126.1-02(METAL CABLE TRAY SYSTEMS)를 소개 한다면 다음과 같다.

NEMA VE 1-2002/CSA C22.2 NO. 126.1-02(METAL CABLE TRAY SYSTEMS)

Level Harmonization : This Standard uses an IEC format, **but is not based on**, nor is it to be considered equivalent to, **an IEC standard**. This Standard is published as an **equivalent standard**.

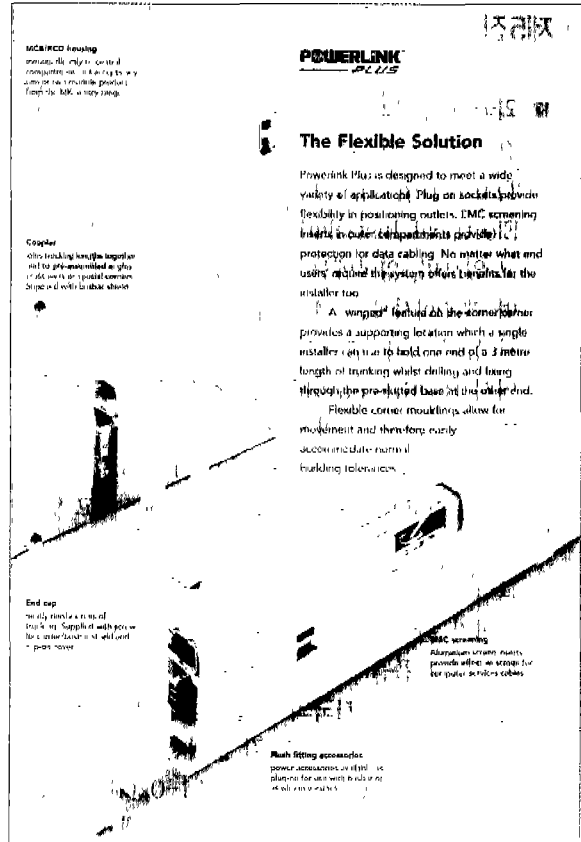
An equivalent standard is a standard that is substantially the same in technical content, except as follows. Technical deviations are allowed for Codes and Governmental

Regulations and those recognized as being in accordance with NAFTA Article 905, for example, because of fundamental, climatic, geographical, technological, or infrastructural factors, scientific justification, or the level of protection that the country considers appropriate. Presentation is to be word for word except for editorial changes.

Reasons for Differences to IEC : The Technical Harmonization Committee identified one IEC standard that addresses electrical cable tray systems included in the scope of this Standard. The THC determined the safe use of electrical cable tray is dependent on the design, performance, and installation of the cable tray system. The **IEC standard does not mention the equipment grounding function of cable tray**, and there are no requirements for corrosion protection at this time. Significant investigation is required to assess safety and system issues that may lead to harmonization of traditional North American electrical cable tray standards with those presently addressed in the known IEC standard. The THC agreed such future investigation might be facilitated by completion of harmonization of the North American standards for electrical cable tray.

■ **외국의 관련 제품과 사례에 대하여** = 최근에는 통신회선의 활발한 사용 증가로 전기회로부터 통신 장애와 유도 노이즈를 차단하고 보호하기 위하여 이에 관한 연구가 여러 방법으로 연구되고 있으며, 또한 이와 관련된 규정이 인용되고

있다. 이와 관련된 규정으로는 앞에서 언급된 바와 같이 EIA/TIA 규정이 있으며 이는 Electronic Industries Association/Telecommunication Industry Association의 약칭이다. 근래에는 통신 산업의 발달과 다양한 통신수단의 증가로 인하여 전기회선의 용도보다 더 많은 회선의 통신이 필요하게 되면서 이를 통합하여 배선하기 위한 방법에 상호 회로간의 이격거리에 제한을 규정하고 있다. 이는 통신회로에 전기유도나 노이즈 유입을 차단하여 양질의 통신신호를 전송하거나 수신하기 위한 목적으로서 영국의 BS4678 Part4의 원조라고 할 수 있는 제조회사 MK에서는 최근에 제작되는 제품에서 합성수지재로 제작하는 경우에는 통신회선을 보호하기 위하여 제품의 내부에 EMC Screening을 알루미늄 재료로 완전 차폐하고 접지를 통하여 전기유도나 노이즈 유입을 차단하는 제품으로 공급하고 있으며, 횡단부에는 Crossover Bridge를 두어 회선간의 접촉과 전기전자적 결합이 차단되도록 제작하고 있다.



제6장 IEC 및 NEC 주요내용

■ IEC의 주요 내용에 대하여 = IEC 61084-1 (International Electrotechnical Commission) (Cable trunking and ducting systems for electrical installations)

- 적용범위 : 본 규격은 전기설비용 도체, 케이블 또는 코드 및 기타 전기설비를 수용하고 필요한 경우 격리하기 위해 설계된 케이블 트렁킹 및 케이블 덕트 설비에 대한 요구사항을 규정한다. 본 규격은 설비 내에 포함된 전선관, 케이블 트레이 및 케이블 래더 등에는 적용하지 않는다.

3.1 케이블 트렁킹 또는 덕트 설비 (Cable trunking and ducting system)

3.1.1 케이블 트렁킹 설비 (Cable trunking system)

절연 도체, 케이블, 코드를 완벽하게 둘러싸거나 기타 전기설비를 수용하기 위해 설계된 밀폐 외함 설비로, 탈착식 덮개가 달린 베이스를 포함한다.

3.1.2 케이블 덕트 설비 (Cable ducting system):

전기 설비에서 절연 도체, 케이블 및 코드를 위한 비원형 단면의 밀폐 외함 설비로

로, 절연 도체, 케이블 및 코드의 인입과 교체가 허용됨.

4. 일반 요구사항 : 트렁킹 및 덕트 설비는 요구되는 경우, 그 내부에 포함된 도체 및 케이블에 대한 확실한 기계적 보호가 보장되도록 설계 및 제조되어야 하며 요구되는 경우, 적절한 전기적 보호를 제공해야 한다.

6. 분류

6.1 재료에 따른 분류

- 6.1.1 금속 트렁킹/덕트
- 6.1.2 절연 재료 트렁킹/덕트
- 6.1.3 복합 재료 트렁킹/덕트

6.2 기계적 특성에 따른 분류

- 6.2.1 기계적 응력에 매우 약한 트렁킹/덕트
- 6.2.2 기계적 응력에 약한 트렁킹/덕트
- 6.2.3 기계적 응력에 중간 정도인 트렁킹/덕트
- 6.2.4 기계적 응력에 강한 트렁킹/덕트
- 6.2.5 기계적 응력에 매우 강한 트렁킹/덕트

6.4 내화성(내연성)에 따른 분류

- 6.4.1 비내화성(화염 전파형) 트렁킹/덕트
- 6.4.2 내화성(비화염 전파형) 트렁킹/덕트

6.5 전기적 특성에 따른 분류

- 6.5.1 전기 연속성이 없는 트렁킹/덕트
- 6.5.2 전기 연속성이 있는 트렁킹/덕트
- 6.5.3 전기 절연성이 없는 트렁킹/덕트
- 6.5.4 전기 절연성이 있는 트렁킹/덕트

9. 구조

9.1 어떠한 표면 또는 모서리도 도체 또는 케이블을 손상해서는 안 된다. 위 요구사항에 대한 적합성은, 필요시 시료를 절단한 후, 절도양검사로 판정한다.

9.2 모든 나사, 스테드 및 기타 조임 장치는 도체 또는 케이블을 손상하지 않도록 설치되어야 한다. 슬롯형 케이블 트렁킹에는 미리 제작된 고정 구멍이 있을 수도 있다. 이와 같은 구멍들은 해당 제2부의 개별규격에 따른다. 기기의 고정을 제공하는 모든 장치는 해당 개별규격의 요구사항에 적합하여야 한다. 트렁킹/덕트에는 회로 격리용 수단이 있을 수 있다. 이와 같은 수단은 트렁킹/덕트 길이 소자에 충분히 고정되어야 한다.

■ NEC의 주요 내용에 대하여 = NEC 2002 (NFPA Inc.)

◎ Article 376 Metal Wireways

Metal Wireways 를 국내에서는 금속덕트로 규정하고 있다. 관련 내용은 전기설비 기술기준 제 207조, 내선규정 제 440절에 금속덕트 배선으로 규정하여 설명하고 있으며 주요 내용은 NEC 의 규정 내용과 유사하다.

376.10 사용장소의 허용 : (1)노출장소, (2)는 (4)항에서 허용하는 은폐 공간 내 설치, (3) 501.4(B)의 1종 2등급 개소, 502.4(B)의 2종 2등급 개소, 504.20의 본질안전 배선을 할 수 있는 위험장소. 습기진 장소에서는 습기진 장소에 사용이 허용된 제품을 사용하여야 한다. (4) 벽을 가로질러 통과시키기 위해 연장되는 것으로 벽을 가로질러 통과하는 부분이 밀폐된 것. 이 경우 양쪽에서 도체를 쉽게 접근할 수 있도록 하여야 한다.

376.10 사용장소의 금지 : (1)물리적 손상을 받을 수 있는 곳. (2)부식성 환경인 장소.

376.22 허용되는 전선수 : 도체규격에 대한 규제는 없으나 덕트의 크기는 전선이나 케이블 등의 절연 또는 피복물을 포함하는 단면적의 총합계가 덕트 내부 단

면적의 20% 이하이어야 한다. 또한 덕트 내에 도체의 허용전류 감소계수는 전류가 흐르는 도체수가 30가닥 이하의 경우는 전류감소 계수를 적용하지 않는다. 단지 그 이상의 도선은 전류감소계수를 적용하여야 한다.

376.23 폴박스 기능 : 폴박스로서의 기능을 할 경우에는 직선형이나 앵글형 폴박스 산출기준을 참조한다.

376.30 수평 수직고정 : 수평설치 지지는 매 1.5m 이내 마다 지지하고, 1.5m를 초과하는 것은 중단과 접속부위를 지지하여야 한다. 긴 구간에 걸쳐 설치되는 것으로 지지간격을 넓게 할 수 있도록 제작된 경우도 지지간격은 3m 이하로 한다. 수직설치 지지간격은 4.5m 이하이어야 하고 지지간격 간에는 1개소의 접속부분만 허용되고 접속은 견고히 하여야 한다.

는 장소. (3)태양의 직사광선 하에서 사용할 수 있도록 표기된 제품 이외의 것. (4)비금속제의 표기된 허용온도보다 높은 온도의 장소. (5)비금속제의 허용하는 온도한계보다 높은 허용온도를 갖고 있는 절연도체가 수용되는 것.

378.22 허용되는 전선수 : 전선이나 케이블 등의 절연 또는 피복물을 포함하는 단면적의 총합계가 내부 단면적의 20% 이하이어야 한다. 허용전류 감소계수는 전류 흐르는 도체수가 30가닥 이하의 경우에도 전류감소 계수를 적용한다.

378.23 폴박스 기능 : 폴박스로서의 기능을 할 경우에는 직선형이나 앵글형 폴박스 산출기준을 참조한다.

378.30 수평 수직고정 : 수평설치 지지간격은 900mm 이하이어야 하고 수직설치 시는 1.2m 이하이어야 한다.

◎ Article 378 Nonmetallic Wireways

Nonmetallic Wireways는 대개가 합성수지제로 합성수지라는 단점 때문에 금속덕트에 비하여 제약조건이 있으며 사용은 다음과 같다.

378.10 사용장소의 허용 : (1)반드시 노출 장소에만 설치할 수 있다. (2)부식성 환경에 사용할 수 있도록 제작된 것만 부식성 환경에서 사용할 수 있다. (3)습기진 장소에 사용할 수 있도록 허가된 제품만 습기진 장소에 사용할 수 있다. (4)벽을 가로질러 통과시키기 위해 연장되는 것으로 벽을 가로질러 통과하는 부분이 밀폐된 것. 이 경우 양쪽에서 도체를 쉽게 접근할 수 있도록 하여야 한다.

378.12 사용장소의 금지 : (1)물리적 손상을 입을 수 있는 장소. (2)504.20에서 허용하는 장소를 제외하는 위험장소로 구분되

제7장 국내의 학문적 연구 내용에 대하여

■ 소개된 학문적 연구에 대하여 = 국내에서는 최근에 여러 방면의 연구 활동이 시작되는 초기 단계로 볼 수 있으며, 다양한 통신 수단의 발달과 함께 전기회선과 통신회선을 통합하여 배선하기 위한 방법을 선호하는 과정에서 상호 회로간의 전기유도나 노이즈 유입을 차단하여 양질의 통신신호를 전송하거나 수신하기 위한 목적으로서 이격거리에 제한을 규정하고 있다. 그러나 외국의 규정과 사례에서 본바와 같이 이격거리를 충분히 유지하기 어렵거나 혹은 이격거리의 유지로 인하여 필요로 하는 전기회선과 통신회선에 비하여 과다하게 큰 규격의 전선덕트를 사용하여야 하는 비경제적인 공사방법을 개선하기 위하여 MK사의 제품에서의 형상과 같이 전기회선과 통신회선 사이에 격리된 차폐장치를 선택할 수 있다.

이는 전선덕트 내부에 EMC Screening을 알루미늄 재료를 사용하여 완전 차폐하고 접지를 통하여 전기유도나 노이즈 유입을 차단하는 제품으로 공급하여 작은 규격의 전선덕트로 통합된 기능을 수행하게 하는 것이며, 이러한 방법이 과연 얼마나 양질의 신호를 유도장애 없이 전송하고 수신할 수 있는가를 분석한 것이다. 지금까지 소개된 논문으로는 :

“다구찌 방법을 이용한 알루미늄 배선덕트의 유도노이즈(Noise) 특성에 관한 연구”, 한국산업경영시스템학회, 춘계학술대회, pp. 97-101, 2001. 홍석묵, 박명규

“다구찌 방법을 이용한 AL 배선덕트의 스위칭 유도노이즈(Noise) 특성에 관한 연구”, 공학박사 학위논문 2002년도 명지대학교 대학원 : 지도교수 박명규 등이 있으며, 아래와 같이 주요 내용을 소개한다.

■ 다구찌 방법을 이용한 AL 배선덕트의 스위칭 유도노이즈 특성에 관한 연구 주요 부분 = (A Study on the Switching Induction Noise Characteristic of AL Wiring Duct Using Taguchi Method)

* 인천기능대학 전기계측제어과 교수 홍석묵
** 명지대학교 산업공학과 교수 박명규

1. 서론

산업기술의 발전에 따라 가전기기에서 산업기기까지 많은 기기가 전자제어 기술을 응용함으로써 고성능화, 다기능화 되어있다. 이와 같은 전자화는 고밀도화, 고조파수화, 고속화를 수반하여 전자기적 장애 (Electro Magnetic Interference ; EMI)의 발생을 최소화 함은 물론, 여러 가지 요인에 의해 침입해 오는 각종 노이즈에 의한 오동작이나 고장을 방지하기 위하여 전자기적감수성(Electro Magnetic Susceptibility ; EMS)을 강화하

여 신뢰성과 안정성을 유지하기 위한 노력을 기울이고 있다. 노이즈의 발생은 스위치나 계전기의 개폐시, 스위칭 전원에서의 파워트랜지스터에 의한 스위칭시 급격한 전압·전류가 변화할때 발생한다. 이에 대응하여 주로 스위치 모드 전원공급장치(Switch Mode Power Supply ; SMPS)를 활용한 스위칭노이즈 저감회로 구성 및 노이즈 예측 등에 관한 연구가 전자파의 양립성 (Electro Magnetic Compatibility ; EMC)과 함께 중점적으로 다루어지고 있다. 그러나 유점점스위칭 회로의 전도노이즈와 관련된 부가 재료인 배선용덕트 (Wiring Duct)의 활용에서 전원선(Power Line)과 신호선(Signal Line)의 병행배선에 따른 스위칭 유도노이즈에 관해서는 아직 많은 연구가 진행되어 있지 않다.

스위칭 유도노이즈 측정은 주변 환경이나 여러 가지 조건에 따라 다양한 결과가 도출될 수 있을 뿐 아니라, 그 영향 또한 정확하게 예측하기 어렵다. 본 연구에서는 출력 결과를 보다 정확하게 분석하여 오동작을 최소화 할 수 있도록 다구찌 방법(Taguchi Method)을 적용하여 특성을 분석하는 방법을 채택하였다.

이에 본 연구에서는 알루미늄 배선덕트를 활용한 배선회로를 대상으로

- 첫째, 실험장치를 이용한 설정된 부하 조건의 스위칭시 발생하는 유도노이즈(잡음)값을 측정하고
- 둘째, 측정된 값으로부터 주위에 영향을 주는 인자를 파악하며,
- 셋째, 인자의 최적수준을 찾기 위해 품질을 손실의 개념으로 파악하여, 이를 정량화 하는데 있어, 설정된 각 조건의 직교배열 실험계획을 이용하여 데이터를 얻고,
- 넷째, 데이터로부터 유도된 신호 대 잡음의 비율(Signal to Noise Ratio ; S/N비)을 사용하여 분석함으로써 유도노이즈 자체

를 통제하거나 제거하기보다는 제품의 품질 특성치가 잡음에 둔감하면서 설계 인자들의 최적조건을 찾는 강건설계 (Robust Design) 방법을 이용하였으며 또한 일정 조건하에서 유도노이즈 값을 측정하여 다구찌의 기본 개념을 적용한 다수의 특성치에 대한 최적 수준 결정을 위한 방법을 개발하여 기본 사례를 활용한 적합성을 분석한다.

2. 실험의 적용환경 구축

2.1 관련이론

노이즈는 저주파 세력이 큰 자연노이즈 (Nature Noise)와 고주파 세력이 큰 인위적 원인에 의한 인공노이즈(Manmade Noise)로 분류되며 보통 주파수 경계값은 10MHz 영역이다.[2]

본 논문에서 다루는 노이즈는 주로 인공노이즈로서 매체를 중심으로 구분된 전도노이즈다. 이것은 점점으로 구성된 스위칭 소자의 불완전 접촉에 의한 채터링 현상 등으로 도전을 변동 및 인덕턴스에 의한 역기전력이 주류이고 일부 복사 노이즈도 포함되어 있다. 노이즈를 발생시키는 노이즈원과 방해를 받는 기기 사이로 전파하는 전도노이즈는 주로 전원선, 신호선, 접지선, 대지와 같은 전송로를 통해 전파하고, 공간노이즈는 직접 공간을 통해 전파한다.

이는 독립적으로 존재 할 뿐 아니라 전파되는 과정에서는 복합적인 노이즈 형태를 나타낼 수 있다.

국제전기기준(National Electrical Code ; NEC)의 구내 통신선로구성 배치관련 기준에 의하면 노출 선로에서 통신선로와 전등회로 또는 전원선간에는 2인치(50.8mm)이상 이격하도록하며, 레이스웨이(Raceway) 회로 설비

는 동일 관내에 전등·전원선로를 통신선로와 병행배치·배선할 수 없고, 단지 통신선로와 격벽을 구분할 경우 0.25인치(6.35mm)이상 이격함을 규정한다.[11] 또한 독일전기기술자협회(Verband Deutscher Elektrotechniker ; VDE)의 통신선로 설비기준(VDE 0815)에서는 통신선로와 주위 전원회로 간에는 10(mm) 이상의 간격을 유지하거나 회로를 구분하는 격벽이 있으면 무관하며,[14] 외장 도체(VDE 0205)의 경우 교차 또는 근거리 이격 및 격벽을 구분하여 설치할 수 있음을 기술하고 있다.[10]

2.2 다구찌 방법론

다구찌는 “실험에 의한 기술 정보의 획득 효율 즉, 최소의 실험횟수에서 최대의 정보를 얻을 수 있는가”의 실험 계획법의 개념에 “제품의 품질이란 제품이 출하된 시점으로부터 품질특성치의 변동과 부작용으로 인하여 사회에 미치는 총 손실이다”. [13]라고 정의하고 있다.

여기서 다구찌는 “사회에 미치는 총 손실”을 더욱 폭 넓게 인식하여 품질을 금액으로 평가하고 있다.

즉 최고의 품질은 사회에 끼친 손실금액이 없으며 나쁜 품질의 제품은 손실금액이 커지게 된다. 이 정의에 바탕을 두고 각 제품에 대한 손실함수(Loss Function)가 정의된다. 다구찌 방법의 주요 관심사는 이 총 손실을 최소화하는 것이다[3,12,13]

본 논문에서는 품질특성치의 분류에서 망소 특성을 적용하였으며 이는 특성치가 작으면 작을수록 좋은 경우로 유도되는 노이즈의 특성치를 적용한다. 망소특성인 경우의 손실함수는 $m=0$ 이고 $L(y)=k(y-0)^2$ 이기 때문에 품질손실 함수는 식 (2.1)과 같으며 [그림 2.1]은 망소특성의 손실함수 그래프이다.

다음호에 계속 >