

국제 건축전기설비기준(IEC60364)의 국내 적용 실태조사

(An Investigation into the Actual Condition of Electrical Equipments Installation and Management for Application to IEC60364 In Korea)

정진수* · 한운기

(Jin-Soo Jung · Woon-Ki Han)

요 약

본 논문에서는 건축물 전기설비의 운용실태를 조사하였으며 기술기준에 준하여 시공된 국내 설비를 IEC60364에 적용할 시 문제점을 검토하였다. 국내 기술기준에 준해 시공된 건축전기설비는 TT계통과 유사하나 건물내 모든 금속도체를 보호도체(PE conductor)에 접합하여 등전위시키는 IEC60364와 차이점이 있다.

따라서 본 논문에서는 국내 건축전기설비 중 IEC60364를 적용하여 시공된 설비에 대한 실태조사를 통해 이해 부족 및 기술기준과 IEC60364의 혼용으로 인한 문제점을 도출하고 해결방안을 제시하고자 한다.

Abstract

In this paper an Investigation into the actual condition of electrical equipments installation & management and check the problem of application to IEC60364 in korea construction by the electrical installation technical regulation. building equipments by the electrical installation technical regulation are almost same TT system but the electrical installation technical regulation does not contact with protective conductor(PE conductor).

This study derive a problem and present the solving method of problem causing does not fully understand of IEC60364, mix electrical installation technical regulation and IEC60364 by the actual condition of electrical equipments installation & management in korea

Key Words : IEC60364, Protective Conductor, Electrical Installation Technical Regulation, TT System, TN System

1. 서 론

산업현장의 감전사고 예방을 위해 우리나라에서 건축시공 및 전기설비를 시공할 때 “전기설비기

술기준” 및 “전기설비기술기준의 판단기준”에 의해 시공하고 법정검사를 실시하였으나[1-2], 1995년 WTO/TBT협정에 따른 국제규격인 IEC60364가 2005년 12월에 전기설비 중 저압설비(공칭전압 AC 1,000[V], DC 1500[V] 이하)에 적용이 가능하다고 고시됨에 따라 현행 국내 전기설비 분야는 국내기준과 IEC(international electrotechnical commission: 국제전기표준회의)기준의 선택적 적용을 가능하게

* 주저자 : 한국전기안전공사 전기안전연구원 연구원
Tel : 031-580-3067, Fax : 031-580-3111

E-mail : mirmir0822@hanmail.net

접수일자 : 2008년 9월 8일

1차심사 : 2008년 9월 16일

심사완료 : 2008년 10월 1일

하고 있으며 향후 IEC기준으로 전환되는 과도기적 상태에 놓여 있다[3]. IEC60364는 DIN(독일 국가규격), BS(영국의 국가규격) 등 유럽국가 위주의 전기설비를 모델로 하여 제정된 것으로 특히, 저압설비에 대하여 IEC에서 규정하고 있는 보호도체 방식 중 TN시스템은 국내에는 적용사례가 적어 이 방식이 본격적으로 현장에 도입될 경우 전기설비의 설계, 시공 및 검사시 많은 혼란이 예상되고 있다. 한 예로 도심지의 대규모 빌딩, 산업현장 등 환경적 문제로 인해 개별적인 접지시공이 곤란한 장소에서는 공통 접지시설이 보편적임에도 불구하고 판단기준 적용시 개별 접지를 원칙으로 하고 있어 현장에서의 공통/개별접지와 관련하여 논란이 야기되고 있다. 또한, 보호도체 방식의 혼용사용으로 인해 기존의 기기외합접지방식은 접지대상물의 접지저항치만을 고려하면 되었으나 IEC에 의한 다양한 보호도체접지 방식(TT, TN, IT)이 현장에 적용될 경우 보호도체 방식의 구분과 이에 따른 대지접지저항(RA), 허용접촉전압, 판단기준에 의한 현행 전기설비와의 차이 등이 예상되는 기술적인 문제점이 산재되어 있으며 문제점은 다음과 같다.

- (1) 변압기로부터 동일한 회로(feeder)에서 접지방식의 혼용사용(TT, TN)이 가능해짐에 따라 서로 상이한 접지방식의 시공 및 검사상의 혼란 발생
- (2) 동일한 전원 변압기에서 인출된 접지방식(TT와 TN)의 혼용문제
국제규격 간에도 이견이 있음(NEMA에서는 혼용사용 금지)
- (3) 개별접지저항만을 고려한 국내 독립접지방식의 경우, 허용접촉전압으로 규정한 IEC의 TT 방식과의 유사성 또는 상이점으로 현장 적용상 문제
- (4) 개별접지저항이 곤란한 건축물 내에서의 국내 연접접지방식의 경우, IEC의 TN-S방식과 유사하나 전원측의 독립/공통접지에 따른 마찰소지가 있음

이외에도 IEC60364를 국내에서 적용하기 위해서는 IEC60364기준에 의한 보호도체방식의 현장적용에 따른 문제점을 보다 면밀히 검토하여 효율적인

산업현장 적용화방안에 대한 구체적이고 실질적인 연구수행이 이루어져야 할 것이다.

따라서 본 논문에서는 국내 건축전기설비 중 IEC60364로 시공된 설비에 대한 실태조사를 통해 전기설비기준기준과 IEC60364의 혼용으로 인한 문제점을 도출하고 해결방안을 제시하고자 한다.

2. 전기설비기술기준과 IEC60364의 접지 시스템 비교

2.1 국내 접지 시스템

국내 접지 시스템은 전기설비기술기준에 의해 운영되고 있으며 접지공사의 종류와 접지저항치 및 전선굵기 등이 정의되어 있다. 전기설비 보호와 계통안정도를 위해 전로에 접지를 시공하는 계통접지와 부하기기의 비충전 노출 도전부(금속부분)에 접지를 시공하는 보호접지(기기접지)로 인축사고 예방 및 전기설비를 보호하고 있다.

계통접지는 고압부에서 저압부로 변성하는 변압기의 저압측 중성점 또는 저압측 1단자에 접지를 시공하여 고압부와 저압부간의 혼촉에 의한 저압측 대지전위 상승을 억제하기 위해 시공하며 절연 불량으로 인해 누전 및 지락발생으로 인해 대지전위 상승을 억제하기 위해 전기설비 외함에 보호접지(기기접지)를 시공하고 있다. 표 1은 국내 접지공사의 구분 및 대상, 표 2는 접지공사별 접지저항치, 표 3은 3중 접지에서의 정격감도전류와 접지저항치와의 관계를 나타내었다.

계통접지는 다시 변압기 중성점의 접지여부에 따라 접지계통과 비접지 계통으로 구분된다. 접지계통은 2차측 전로의 대지전위의 비정상적인 상승을 억제하는 것을 목적으로 변압기 2차측 중성점 또는 1단자를 접지한다. 그러나 인체가 충전부에 접촉하게 되면 폐회로가 형성되어 인체에 치명적인 위험을 초래하게 된다. 이에 반면 대지로부터 절연을 시키는 비접지 계통은 경우 지락사고가 발생되어도 매우 작은 전류가 흐르므로 인체를 감전위험으로 보호하기가 유리하며 계통에 접지를 생략하므로 비용절감 측면에서 장점을 가지고 있다. 그러나 스위칭 동작시

국제 건축전기설비기준(IEC60364)의 국내 적용 실태조사

순간적인 과전압에 의해 모든 전기설비가 파괴되거나 지락사고 발생시 건전상 전위보다 73[%] 상승되고 높은 전류를 수반하여 심각한 문제를 야기할 수 있다.

표 1. 접지공사의 구분
Table 1. Classification of earth connection

| 구분 | 접지공사 종류 | 대 상 |
|------|-------------|----------------------------------|
| 보호접지 | 제 1종 접지공사 | 특고압, 고압용 기계기구의 금속제 외함 |
| 계통접지 | 제 2종 접지공사 | 특·고압, 저압전로를 결합하는 변압기의 중성점 또는 1단자 |
| 보호접지 | 제 3종 접지공사 | 400[V]미만의 저압용 기계기구의 금속제 외함 |
| 보호접지 | 특별 제3종 접지공사 | 400[V]이상의 저압용 기계기구의 금속제 외함 |

표 2. 국내 접지 저항값
Table 2. Resistance value in korea

| 접지공사의 종류 | 접지 저항값 |
|-------------|--|
| 제1종 접지공사 | 10[Ω] |
| 제2종 접지공사 | 변압기의 고압측 또는 특별고압측의 전로의 1선 지락전류의 암페어수로 150(변압기의 고압측전로 또는 사용전압이 35,000[V] 이하의 특별고압측 전로가 저압측 전로와 혼촉하여 저압측 전로의 대지전압이 150[V]를 넘는 경우에 1초를 넘고 2초이내에 자동적으로 고압전로 또는 사용전압이 35,000[V]이하의 특별고압 전로를 차단하는 장치를 설치할 때는 300, 1초 이내에 자동적으로 고압전로 또는 사용전압 35,000[V] 이하의 특별고압 전로를 차단하는 장치를 설치할 때는 600)을 나눈 값과 같은 [Ω]값 |
| 제3종 접지공사 | 100[Ω] |
| 특별 제3종 접지공사 | 10[Ω] |

표 3. 정격감도전류와 접지저항의 관계
Table 3. Relation of resistance & rating sensitivity current

| 정격감도 전류 | 접지저항치 | |
|---------|----------|-------------|
| | 제3종 접지공사 | 특별 제3종 접지공사 |
| 30[mA] | 500[Ω] | 500[Ω] |
| 50[mA] | 300[Ω] | 300[Ω] |
| 100[mA] | 150[Ω] | 150[Ω] |
| 200[mA] | 100[Ω] | 75[Ω] |
| 300[mA] | 100[Ω] | 50[Ω] |
| 500[mA] | 100[Ω] | 30[Ω] |

2.2 IEC60364

IEC는 전기 및 전자기술 분야에서의 표준화와 관련된 모든 문제와 관련하여 국제적 표준화 정립을 위해 1908년 10월에 유럽국가들 중심으로 창설되었으며 현재 스위스 제네바에 본부를 두고 있다. 우리나라의 경우 1963년 IEC에 가입하였다.

분야별로 총 110여개의 TC(technical committee: 기술위원회)가 운영되고 있으며 건축전기설비의 경우 TC64에서 담당하여 운영하고 있으며 IEC60364를 통해 이를 규정하고 있다.

IEC60364의 적용대상은 주택시설, 상업시설, 공공장소, 건축현장 등 대부분의 장소에 적용되고 있으며 전기철도, 선박, 항공기 등에는 적용되지 않는다. IEC60364의 적용범위는 AC 1,000[V] 또는 DC 1,500[V] 이하의 공칭전압에서 공급되는 회로로써 50[Hz], 60[Hz], 400[Hz]를 권장 주파수로 정하고 있다. 본 규격의 목적은 인체 감전에 대한 보호 및 열과 과전류로부터 전기설비를 보호하는 것이다. 인체 감전 보호를 위한 규정은 IEC60364 제4부-41장에 정의되어 있다. 전기설비의 보호 중 열 영향에 대한 보호는 제4부-42장에 규정되어 있으며 과전류에 대한 보호는 제4부-43장에 정의되어 있다. 이외에도 전압 및 전자파 장애, 전기기기 선정 및 시공 및 검사 및 시험에 대해 정의되어 있다.

IEC60364에서 제시하는 접지방식은 TN, TT, IT 방식이 있으며 다음에서 자세하게 설명한다.

2.1.1 접지방식 분류

가. 접지방식

감전, 전기화재 및 낙뢰 등으로부터 인명의 생명과 재산을 지켜주는 접지의 경우 IEC60364에서는 접지방식에 따라 IT, TN, TT 방식으로 분류하고 있으며 각각의 접지방식은 사용 목적 및 용도에 따라 분류하여 사용되고 있다. TN접지방식은 접지를 많이 포설할 수 있는 장소 및 빌딩이 밀집하여 단독접지가 불가능한 장소에 사용되며 국내에서 접지방식과 유사한 TT방식의 경우 산간 또는 수용가와 멀리 떨어져 TN방식으로 시공이 불가능한 지역 및 접지 저항이 매우 낮은 해안가 등에서 사용되고 있고 IT 접지방식은 병원 등 접지 및 전기설비에 대한 시설 및 유지관리가 잘 되고 있는 장소에 사용되고 있다. 이들 접지방식의 공통점은 보호조전극으로 수도관과 가스관을 사용하며 건물내 모든 도전성 금속도체는 접지와 등전위를 한다는 것이다. 표 4는 IEC60364에서 규정하고 있는 접지 계통의 코드를 정의하여 나타내었다.

표 4. 접지 계통 코드 정의
Table 4. Definition of earth system code

| 문자열 | 코드 | 정의 |
|---------|----|---|
| 제 1 문자열 | T | 한점을 대지에 직접 접속 |
| | I | 모든 충전부를 대지(접지)로부터 절연시키거나 임피던스를 삽입하여 한점을 대지에 직접 접속 |
| 제 2 문자열 | T | 계통의 접지와는 무관하며 노출 도전성 부분을 대지로 직접 접속 |
| | N | 노출 도전성 부분을 전력 계통의 접지점(교류의 경우 중성점 또는 중성점이 없을 경우 단상)에 직접 접속 |
| 이후 문자열 | S | 보호 도체의 기능을 중성선 또는 접지측 도체(또는 교류 계통에서는 접지측 상)와 분리된 도체로 실시 |
| | C | 중성선 및 보호 도체의 기능을 한 개의 도체로 겸용(PEN 도체) |

주) 제 1문자열 : 전력 계통과 대지의 관계
제 2문자열 : 설비의 노출 도전성 부분과 대지와의 관계

나. TT(Terre-Terre) 접지 계통

TT 접지계통은 1상의 전원선(L상)과 1상의 중성선(N상)이 수용가로 공급된다. 접지의 경우 독립된 한점을 대지에 직접 접지한다. 전기설비의 노출도전성 부분은 보호도체를 계통접지극과는 별도로 독립 접지를 한다. TT방식은 기존에 국내 전기설비와 매우 유사하지만 PE도체의 활용면에서 차이가 있다. 외국의 경우 과거에는 TT방식을 사용하였으나 현재는 해안가 혹은 TN접지 시공이 어려운 지역에 TT방식을 사용하고 있다. 그림 1은 TT접지방식에 대해 나타내었다.

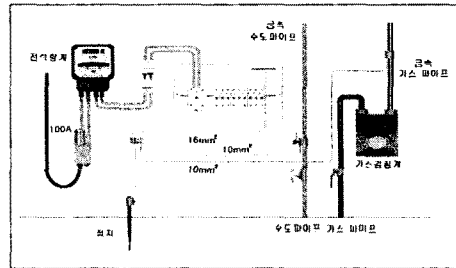


그림 1. TT접지 계통
Fig. 1. TT earth system

다. TN-S(Terre-Neutral-Separate) 접지 계통

TN-S 접지계통은 계통전체에 걸쳐 중성선과 보호도체를 분리하고 접지된 도체와 보호도체를 분리한다. 즉, 계통 전체에 대해 보호 도체를 분리시키는 것을 의미한다. 외국의 경우 일반적으로 TN-S가 사용되는 계통은 TN-C-S로 시공된 접지 계통에서 파생된 접지계통은 TN-C-S로의 계통구성이 불가능하여 TN-S로 시공되고 있다. 또한 그림 2에서 보는

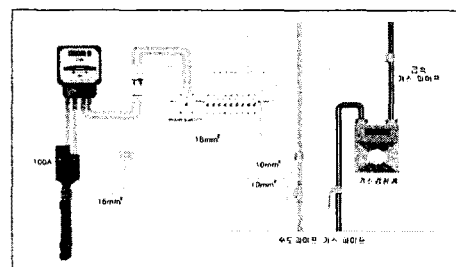


그림 2. TN-S 접지 계통
Fig. 2. TN-S earth system

국제 건축전기설비기준(IEC60364)의 국내 적용 실태조사

바와 같이 L(전원선), N(중성선), PE도체(보호도체)가 수용가로 공급되며 금속성 gas pipe와 water pipe를 접지 도체로 사용하고 있으며 pipe의 굵기 및 위치에 대해 규정하고 있다.

라. TN-C-S(Terre-Neutral-Combined-Separate) 접지 계통

TN-C-S 접지계통은 계통의 일부에서 중성선과 보호도체의 기능을 동일도체로 겸용을 한다. 그림 3에서 보는 바와 같이 L(전원선), N(중성선)이 수용가로 공급되며 안전 확보를 위해 많은 접지를 시공하는 것을 특징으로 한다. 영국의 경우 사고발생시 계통으로의 파급이 우려되어 전기사업자가 수용가의 고압부까지 설비의 시공을 담당하고 있다. 또한 TN-S와 동일하게 금속성 gas pipe와 water pipe를 접지 도체로 사용하고 있으며 pipe의 굵기 및 위치에 대해 규정하고 있다. 그림 3은 TN-C-S 접지 계통에 대해 나타내었다.

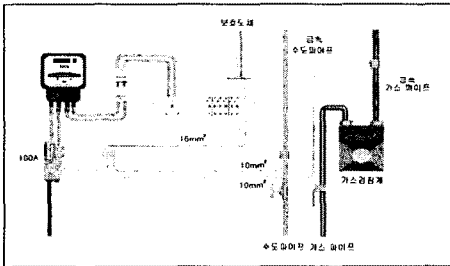


그림 3. TN-C-S 접지 계통
Fig. 3. TN-C-S earth system

3. 국내 건축전기설비 운용현황

국내 건축전기설비에 IEC60364를 기반으로 시공을 하기 위해서는 국내 건축전기설비의 현 실태를 정확하게 살펴볼 필요가 있다고 판단된다. 이에 본 실태조사에서는 기존 기술기준에 기반을 두고 설치된 건축물과 IEC60364에 기반을 두고 설치된 건축물에 대해 실태조사를 실시하였다. 또한 실제로 IEC60364에 기반을 두고 시공 및 검사가 실시되고 있는 국외의 실태조사를 통해 국내에 IEC60364를 도입하여 건축시공부터 검사 및 유지보수 등

IEC60364를 국내에 적용하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

3.1 국내 실태조사

국내실태 조사는 기존 접지공사방법에 의해 시공된 장소 1개소와 IEC60364로 시공된 3개소에 대해 실태조사를 실시하였다. IEC60364로 시공된 2개소는 접지 및 전기설비에 대해 실태조사를 실시하였으며 기존설비와 IEC60364로 설치된 설비 총 2개소는 고장루프임피던스, 차단기 동작 및 PE도체의 연속성 시험 등을 실시하였다.

3.1.1 접지 및 전기설비시공에 대한 실태조사

국내 전기설비의 시공은 대부분 IEC60364에서 제시하고 있는 TT방식과 매우 유사하지만 보호도체의 등전위, 차단기 동작특성 등에서 차이를 나타내고 있다. 이에 실제로 IEC60364를 기반으로 국내에서 시공된 건축물 및 시공 중인 건축물을 대상으로 실태조사를 실시하였다.

3.1.2 IEC60364로 시공된 외국인 학교

외국에서 설계되어 국내에 시공된 용산 외국인학교의 경우 현재 국내접지시공과 차이점이 있는 것으로 확인 되었다. 첫 번째 접지의 등전위화라 할 수 있다. 국내의 경우 접지공사를 시공시 설비별로 1, 2, 3종으로 구분하여 시공을 하고 있다. 그러나 외국인학교의 경우 접지를 모두 공통으로 연결하였다. 두 번째, 국내는 등전위를 하기 위해 도체를 녹여서 접합을 시키고 있으나 이곳의 경우 볼트를 이용하여 도체들간에 접합을 하였다. 그림 4는 접지 시공과 도체간 접합시 모습을 나타내었다. 셋째, 건물내부 단자함, 소화전, 닥트 및 금속관 등 모든 금속도체를 접지선과 연결하여 등전위화 한 것을 확인하였다. 차단기는 국내의 것을 적용하여 IEC60364와 약간의 차이점은 있으나 접지 시스템만을 고려하였을 때 모든 금속도체와 접지를 연결시켜 등전위화한 것은 IEC60364의 TN-S시스템과 동일하다 할 수 있을 것이다. 그림 5는 금속도체의 등전위 모습을 나타내었다.

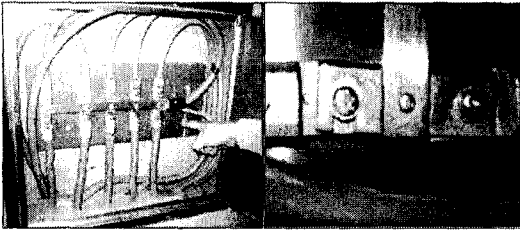


그림 4. 접지 시공 및 접합 모습
Fig. 4. Earth connection & bonding

준으로 할 경우 몇 가지 고려해야 할 것으로 판단된다.

수배전반의 경우 금속도체의 접합을 통한 등전위, 변압기 중성선과 접지선과의 접합 등으로 이루어 보아 TN-S로 시공된 듯 보인다. 그러나 접지저항을 설비별로 1종과 2종으로 구분하여 기존 기술기준과 IEC60364의 도입으로 인한 과도기적 현상으로 인해 시공에 혼선이 발생한 것으로 판단된다. 또한, 병원과 같은 의료시설의 경우 수술중인 환자의 경우 인체가 감전되더라도 적절한 대응을 할 수 없다는 문제점 때문에 특수설비로 구분하고 있으며 이로 인해 TN 및 TT계통으로 배전하여 실제 전기설비를 사용하는 의료실의 경우 절연변압기를 이용하여 안전을 확보하고 있다. 결과적으로 접지 시공시 기존 기술기준과 IEC60364의 혼용을 막고 IEC30634의 정확한 이해를 통해 정확한 시공이 이루어져야 한다.

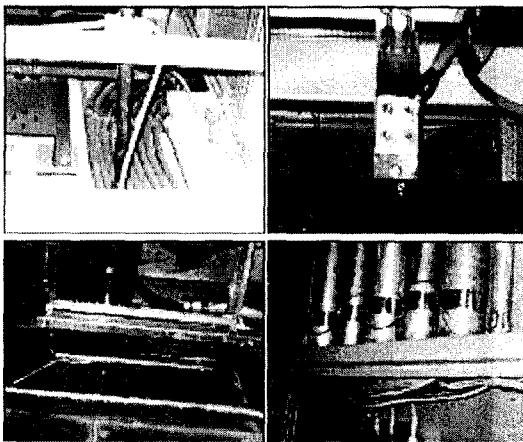


그림 5. 금속도체의 등전위 모습
Fig. 5. Equipotential of electrical conductor

용산 외국인학교가 설립될 당시 국내의 경우 [mm]단위의 케이블 규격이 생산되고 있으나 IEC60364에 준해 [mm²]로 케이블 시공을 하였다.

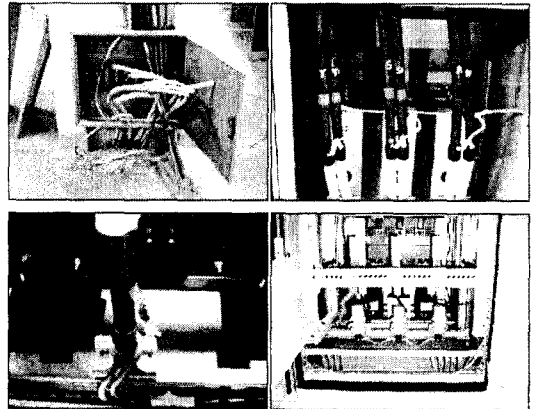


그림 7. 접지시공 모습
Fig. 7. A shape of earth connection

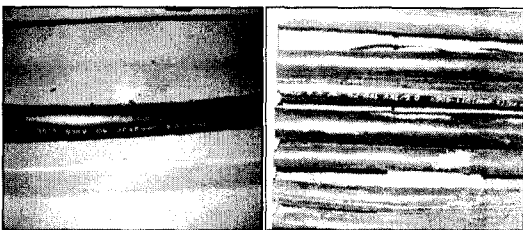


그림 6. IEC60364에 준한 Cable적용
Fig. 6. Application of cable by IEC60364

접지 및 보호도체의 접합적인 측면에서 접지의 접합을 위해 슬리브로 접합을 시킨 후 고열로 가열을 하여 금속도체가 완전하게 접합을 시키는 것을 확인하였다. 그러나 접지 및 매쉬도체는 진동이나 외부의 요인으로 인해 접합부위가 이탈될 위험이 없기 때문에 이와 같이 시공하는 우수한 방법이 아닌 것으로 판단된다. IEC60364에 준하여 시공하는 유럽 국가들의 경우 단지 볼트를 이용하여 금속도체를 접합할 뿐 다른 가공은 하지 않고 있다. 그림 8은 금속

3.1.3 K병원

국내 전기설비 시공이 가장 잘 된 설비중 하나인 병원설비에 대해 실태조사를 한 결과 기술기준에 준해서는 매우 적합하다 할 수 있으나 IEC60364를 기

도체를 가열하여 도체간 접합을 하는 모습을 나타내었다.

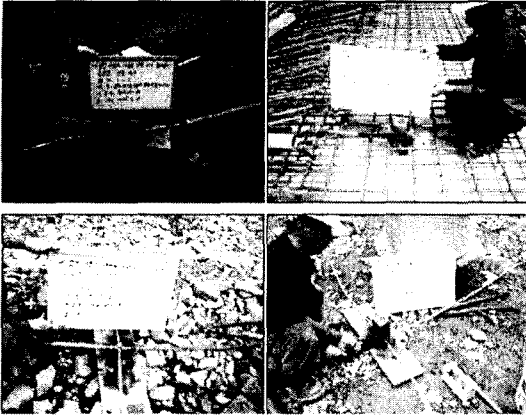


그림 8. 가열을 이용한 도체 접합
Fig. 8. Conductor bonding by heating

4. 결 론

실태조사를 통한 산업현장의 접지방식 적용상의 문제점 및 감전위험성 분석 결과 IEC60364로 시공 한 건물 대부분 접지공사는 국내 기준에 준해 시공되었으며 IEC60364에서는 모든 금속도체는 접지선과 연결하여 등전위 하도록 규정하고 있으나 국내는 아직까지 미흡한 것으로 나타나는 바 보호도체(PE) 연속성시험을 통해 확인해야 할 것으로 판단된다. 결과적으로 국내 전기설비를 시공할 시 IEC60364의 정확한 이해가 부족하여 접지계통에서 제한하고 있는 차단기 사용 및 건물내 설치된 금속도체의 등전위시공과 같은 문제점이 발생하였으며 실태조사 결과를 토대로 앞에서 발생한 문제점이 해소될 경우 산업현장의 감전위험성을 낮출 수 있을 것이라 판단된다.

본 연구는 지식경제부 전력산업기반기금의 지원으로 수행되었습니다.

References

- [1] KS, "IEC60364 건축전기설비 해설서", 한국전기안전공사, 2005, 11.
- [2] KS, "KS C IEC60364", 한국표준협회, 2005, 12.
- [3] 산업자원부, "전기설비 기술기준 및 판단기준", 한국전기안전공사, 2006, 10.

◇ 저자소개 ◇

정진수 (鄭鎭洙)

1976년 9월 12일생. 2003년 명지대학교 전기공학과 졸업. 2005년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 2006년~현재 동대학원 전기공학과 박사과정. 2004년~현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 설비안전연구그룹 연구원.

한운기 (韓雲基)

1973년 6월 20일생. 1997년 목포대학교 전기공학과 졸업. 2001년 성균관대학교 전기공학과 졸업(석사). 2006년~현재 숭실대학교 전기공학과 박사과정. 1998년~현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 설비안전연구그룹 선임연구원.