Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 32, No. 2, pp. 21-26, April 2017
Copyright@2017 by The Korean Society of Safety (pISSN 1738-3803, eISSN 2383-9953) *All right reserved.* *https://doi.org/10.14346/JKOSOS.2017.32.2.21*

이동형 전기기기의 감전재해 특성 및 그 대책

최상원†

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

(2016. 3. 18. 접수 / 2016. 8. 5. 수정 / 2017. 2. 22. 채택)

The Characteristics of Electric Shock Accidents and Their Countermeasures for Portable Electrical Tools

Sang-Won Choi†

Occupational Safety Research Bureau, Occupational Safety and Health Research Institute, KOSHA

(Received March 18, 2016 / Revised August 5, 2016 / Accepted February 22, 2017)

Abstract : According to the data of Korea Occupational Safety and Health Agency, electric shock accidents during recent 11 years exceeded more than 60% in architecture/other and construction work, the countermeasures for safety are required in the harsh environment of a construction site where moving electric machines and equipments are widely used. The establishment of countermeasure for insulation degradation and defect is required, in consideration of increasing trend for accidents caused by defective insulation among low voltage electrical installation each year. The aim of this study is to propose the policy about portable electrical tool standards and/or worker's safety standards for preventing electric shock accidents on safety workings, and is to develop the technology and the safety device to prevent electric shock for accident prevention reduction through experiments. It obtained the followings through this study; statistical data analysis of late about 10 years of electric shock-related industrial accidents analysis and portable electric tools; safety device development of 'device for testing continuous grounding and power shut-down' to prevent electric shock from portable electric tools. Furthermore, developed results and proposal in this study will help to prevent the electric shock accidents from portable electric tools and will be expected the utilization of policy formulation, educational data and field supplement of the safety device, and etc.

Key Words : electric shock/electrical fires, portable electric tool, ground continuity

1. 서 론

전기에너지로 인한 재해는 크게 전기화재 및 감전사고로 발생되는데 과부하에 의한 전기화재의 예방을 위해서는 과부하 차단기, 누설전류에 의한 전기화재 및 감전방지를 위해서는 누전차단기의 설치와 접지시설을 의무화 하고 있다.

접지시설에 관한 기준 및 규정으로는 국내의 산업안전보건기준에 관한 규칙과 전기설비 기술기준 및 판단기준에서 접지의 당위성과 접지설비에 대하여 항상 점검토록 하고 있다. 또한 미국의 연방규정에서는 회로, 장비 및 외함으로부터 시작되는 접지경로는 영구적으로 지속성이 있어야 하고, 사업주는 건설현장에서 작업자가 사용하는 모든 전선, 콘센트, 전선 또는 플러그에 의해 접속된 장비들에 대하여 접지프로그램을 수립하여 실시하도록 규정하고 있으며, 사업주는 접지 프로그램의 내용을 충족하지 못하는 장비를 현장에서 사용하지 못하도록 명시되어 있다[1].

그럼에도 불구하고 최근 10년간의 감전재해분석결과 약 60% 이상의 재해가 소규모 건설업에서, 전기기기의 절연불량에 의한 감전사고가 약 30%를 점유하고 있다. 특히, 건설현장에서 이동형 전기기기・기구에 의한 감전사망자는 전체 감전사망자의 35%를 차지하는 것으로 나타나 이동형 전기기계・기구에서의 전기위험성 감소대책이 절실하다.

또한 최근 15년간 건설업에서 발생한 중대재해 중에서 이동형 전기기기에 의한 감전사망자 67명중 절반 이상이 접지 미실시, 비접지식 콘센트 및 릴, 접지선 이탈과 같은 접지 연속성 불량으로 발생되어, 접지연속성에 대하여 상시 모니터링할 수 있는 기술 및 전원차단으로 연계되는 공학적 안전장치가 필요함을 알 수 있었다.

† Corresponding Author : Sang-Won Choi, Tel : +82-52-7030-850, E-mail : swchoi@kosha.net
Occupational Safety Research Bureau, Occupational Safety and Health Research Institute, 400, Jongga-ro, Jung-gu, Ulsan 44429, Korea

본 논문에서는 이동형 전기기계·기구의 사용실태와 관련기준을 조사하고, 또한 감전재해의 심도 있는 분석을 실시하였다. 아울러 건설현장에서 여름철 감전재해 발생을 증가시키는 휴대용 전기기기를 대상으로 한 감전재해를 근원적으로 예방하기 위한 공학적 대책으로 접지 연속성 확인 및 전원 차단장치를 개발하여 그 특성을 확인하고자 하였다.

2. 이동형 전기기계기구 사용실태 및 관련 규정2-3)

2.1 사용 실태

2.1.1 이동식 발전기

이동식 발전기는 상용전원을 받기 힘든 장소, 전원부족 및 협력사의 전기요금 문제 등으로 사용된다. 이동식 발전기 중에서 중성선을 비접지한 Y결선 저압 발전기와 220 V 전용 단상발전기가 가장 많이 사용되고 있다. 비접지식 이동식 발전기의 경우 자체 발전하여 분전반을 거쳐 사용부하에 전원을 공급하는 형태로 비접지식 저압 발전기를 하나의 분전반에 연결하여 사용하였을 경우, 절연파괴가 발생하여도 귀로(歸路)가 되지 않아 누전이 발생하지 않는다. 따라서 누전차단기는 작동되지 않으므로 감전의 위험성은 매우 높다.

2.1.2 휴대용 접속기구

건설현장에서는 전기설비의 사용위치가 수시로 변함에 따라 휴대용 접속기구의 사용이 매우 빈번하다. 이러한 접속기구는 전기배선과 마찬가지로 접지형 접속기구를 사용해야 함에도 불구하고 비접지형 접속기구를 사용하는 건설현장도 있었다. 휴대용 접속기구의 플러그 및 콘센트는 사용유무와 관계없이 지면에 위치하게 되어 있어 작업자 및 사용 설비 등이 압착, 손상을 주기 쉽다. 휴대용 접속기구의 배선은 사용 자재에 눌려있거나 물체 사이에 끼어있는 상태가 많았다. 또한 접속기구를 사용하지 않는 경우에도 바닥에 그대로 방치하여 손상을 입기 쉬운 상태였다. 콘센트는 기본적으로 접지형 콘센트를 사용하여야 함에도 불구하고, 비접지형 콘센트를 사용하였으며 플러그 역시 비접지형 플러그를 사용하여 누전 및 감전에 대하여 상시 노출되어 있었다. 또한, 플러그의 과도한 접속 및 분리로 인하여 콘센트의 접지극이 구부러진 경우 접지의 효과가 반감될 수 있는 것도 있었다.

2.1.3 휴대용 전기기기

건설현장에서 사용하는 전동기구들은 핸드그라인더, 고속절단기, 용접기 등이 있으며 대규모의 건설현장에서는 기기고장 및 작업자의 감전에 대비하기 위하여 이중 절연된 기구들을 사용하는 반면, 소규모 사업장에서는 그러하지 않는 경우가 다소 있었다. 대규모 건설현장 입구에 휴대용 전기기계·기구에 대한 안전성 검사기기가 있어 이를 확인하여 사용하고 있었고, 소규모 사업장의 경우는 사업장 대부분이 안전성 검사기기가 사용되지 않았으며, 본체 파손 및 코드 불량이 상당수가 발견되었다.

2.2 작업환경 실태

건설현장에서 감전 유해환경을 분석하기 위하여 건설현장에서 종사하는 안전관리자 및 전기기술자를 대상으로 설문조사 및 면담을 실시하였다. 설문지는 소규모 사업장 안전관리자 50명, 대규모 안전관리자 12명으로 총 62명에게 배포하였고, 84%인 52건이 수거되었다. 수거된 설문지 중 소규모 사업장이 40건, 대규모 건설현장의 안전관리자가(최소 50인 이상) 12건이며, 설문 내용 중 이동식 전기기계·기구의 설문조사 내용 및 분석결과는 다음과 같다.

"접지와 누전차단기의 설치 목적에 대하여 알고 있는가"에 대한 각각의 설문에는 대규모와 소규모 사업장에서 90% 이상의 안전관리자가 그 목적을 알고 있다고 답변하였다.

"콘센트 또는 인출 전선에 접지선을 연결하여 사용하고 계십니까?"라는 질문에는 대규모인 경우 "예"가 100%(12명)인 반면, 소규모 사업장에서는 "아니오"가 55%(22명)로 나타났다. 또한 소규모 사업장의 경우 접지의 설치목적은 알고 있으나 그 위험성에 대한 인식이 없고, 전기자격자의 체계적인 관리가 없어 안전의식의 부재로 인해 발생되는 것으로 생각된다.

"누전 및 절연과 관련된 검사를 실시하고 계십니까?"라는 질문에는 소규모 사업장에서 85%(34개소)가 "아니오"라고 대답한 반면, 대규모 건설현장에서 83.3%(10개소)가 "예"라고 대답하였다. 설문조사 결과 접지 및 누전차단기의 설치목적은 알고 있으나, 비접지시설로 인하여 이동형 전기기계·기구와의 연계된 감전 위험성은 모르고 있고 누전 및 절연에 대한 검사를 실시하고 있지 않았다.

"근로자에게 이동형 전기기계·기구의 사용 및 관리에 대한 교육을 실시하고 계십니까"라는 질문에는 소규모 사업장에서 62.5%(25개소)가 "아니오"라고 대답한 반면, 대규모 건설현장에서 91.7%(11개소)가 '예'라고 대답하였다. 최근 10년간 건설현장에서 전기기기 중 이동형 전기기계·기구에서 감전사고가 가장 많이 일어나는 요인임에도 이동형 전기기계·기구에 관한

안전교육 및 관심이 부족한 실정이다.

2.3 안전기준 및 규정

국내의 전기설비 및 안전기준은 산업안전보건기준에 관한 규칙, 전기설비기술기준의 판단기준, 국외 기준은 미국의 미국연방규정(CFR: Code of Federal Regulations)에 수록된 건설업에서의 전기안전기준(Title 29, Subtitle B, Chapter X) 및 일본의 전기설비 기술기준 및 내선규정이 있다. 국내의 경우, 건설현장의 전기시설과 관련해서는 산업안전보건기준에 관한 규칙을 첫째로 하고 있고 추가적으로 전기설비 기술기준 및 판단기준 지침서로는 내선규정에 준하여 안전업무를 담당하고 있다. 산업안전보건기준에 관한 규칙은 기계, 장치 등의 설비에 대해서 안전을 유지하기 위해 구체적으로 규정된 규범이 되는 표준으로서 '제3장 전기로 인한 위험방지'에서 '제1절 전기기계・기구 등으로 인한 위험 방지, 제2절 배선 및 이동전선으로 인한 위험 방지, 제3절 전기 작업에 대한 위험 방지'에 관한 규칙을 다루고 있다. 전기설비기술기준 및 판단기준은 전기공급설비 및 전기사용설비의 안전성능에 대한 구체적인 기술적 사항을 정하는 것을 목적으로 하고 있으며, '제5장 전기사용장소의 시설'에서 옥내의 시설과 옥외의 시설에 대하여 규정하고 있다.

미국연방규정집에 수록된 건설업에서의 전기안전기준은 미국 직업안전 위생관리국(OSHA: Occupational Safety and Health Administration)에서 NEC(NFPA 70)를 바탕으로 한 규정을 수록한 것으로 실질적인 안전기준이 되고 있다. 추가적으로 NSC(National Safety Council: Data Sheet 515) "Temporary electrical wiring for construction sites"에서 건축현장의 임시전기배선에 관한 가이드 안이 제시되어 있으며, 이에 준하여 건설현장에 대한 체계적인 관리를 하고 있다.

일본은 국내의 경우와 매우 유사하며, 주된 법은 노동안전위생법과 전기설비기술기준이 전기사용설비의 안전성능에 대한 구체적인 기술적 사항을 정하는 것을 목적으로 하고 있으며, 추가적인 지침서로는 내선규정이 이를 뒷받침하고 있다.

3. 재해통계 및 분석

3.1 산업재해 통계[4-5)]

3.1.1 일반 현황 분석

최근 17년간에 발생한 산업재해 중에서 감전재해와 사망자 비율에서 감전 재해자는 다소 부침현상은 있으나 꾸준한 감소 추세로 이어지고 있는 점은 다른 선진국에서와의 유사한 경향을 보이고 있다. 사망자 비율은 타 산업, 특히 가장 많은 재해자를 점유하는 건설업에 비해서도 수배 높게 나타나고 붕괴사고보다도 더 높아 전기의 위험성이 아주 높게 나타나고 있다. 감전재해자 대비 사망자 비율은 최근 3년간 증가 추세로 나타났다. 최근 10여 년간 감전형태별 감전 재해자에서 이동형 전기기기기와 같은 누전에 의한 감전재해자가 3번째로 높게 차지하고 있으며, 최근 들어 증가 추세에 있다. 최근 10여 년간 기인물별 감전 재해자에서 이동전기설비 및 이와 관련된 배선, 용접장치 등에서 연간 40~50건씩 감전재해가 발생되고 있다. 최근 10년간 건설업, 제조업에서 전기기계・기구에 대하여 건설업의 경우는 이동형 전기기계・기구에서 발생한 감전사망자의 비율이 51%, 제조업의 경우는 제조장비 및 설비에서 76%의 사망자 비율로 나타났다.

3.1.2 업무상 사고 및 사망사고 재해 분석

2000년부터 2013년까지의 업무상사고 및 사망사고 재해분석 중에서 감전사망자 801명을 분석하였다. 업무상 사고 사망자 중에서 동력 휴대용 공구에 의한 감전 사망자는 약 14%로 나타났다. 고용형태별 감전 사망자는 상용 근로자에서 약 60%, 임시・일용 근로자에서 약 40%를 점유하였다. 재해발생 시점별 감전 사망자는 거의 정규작업 중에 발생하였으며, 기인물별 감전재해자는 전기설비 및 그 부속물에서 발생하였다. 개인보호 장비 착용 대상별 및 안전방호장치 설치 대상별은 착용/비착용, 대상/비대상으로 크게 차이가 나지 않았다. 감전 전압별 사망자는 220 V와 22.9 kV에서 약 68%를 차지하였다. 불안전한 상태별 감전 사망자는 설비자체의 결함(약 48%), 작업절차의 부적절(약 32%), 방호조치의 부적절(약 7%)순으로 나타났으며, 불안전한 행동별 감전 사망자는 거의 설비의 부적절한 사용/관리/절차 미준수에서 나타났다. 동력공구의 불안전한 상태별 사망자(136명)는 설비자체의 결함(약 39%), 방호조치의 부적절(약 18%), 취급상의 위험(약 17%) 순으로 나타났으며, 불안전한 행동별 사망자는 거의 설비의 부적절한 사용/관리/절차 미준수에서 나타났다. 동력용 공구의 개인보호장비 착용대상별 사망자는 거의 비대상에서 나타났으나, 방호장치 설치 대상/비대상에서는 큰 차이점이 없었다.

3.1.3 건설업 중대재해 분석

2001년부터 2014년까지의 건설업에서 발생한 중대재해 중에서 이동형 전기기기에 의한 감전사망자 67명에 대한 중대재해보고서를 세부분석하였다. 최근 10년

간 이동형 전기기기에서의 감전재해 전체 사망률은 15%로 나타나는데 반해 이동형 전기기기에서의 감전 사망률은 21%로 높게 나타났다. 또한 전체 감전사망자(164명) 중에 이동형 전기기기에 의한 사망자(57명) 비율은 35%를 점유하는 것으로 나타났다. 감전재해 사망자는 절단기, 양수기에서 가장 많이 발생하였다. 월별 감전 사망자는 7, 8, 9월에서 전체의 약 80%가 발생되어 여름철 감전재해의 주된 기인물이 이동형 전기기계·기구이었음을 확인할 수 있었다. 재해 원인별 감전 사망자는 기기절연 불량으로 인한 누전이 47%로, 또한 누전차단기 미설치 및 접지 미실시가 높게 나타났다. 특히, 접지 연속성 불량으로 인한 감전 사망자도 7건이나 발생되었다. 전압별 감전 사망자는 약 70% 이상이 220 V에서 발생되었다. 작업별 및 작업형태별 감전 사망자는 대부분 작업 중에 발생되었다.

4. 접지 연속성 확인 및 전원차단 장치

4.1 공학적 감전방지 장치의 필요성

실태조사를 통하여 소규모 건설현장에서 특히, 여름철에 감전재해를 증가시킬 위험요인에 대한 대책이 필요함을 확인하였다. 이들은 플러그 또는 리셉터클(콘센트)에서 접지선의 이탈(특히, 이동형 전기기기)로 인한 감전 방지 대책, 외함접지 미실시(특히, 습한/수중장소)에 따른 대책, 작은 누설전류라도 차단/감도전류 하향 조정 등 수중/습윤장소에서의 감전대책, 접지선 단절/비접지용 전선사용 방지 대책, 누전차단기 미설치(일반 과부하 차단기만 부착), 작동불량의 대책, 전선의 피복 벗겨짐/손상/노화/열화 대책, 누전차단기 미설치로 인한 점검/작업 중 충전부(누전포함) 접촉 방지 대책들이다[6-7].

위와 같은 위험요인으로부터 감전방지를 위한 공학적, 근원적 대책으로 여러 가지 방법이 고려되었으나 그중에서 접지의 연속성 확인 및 유지가 감전방지를 위한 최대 관건이라는 것을 확인하였다.

4.2 접지 연속성 확인 및 전원차단 장치

4.2.1 장치 구성 및 기능

국내외적으로 접지 연속성을 확인하기 위한 관련 기술이나 장치 및 누전차단기의 동작특성을 검토한 결과, 기존 접지연속성을 확인하기 위하여 고가/복잡한 계측기를 사용하거나, 플러그 형태의 확인 장치는 전기기기가 동작 중에는 사용할 수 없고, 탱크로리 등 이동형 설비에서 정전기 방전을 위한 접지 및 그 연속성 확인 장치는 고정형 전기설비에 사용하는 데는 고가이고, 그 크기가 대형으로 휴대하기가 불가함을 알 수 있었다.

이들 단점을 개량 또는 극복하기 위해서, 특히 이동형 전기기계·기구로 부터의 감전방지를 위하여 항상 휴대가 가능하도록 소형화하는 기술, 접지 불연속일 경우 전원 차단뿐만 아니라 전원투입 자체를 방지하는 기술, 기존의 과부하 차단기 또는 누전차단기와의 병합/일체화하는 기술이 필요하다는 것을 도출하였다.

개발목표로는 이동형 전기기계·기구 등 전기설비와 전원선의 접지와의 불연속성을 상시 감지하여 접지의 연속성이 이루어지지 않으면 이동형 전기기계·기구로의 전원 투입이 불가능하게 하거나 사용 중이더라도 접지 불연속 상태가 인지되는 경우에는 전원이 자동적으로 차단되도록 하여 근로자를 감전으로부터 근원적으로 방지하며, 누전차단기/과부차단기와의 병용하기 위한 기술의 효율을 도모화 하여 감전 재해를 근원적으로 예방하는데 기여하는 것으로 하였다.

주요 특징으로는 이동형 전기기계·기구와 전원선의 접지와의 불연속성을 감지하여 접지의 연속성이 되지 않으면 이동형 전기기계·기구로의 전원 투입이 불가능 하도록 하는 기능, 전기기기 사용 중에 접지선의 이탈 등 접지 불연속 상태가 되면 전기설비 전원을 차단해 주는 기능, 블루투스 무선통신장치 및 스마트폰 어플리케이션의 조합 구성으로 이동형 전기기계의 무접지, 누전, 역상 등의 상태를 스마트폰으로 확인하는 기능, 기존의 휴대용/고정용 누전 차단기/과부하 차단기와의 혼용이 가능하도록 하는 기능으로 구성하였다.

4.2.2 개발품의 회로 및 작동원리

Fig. 1은 스마트폰 융합 접지 연속성 확인 및 전원차단장치의 외형사진을 나타낸 것이다.

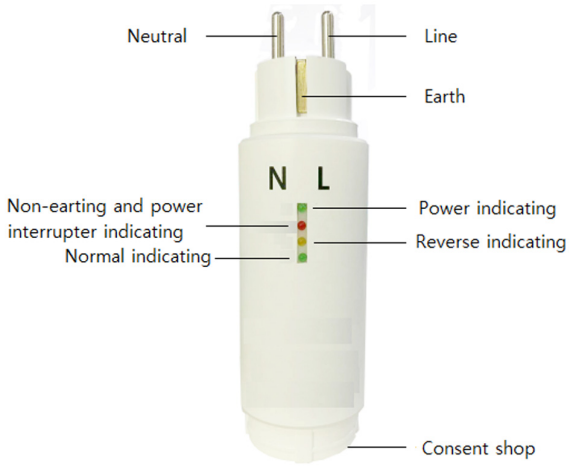

Fig. 1. External photo of testing continuous grounding and power shut-down.

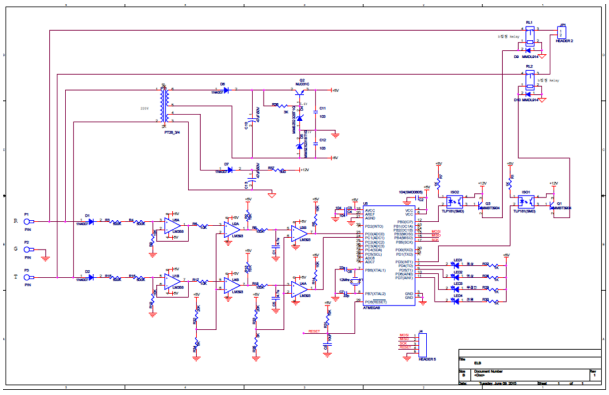

Fig. 2. Circuit of device for testing continuous grounding and power shut-down.

Fig. 2는 스마트폰 융합 접지 연속성 확인 및 전원차단장치의 회로도를 나타낸 것이다.

작동 원리는 입력전원 AC 220 V를 받아 직류 ± 5 V로 변환하여(트랜스, 정류회로 등) 반도체 소자 등 전자회로에 전원을 공급한다. 전원선의 정상상태(정상분, 역상분)를 판별(정상, 역상, 전원)하는 회로, 무접지(접지연속성)를 검지해 내는 회로 및 이들의 상태를 표시등(LED)을 통하여 발광토록 한다. 무접지(접지연속성) 상태에서는 입력전원이 투입되지 않도록 방지회로를 통하여 통제한다(전기기기 전원 투입 전). 무접지(접지연속성) 상태인 경우 릴레이를 통하여 입력전원(220 V)을 차단하도록 한다(전기기기 사용 중). 정상상태로 복귀하는 기능을 지닌다. 부가적으로 기존의 휴대용 누전차단기와 병용할 수 있도록 구성되었으며, 상기의 기능을 휴대폰에서도 확인할 수 있다.

4.2.3 성능 실험

최종 개발된 스마트폰 융합 접지 연속성 확인 및 전원차단장치를 접지연속성의 반복실험 및 문제점 개선을 위하여 안드로이드용 휴대폰 10대에 시제품 10대를 탑재하여 실내외의 여러 환경에서의 실증 실험을 진행하여 그 성능을 입증하고자 하였다.

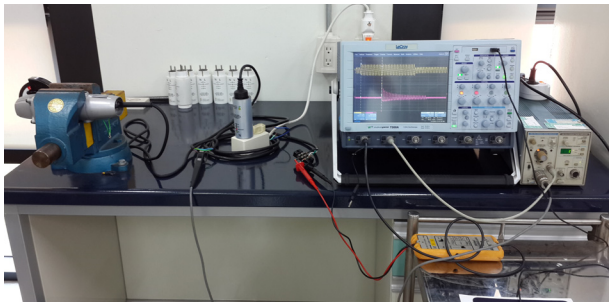

Fig. 3. Photo of experimental set-up.

Fig. 3은 실험실 내에서의 동작확인을 위한 실험장치의 구성 사진을 나타낸 것이다. 실험구성은 접지 연속성 확인장치에 휴대용 디스크 그라인더(국내 K사, 단상, 220 V, 50/60 Hz, 570 W)를 접속하였다. 그런 후 접지선이 연결될 때와 떨어질 때에 오실로스코프(Lecroy사, Wavepro 7300A. 3 GHz) 이용하여 동작시간을 측정하였다.

측정방법은 접지 연속성 확인 및 전원차단장치가 단상 3선식(전원, 중선선, 접지선)에서 각 선간 전압이 차이가 있다는 검지하는 원리이기 때문에 접지선과 전원선의 전압을 측정(상부 파형)하고 이때의 디스크 그라인더의 동작 전류를 확인(하부 파형)하여 그 차이를 측정하였다.

Fig. 4는 접지선이 떨어 진후 전원이 차단될 때까지의 시간을 측정한 것(그림 우측 하단부의 ΔX)으로 그 값은 125.16 ms로 측정되었다.

또한, Fig 5는 접지선의 연결 시점부터 전원이 복귀

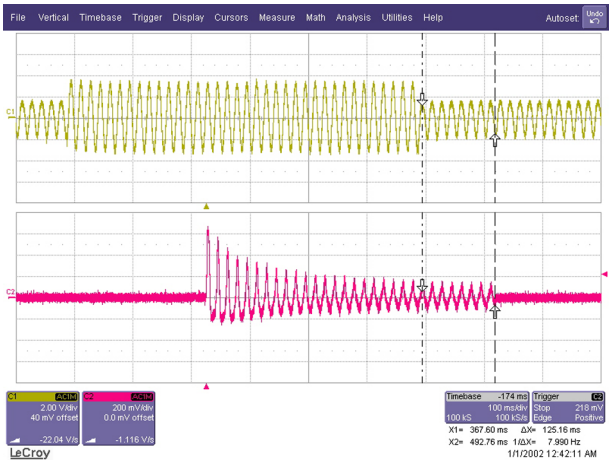

Fig. 4. Time difference of power-off.

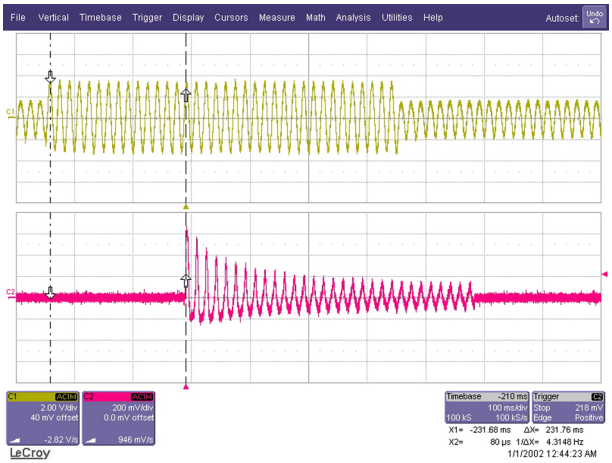

Fig. 5. Time difference of power-on.

될 때까지의 시간을 측정한 것(역시 그림 우측 하단부의 ΔX)으로 그 값은 231.76 ms로 측정되었다. Fig. 4에서 측정한 값보다 큰 이유는 인덕턴스 부하이기 때문에 전류 지연현상에 기인하는 것이다.

Fig. 6은 원격으로 접지연속성 상태를 확인하기 위한 것으로 휴대폰에 전송되는 상태를 대기모드와 4가지 실행모드(무접지, 누전, 정상, 역상)를 나타낸 것이다.

(a) Stand-by (b) On operating

Fig. 6. Operating mode.

5. 결 론

본 논문에서는 건설현장의 이동형 전기기계·기구의 사용실태와 관련기준을 조사하였다. 또한 산업재해의 심도 있는 분석을 통하여 특히, 건설현장에서 여름철 감전재해 발생을 증가시키는 휴대용 전기기기를 대상으로 한 감전재해를 근원적으로 예방하기 위한 공학적 대책으로 접지 연속성 확인 및 전원 차단장치를 개발하여 그 특성을 확인하고자 하였다. 그 결과를 요약하면 아래와 같다.

건설업 중대재해 분석으로부터 이동형 전기기기에서의 감전재해 전체 사망률은 15%로 나타나는데 반해 이동형 전기기기에서의 감전 사망률은 21%로 높게 나타났다. 감전재해 사망자는 절단기, 양수기에서 가장 많이 발생하였고, 월별 감전 사망자는 7, 8, 9월에서 전체의 약 80%가 발생되었다. 여름철 감전재해의 주된 기인물로는 재해 원인별 감전 사망자는 기기절연 불량으로 인한 누전이 47%로, 또한 누전차단기 미설치 및 접지 미실시가 높게 나타났다. 전압별 감전 사망자는 약 70% 이상이 220 V에서 발생, 작업별 및 작업형태별 감전 사망자는 대부분 작업 중에 발생되었다.

'접지 연속성 확인 및 전원 차단장치'는 이동형 전기기계·기구 등으로부터 접지 연속성을 상시 확인하여 접지선의 이탈/단선으로부터 발생할 수 있는 감전위험성을 미리 감지한다. 접지 불연속일 때 전기기기의 입력 전원을 차단케 함으로서 누전의 조기감지 및 전원의 사전조치를 취함으로서 감전재해감소 예방에 크게 기여될 것으로 판단된다. 아울러 산업안전보건기준에 관한 규칙 제304조(누전차단기에 의한 감전방지)와 관련하여 '접지 불연속 시에 전원의 투입방지 및 차단 장치를 병용하거나 또는 그러한 기능이 부가된 전기기계·기구'라는 기술적 내용을 추가하여 감전방지 기능을 다양화 할 필요가 있다.

References

1) 1910 Subpart P - Hand and Portable Powered Tools and Other Hand-Held Equipment, OHSA
2) D.-H Kim, D.-K Hwang, S.-Chul Kim, S.-U Kang, S.-W Choi, "Analysis of Electrical Equipment and Work Environment for Domestic Small-Scale Construction Site", Vol. 29, No. 4, pp. 42-47, Journal of the Korean Society of Safety, August 2014.
3) S.-W Choi, D.-H Kim, Research on the Prevention of Electric Shock Accident - II, 2013-OSHRI-954, pp. 55-76, Occupational Safety and Health Research Institute, 2013.
4) S. -W. Choi, C. -B. Chang and J. -T. Kim, Research on the Hazard of Electric Shock for Portable Electrical Tools, 2015-OSHRI-1170, 2015.
5) Analysis of Industrial Accidents, Occupational Safety and Health Research Institute, http://www.kosha.or.kr
6) A Study on the Hazard of Electric Shock for Portable Electrical Tools, Korea Electrical Safety Corporation, 2000.
7) IEC 60745-1, Hand-held Motor-operated Electric tools - Safety - Part 1: General requirements, 2006.