

국제표준(IEC 60364-4-41) 도입에 대한 감전보호 개선연구

김준택, 김한수, 이강희, 이금환, 신기현, 이효진
대한전기협회

The Improvement of Protection against Electric Shock to Introduced International Standards(IEC 60364-4-41)

Jun-Taek Kim, Han-Su Kim, Kang-Hee Lee, Geum-Hwan Lee, Ki-Hyun Shin, Hyo-Jin Lee
Korea Electric Association

Abstract - 기술기준의 선진화 및 국제표준화가 요구됨에 따라 현행 기준과 규정 등에 국제표준(IEC)을 도입하여 적용하고 있다. 감전보호 관련 국제표준인 IEC 60364-4-41(감전에 대한 보호), IEC 60479(인체와 가축에 대한 전류의 영향), IEC 61140(감전보호), IEC 61201(규약 접촉 전압 한계의 이용)는 이미 국내에 도입되어 전기설비에 적용되고 있다. 감전보호 관련 국제표준(IEC)에서 이론적 개념과 실험데이터를 종합적으로 정리하여 설비에 적용할 수 있도록 규정을 하고 있는 표준이 IEC 60364-4-41이다. 이러한 IEC 60364-4-41은 국내표준과의 차이점 등으로 인해 현장에서 사용하는데 많은 어려움이 있다. 따라서 IEC 60364-4-41의 원활한 적용을 위해서는 이러한 문제점 및 해결책을 파악하고, 필요한 개선사항 등을 연구할 필요가 있다.

1. 서 론

감전사고는 사람의 생명과 재산에 직접 또는 간접적으로 피해를 줄 수 있는 위험을 내포하고 있기 때문에 사전에 사고가 발생하지 않도록 보호대책이 필요하다. 이를 위해서는 감전 관련 실험과 통계적 데이터를 토대로 일반화된 이론 개념을 적용하여 전기설비에 대해서 정상상태 또는 고장상태로부터 발생할 수 있는 감전사고에 대해 보호될 수 있는 구체적인 시설방법이 필요하다. 감전보호와 관련하여 대표적인 국제표준으로는 IEC 60364-4-41(감전에 대한 보호), IEC 60479(인체와 가축에 대한 전류의 영향), IEC 61140(감전보호), IEC 61201(규약 접촉전압 한계의 이용) 등이 있으며, 이 표준들은 현재 국내에 도입이 되어 적용 중에 있다. 특히 IEC 60364-4-41은 인체와 가축의 보호에 적용되는 기본원칙과 요건을 제공하는 IEC 61140에 기초하여 만들어진 표준이다. 이처럼 IEC 60364-4-41은 감전에 대한 이론적 개념을 바탕으로 실질적으로 전기설비에 적용하는 감전에 대한 보호대책을 규정하고 있다. 따라서 전기설비에 대한 감전보호를 위해서는 IEC 60364-4-41에서 규정하고 있는 보호대책 방법을 적용하는 것이 필요하다. 다만, 원활한 국제표준의 적용을 위해서는 국제표준 적용 시 국내표준과의 차이점 등으로 인해 현장에서 발생하는 문제점을 해결할 필요가 있다. 본 논문에서는 IEC 60364-4-41의 도입과 함께 원활한 적용을 위하여 필요한 개선사항을 조사하여 국내실정에 적합한 감전보호가 이루어 질 수 있도록 필요한 개선사항을 제시하였다.

2. 본 론

2.1 감전보호 관련 국제표준(IEC)

2.1.1 감전보호 현황

IEC 60479, IEC 61140, IEC 61201 등의 국제표준은 감전보호와 관련된 다양한 실험 및 데이터를 통한 근거를 가지고 규정된 이론적인 개념 사항을 제공하고 있다. 이러한 감전보호 관련 기본개념사항들은 감전해해를 사전에 방지하기 위하여 반드시 필요하며, IEC 60364-4-41은 위의 표준들의 기본개념을 기초로 이루어진 규정으로서 실제 전기설비에 적용하는 사항이다.

<표 1> 감전보호 적용범위

| 표준명 | 적용범위 |
|----------------|---|
| IEC 60364-4-41 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 전기설비에 적용하는 감전에 대한 보호를 기본적으로 규정 <ul style="list-style-type: none"> - 기본보호(직접접촉에 대한 보호)와 고장보호(간접접촉에 대한 보호)를 포함하는 감전보호에 관한 필수적인 보호방법 |

| 표준명 | 적용범위 |
|----------------|---|
| IEC 60364-4-41 | <ul style="list-style-type: none"> - 외부영향들과 관련된 요건의 적용과 협조 <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요 인용사항은 인체와 가축의 보호에 적용하는 기본적인 안전표준인 IEC 61140에 기초 ■ IEC 60364-7부(특수설비 또는 특수장소)에서 각 표준의 특성에 따라 그 설비에 해당하는 감전보호대책을 적용할 수 있도록 많은 부분이 IEC 60364-7부에 인용 |
| IEC 60479 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 인체 및 가축에 대한 전류의 영향에 대해 규정 ■ IEC 60364 등에 감전보호에 대한 기본원칙을 제공 ■ 전기적 안전요건을 설정하기 위해 사용되는 전류의 영향(인체와 가축)에 관한 기본지침을 제공 ■ 임상실험에 의한 통계적 정보뿐만 아니라 동물실험을 통한 데이터에도 기초 |
| IEC 61140 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 인체 및 가축을 감전으로부터 보호하기 위하여 적용 ■ 전기시스템, 전기설비, 전기기기의 공통사항 또는 절연협조에 필요한 기본원칙 및 기본요건을 규정 ■ 전압에 상관없이 전기설비, 전기시스템 및 전기기기에 대해 규정 ■ 이 표준에서 규정하는 요구사항은 관련 표준에서 포함을 하거나 인용을 하는 경우(IEC 60364-4-41, IEC 60479 등)에만 적용하며, 단독 표준으로 적용되는 것은 의도하지 않음 |
| IEC 61201 | <ul style="list-style-type: none"> ■ IEC 60479-5에서 규정하는 접촉전압한계에 대한 일반적인 사항을 제공하는 목적 ■ IEC 60479-5를 기초로 통전경로별 접촉면적과 생리반응에 대한 접촉전압 제한값 규정(단일고장일 경우 건조 상태에서 한계전압) ■ 인체전류의 생리학적 영향에 대한 한계 및 인체 임피던스 관련 접촉전압 제한 값은 IEC 60479-1에서 규정하고 있는 사항을 적용 |

2.1.2 IEC 60364-4-41 세부사항

IEC 60364-4-41에서는 정상상태에서의 보호(기본보호 : 직접접촉보호)와 고장상태에서의 보호(고장보호 : 간접접촉보호)를 포함하여 감전보호에 대한 필수요건을 구체적으로 규정하고 있으며, 특정 경우에 있어서의 추가적인 보호의 적용을 위한 요건도 규정하고 있다. 또한, 감전에 대한 보호대책으로 표 2와 같이 5가지 보호대책 중 하나 또는 하나 이상의 보호대책을 외부영향에 대한 조건과 고려하여 적절하게 적용하도록 규정하고 있다.

<표 2> 감전에 대한 보호대책

| 종류 | 보호대책방법 |
|----------|---|
| 전원의 자동차단 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 충전부의 기본절연, 격벽이나 외함에 의해 제공(기본보호) ■ 보호등전위본딩 및 자동차단에 의해 제공(고장보호) ■ 접지계통에서의 보호방식(TN 계통, TT 계통, IT 계통) |

| 종류 | 보호대책방법 |
|--------------|--|
| 이중절연 또는 강화절연 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 기본절연 및 고장절연에 의해 제공 ■ 기본 및 고장보호는 충전부와 접근 가능한 부분의 강화절연에 의해 제공 ■ IEC 60364 제7부에 대한 몇 가지 제한 이외의 모든 사항에 적용 가능 |
| 전기적 분리 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 충전부의 기본절연, 격벽이나 외함에 의해 제공(기본보호) ■ 분리된 회로를 다른 회로와 대지로부터 단순히 분리함으로써 제공 |
| SELV와 PELV | <ul style="list-style-type: none"> ■ 충전부와 다른 SELV 또는 PELV 회로 사이의 기본절연 ■ 이중절연 또는 강화절연 또는 최고전압에 대한 기본절연과 보호차폐에 의한 SELV 또는 PELV 이외의 회로들의 충전부로부터 보호분리 |
| 추가적 보호 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 설비의 고장(기본보호, 고장보호) 또는 사용자 부주의에 의한 설비의 고장이 발생한 경우(누전차단기에 의한 보호) ■ 보조 보호등전위본딩은 고장보호에 대한 추가적인 보호 |

2.2 감전보호 관련 전기설비기술기준

전기설비기술기준 제2조(안전원칙)에서는 전기설비는 감전, 화재 그 밖에 사람에게 피해를 주거나 물건에 손상을 줄 우려가 없도록 시설을 하도록 가장 기본적인 안전원칙을 규정하고 있다. 또한, 다음 표 3과 같이 기술기준 및 판단기준 등에서 감전보호를 위한 세부적인 시설방법으로 전로의 절연, 지락차단, 접지 등에 대한 규정을 하고 있다.

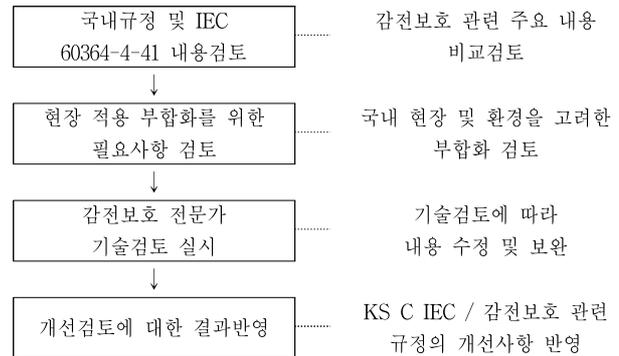
〈표 3〉 기술기준 및 판단기준

| 구분 | 감전보호 방법 |
|-------------------------------------|---|
| 기술기준 제5조 (전로의 절연) | <ul style="list-style-type: none"> ■ 전로는 대지에서 절연시키는 것을 기본으로, 절연성능은 사고에 대비하여 절연 파괴에 의한 위험이 없게 시설 |
| 기술기준 제14조 (지락에 대한 보호) | <ul style="list-style-type: none"> ■ 전로에 지락 발생 시 전선 또는 전기기계기구에 감전, 손상, 화재가 발생하지 않게 지락에 대해 보호하는 차단기를 시설, 그 밖에 적절한 조치 시설 |
| 판단기준 제18조 (접지공사의 종류) | <ul style="list-style-type: none"> ■ 감전 등에 따른 위험방지를 목적으로 접지공사를 분류하며 이 분류에 따라 규정된 접지저항 값 이하를 유지 |
| 판단기준 제27조 (전로의 중성점의 접지) | <ul style="list-style-type: none"> ■ 전로에서 보호장치의 동작을 확보하고, 고장이 발생하였을 때 이상전압을 억제하거나 대지전압의 전위차에 의하여 사람이나 동물 또는 다른 시설물에 위험이 없게 시설 |
| 판단기준 제41조 (지락차단장치 등의 시설) | <ul style="list-style-type: none"> ■ 사용전압이 60V를 초과하는 금속제 외함을 갖는 저압기계기구로 사람이 쉽게 접촉할 가능성이 있는 장소에 시설하는 것에 전기를 공급하는 전로에는 지락이 발생하였을 때 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설 |
| 판단기준 제170조 (옥내에 시설하는 저압용의 배선기구의 시설) | <ul style="list-style-type: none"> ■ 옥내에 시설하는 저압용의 배선기구는 충전 부분이 노출되지 않게 시설. 다만, 취급자 이외의 사람이 출입하지 못하도록 시설한 장소에서는 예외 |

2.3 국제표준(IEC) 도입에 대한 감전보호 개선절차

IEC 60364-4-41 도입에 따라 이를 국내 현장 등의 전기설비에 원활하게 적용하기 위해서는 사용상의 문제점 및 현장 등에서 발생하는 고충 등을 우선적으로 파악하고, 이러한 사항을 해결하기 위한 개선방안을 모색하는 것이 필요하다. 따라서 다음의 그림 1과 같은 개선절차를 구성하여 국제표준과 국내기준과의 비교검토 등을 실시하여, 국내실정에 적합하기 위하여 필요한 사항 등을 도출할 수 있도록 개선 검토를 실시하

였다. 주요 개선 검토는 IEC 60364-4-41과 전기설비기술기준 및 판단기준에 대한 감전보호를 위한 규정의 비교검토, 국내 현장과의 부합화 등이다.



〈그림 1〉 개선절차

3. 결 론

감전보호 관련 국제표준(IEC 60364-4-41)의 도입에 따라 원활한 현장 적용을 위해 필요한 개선사항에 대한 조사를 실시하였다. 우선 국내의 전기설비에 사용되는 전기설비기술기준과 판단기준에서 감전보호 관련 기준을 조사하여, 국제표준(IEC 60364-4-41)과 세부적인 기본요건, 시설 방식, 보호방법 등을 비교검토 하였다. 검토 결과 감전보호를 위한 시설 방법의 측면에서 접지방식 등은 국내에서는 접지 저항값을 기준으로 안전보호대책을 적용하고 있지만, IEC 60364-4-41에서는 접촉전압 값을 제한하는 방식으로 기본적인 안전보호대책을 강구하고 있다. 또한, 국제표준은 전압밴드 I의 전압한계를 초과하지 않는 특별저압으로 보호하는 방법 등을 규정하고 있으며, IEC 60364 제7부와 같은 경우에는 IEC 60364-4-41에서 해당하는 필요사항 등을 인용하여 각 특수장소 및 특수 시설에 적합하게 감전보호가 될 수 있도록 규정을 하고 있다.

검토한 것과 같이 현재까지는 국내의 시설환경, 조건 등에 따라 발생하는 차이점, 국내기준의 익숙함에 따라 현장사용에 있어서 원활한 적용이 이루어지지 못하는 것이 현실이다. 따라서 표 4에서 제시하는 개선요구사항과 같은 연구 및 작업이 지속적으로 필요하다. 즉, 사용에 있어서 우선적으로 필요한 접지방식, 특수설비에서의 상세 적용을 위한 연구가 필요하며, 현장에서 이점이 발생하는 용어정의, 세부시설방법을 위한 가이드 제시가 필요할 것으로 판단된다.

〈표 4〉 개선을 위한 필요검토사항

| 종류 | 개선 요구사항 |
|-------------|--|
| 접지방식 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 국내의 접지설비 방식과의 차이점에서 발생하는 문제점에 대한 연구 필요 |
| 특수설비 및 특수장소 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 각각의 시설별에 따라 구체적인 감전보호방법을 적용할 수 있도록 세분화 연구 필요 |
| 국내 현장가이드 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 용어표준화, 국내 친숙화를 위한 기본개념의 재설정, 체계적 분류 작업 필요 |

〔참 고 문 헌〕

- [1] 산업통상자원부, “전기설비기술기준”, 2015
- [2] 산업통상자원부, “전기설비기술기준의 판단기준”, 2015
- [3] IEC 60364-1, Ed. 5.0b “Low-voltage electrical installations - Part 1 : Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions”, 2005
- [4] IEC 61140, “Protection against electric shock - Common aspects for installation and equipment”, 2011
- [5] IEC 60479 Series, “Effects of current on human beings and livestock”, 2005
- [6] IEC 61201, “Use of conventional touch voltage limits - Application guide”, 2007
- [7] 김준택, “IEC 60364-4-41 도입에 따른 인체감전 안전기준 개선방안에 대한 연구”, 서울과학기술대학교 대학원, 2015