

IEC 60364기반 건축전기설비 점검기법 개발을 위한 현장실태 조사

(An Investigation into the Actual Condition of Electrical Equipments Installation for the
Inspection Method Development Based on IEC 60364)

정진수* · 한운기 · 이한상

(Jin-Soo Jung · Woon-Ki Han · Han-Sang Lee)

요 약

본 논문에서는 건축물 전기설비의 IEC 60364를 기반으로 개발된 점검기법을 이용하여 실태 조사를 실시하였다. 점검기법 개발을 위한 분석대상은 기술기준에 준하여 시공된 국내 건축전기설비와 IEC 60364로 시공된 건축전기설비를 대상으로 차이점을 분석하였다. 측정 요소는 Loop impedance, 차단기 동작특성, 보호도체의 연속성을 측정하였다.

조사결과 국내 건축전기설비의 경우 TT시스템과 유사하지만 보호도체의 연속성에 문제가 있었다. TN-C-S로 시공된 건축전기설비의 경우 시공은 정확하게 되어 있었으나 담당자의 IEC 60364와 관련된 이해가 부족한 상태였다.

Abstract

In this paper an Investigation into the actual condition of electrical equipments installation for the inspection method development based on IEC 60364. The analysis objects are the difference between electrical equipments installation in korea & electrical equipments installation based on the IEC 60364. The measurement elements are loop impedance, operating characteristic of circuit breaker and protective conductor continuance.

As a result, the korea electrical equipments installation was almost same the TT system but some different of protective conductor continuance. Electrical equipments installed TN-C-S has noting problem about installation but manager dose not understand about IEC 60364.

Key Words : IEC 60364, TN-C-S, TT, Protective Conductor, Loop Impedance

1. 서 론

건축전기설비 시공시 인체 및 설비 보호를 목적으로 “전기설비기술기준” 및 “전기설비기술기준의 판단기준”에 의해 건축전기설비 공사가 이루어져 왔다 [1]. 그러나 1995년 WTO/TBT협정에 따른 국제규

* 주저자 : 한국전기안전공사 전기안전연구원 연구원
Tel : 031-580-3067, Fax : 031-580-3111
E-mail : mirmir0822@hanmail.net
접수일자 : 2009년 2월 12일
1차심사 : 2009년 2월 19일
심사완료 : 2009년 3월 6일

적인 IEC 60364가 2005년 12월에 전기설비 중 저압설비(공칭전압 AC 1,000[V], DC 1500[V] 이하)에 적용이 가능하다고 고시됨에 따라 현행 국내 전기설비 분야는 국내기준과 국제기준인 IEC의 선택적 적용이 가능하게 되었다. IEC 60364는 DIN(독일 국가규격), BS7671(영국의 국가규격) 등 유럽국가 위주의 전기설비를 모델로 하여 제정된 것으로 공칭전압 AC 1,000[V], DC 1500[V] 이하의 저압설비를 대상으로 하고 있다[2-3]. 국내의 경우 일부 건축전기설비가 IEC 60364에 준하여 건축전기설비를 시공하였으나 국내 기술이 아닌 국외 설계자에 의해 설계되고 시공되었다[4]. 또한 이와 같은 건축전기설비의 안전성을 검사하기 위해서는 IEC 60364에 준해 건축전기설비의 검사가 이루어져야 하지만 검사대상, 검사방법 등에 대한 규정이 모호하여 적용이 어려운 실정이다.

따라서 본 논문에서는 국내 건축전기설비를 대상으로 기존 기술기준에 준하여 시공된 건축전기설비와 IEC 60364에 준하여 시공된 건축전기설비를 대상으로 보호도체의 연속성 시험, loop impedance, 차단기 동작특성 등에 대한 점검표 제작 및 실태조사를 실시하여 IEC 60364로 설계되어 시공된 건축전기설비의 점검기법을 제시하고자 한다.

2. 기술기준 및 IEC 60364 설치현황 측정결과

2.1 IEC 60364기반 점검표 제작

국내 전기설비의 시공은 대부분 국제규격의 접지 시스템 보호방식 중 TT방식과 매우 유사한 듯 보이지만 인체 보호를 위한 접지 시스템 구성에 차이가 있다. 차이를 나타내는 요소로는 보호도체의 등전위 및 연속성, 차단기 동작 특성 및 접지시공시 접지 저항 등이 이에 국제규격(IEC 60364)의 접지시스템 보호방식에서 제시하고 있는 검사방법을 이용하여 고장루프임피던스, 차단기 동작특성 및 보호도체의 연속성 등을 확인하고자 한다. 표 1은 보호도체의 연속성을 측정하기 위해 제작하였으며 IEC 60364의 경우 건축물 내 모든 금속도체는 등전위를 하도록 규정하고 있다.

표 1. 보호도체(PE) 연속성 측정표
Table 1. Chart of PE conductor continuance

NO	시각	종류	계량	양부량	비고
1			[Ω]		
2			[Ω]		
3			[Ω]		

표 2는 수용가로 인입된 변압기 중 AC 1,000[V] 이하 부분을 기점으로 분기되는 차단기 이전까지의 변압기 및 케이블의 loop impedance, 케이블의 절연저항, 계통의 구성 등을 측정하기 위해 제작하였다.

표 2. 변압기 점검표
Table 2. Inspection chart of transformer

NO	시각	종류	계량	양부량	비고
1			[Ω]		
2			[Ω]		
3			[Ω]		
4			[Ω]		
5			[Ω]		
6			[Ω]		

표 3. 차단기 동작 측정표
Table 3. Inspection chart of circuit breaker

NO	시각	종류	계량	양부량	비고
1			[Ω]		
2			[Ω]		
3			[Ω]		
4			[Ω]		
5			[Ω]		

표 3은 측정지점의 차단기에서 시작하여 변압기를 지나 맞은편 측정지점까지의 loop impedance, 케이블의 절연저항, 차단기의 정·역방향 전압, 전류, 차

IEC 60364기반 건축전기설비 점검기법 개발을 위한 현장실태 조사

단시간 및 사고전류를 측정할 수 있도록 제작하였다.

결과적으로 위에서 제작된 표는 국제규격의 접지 시스템 보호방식을 기반으로 작성되었으며 변압기 220/380[V] 구간부터 측정을 시작하며 변압기 명판 확인 등을 통해 전기설비의 특성을 알 수 있다. 또한 케이블의 절연저항, 케이블 규격, 케이블 특성시험을 통한 고장루프임피던스 측정 등이 가능하다. 차단기 동작과 관련해서는 변압기측정과 비슷하지만 차단기 정보, 차단기 동작시험이 추가되어 있다. 또한 보호도체의 연속성은 시작지점과 종료지점을 명시하여 모든 구간의 연속성을 확인할 수 있도록 작성하였다.

2.2 기존 기술기준에 준해 시공된 건축 설비

본 건축전기설비는 1990년대 초에 시공된 건축물로 업무의 성격상 일반사무실과 고전압 실험용 실험실이 구성되어 있어 접지저항 및 전기시설이 양호한 시설이라 할 수 있다. 또한 국제규격의 접지시스템 보호방식이 국내에 도입되기 이전 국내 기술기준에 준하여 시공되어 타 건축전기설비와 마찬가지로 TT방식과 유사하지만 국제규격의 접지시스템 보호방식을 기반으로 변압기, 차단기 및 보호도체의 연속성 검사를 실시할 경우 발생할 수 있는 문제점을 도출할 수 있을 것으로 판단된다. 그림 1은 전기설비의 수전설비 단선 결선도를 나타내고 있고 그림 2는 실제 고장루프임피던스, 차단기 특성 등을 측정 한 회로도 및 측정결과를 나타내었다.

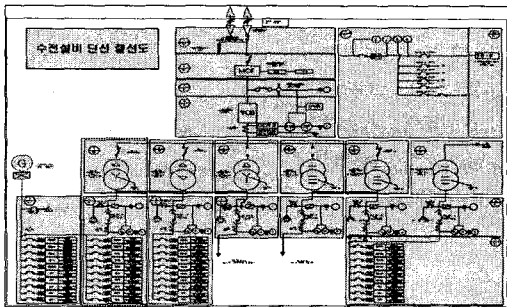


그림 1. 수전설비 단선 결선도
Fig. 1. Customer power equipment diagram

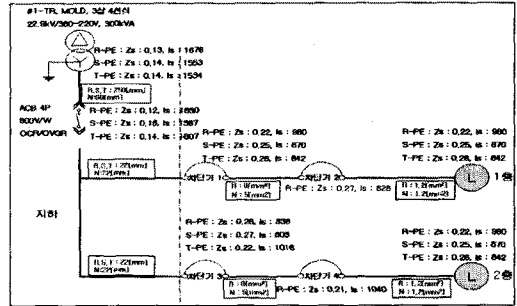


그림 2. 루프임피던스값과 선로굵기
Fig. 2. Loop impedance & cable thickness

표 4는 그림 2에서 측정된 루프임피던스, 지락전류, 선로 굵기를 나타내었다.

표 4. 기존설비 루프임피던스 측정결과
Table 4. Measurement result of loop impedance about the existing facilities

구 간	대상	ZS	IS	전선규격	
변압기	OCR/OCGR	R-PE	0.13	1676	R,S,T : 250[mm] N : 60[mm]
		S-PE	0.14	1553	
		T-PE	0.14	1534	
OCR/OCGR	차단기1	R-PE	0.12	1830	R,S,T : 22[mm] N : 22[mm]
		S-PE	0.16	1387	
		T-PE	0.14	1607	
차단기1	차단기2	R-PE	0.22	980	R,S,T : 8[mm] N : 5[mm]
		S-PE	0.25	870	
		T-PE	0.26	842	
차단기2	부하	R-PE	0.22	870	R,S,T : 1.2[mm] N : 1.2[mm]
		S-PE	0.25	870	
		T-PE	0.26	842	
OCR/OCGR	차단기3	R-PE	0.12	1830	R,S,T : 22[mm] N : 22[mm]
		S-PE	0.16	1387	
		T-PE	0.14	1607	
차단기3	차단기4	R-PE	0.26	838	R,S,T : 8[mm] N : 5[mm]
		S-PE	0.27	803	
		T-PE	0.22	1016	
차단기4	부하	R-PE	0.22	980	R,S,T : 1.2[mm] N : 1.2[mm]
		S-PE	0.25	870	
		T-PE	0.26	842	

측정결과 영국 BS7671의 규격을 따를 경우 차단용량이 30[A]인 고장루프임피던스 ZS가 0.9[Ω]이하, 차단용량이 15[A]인 고장루프임피던스 ZS가 2.4[Ω]이하일 경우 계통이 안정적이라 판단하고 있기 때문에 실측을 실시한 설비의 경우 양호한 것으로 판단된다. 연속성을 확인한 결과 1층 접지부와 수도 Pipe는 0.22[Ω]이 나왔으나 타 금속도체의 경우 접지와 분리되어 있는 것으로 확인되었다. 차단기 동작특성은 IEC 60364에서 제시하고 있는 차단용량의 1배(30[mA]), 5배(150[mA]) 시험을 정·역방향 모두 실시하였다. 그러나 차단기 동작으로 인한 정전문제 때문에 차단기 2와 차단기 4에 대해서만 차단기 동작시험을 실시하였다. 시험결과 모든 차단기의 동작시간은 양호한 것으로 판단되었다. 그림 3은 고장루프임피던스(ZS)와 차단기 동작시험에 대해 나타내었으며 그림 4는 보호도체(PE)의 연속성 시험을 나타내었다.

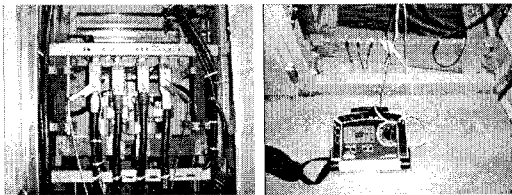


그림 3. 루프임피던스와 차단기시험
Fig. 3. Test of Loop impedance & circuit breaker

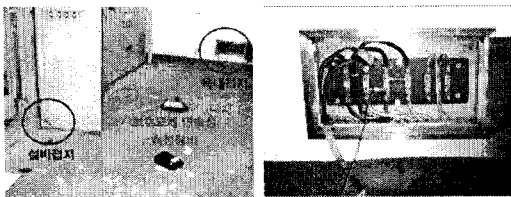


그림 4. 보호도체(PE)의 연속성 시험
Fig. 4. Continuation test of PE conductor

실태조사 결과 전반적으로 전기설비가 양호한 것으로 판단되며 기존 기술기준에 준한 건축전기설비의 경우 ZS값이 매우 큰 것이 일반적이지만 실태조사 설비의 경우 TT방식이라 봐도 무관할 정도의 루프임피던스값이 측정되었다. 그러나 그림 4의 보호도체 연결 사진에서와 같이 모든 보호도체 및 접지

가 독립되어 있어 사고구간에 따라 사고전류는 큰 차이를 나타낼 것이라 판단된다. 또한 보호도체 연속성검사 실시 결과 수배전반을 제외한 나머지 구간의 경우 모든 금속도체가 분리되어 있어 누전차단기에 의한 인체보호가 반드시 필요하다.

2.3 TN-C-S로 설계된 건축전기설비

본 전기설비는 국내 최초로 TN-C 방식으로 시공된 것으로 알려진 전기설비이다. 본 설비에 대한 현장실태조사는 변압기, 차단기 및 보호도체의 연속성 검사를 실시하였다. 그러나 실태조사 결과 본 건축설비는 TN-C-S로 설치되어 자동화 설비가 운전되고 있는 장소는 TN-C로 인체가 접촉할 수 있는 지

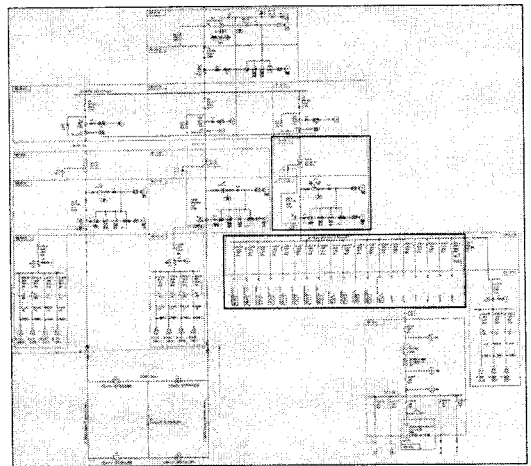


그림 5. 수전설비 단선 결선도
Fig. 5. Customer power equipment diagram

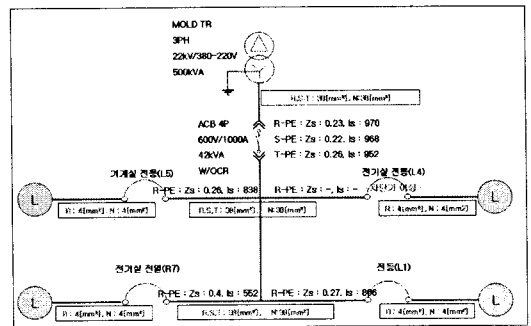


그림 6. 루프임피던스값과 선로굵기
Fig. 6. Loop impedance & cable thickness

역의 경우 TN-S로 설계되어 있었다. 그림 5는 수전 설비 단선 결선도를 그림 6은 실제 고장루프임피던스, 차단기 특성 등을 측정된 회로도와 결과를 나타 내었다.

표 5는 IEC 60364를 기반으로 변압기구간을 기점으로 부하 전까지의 루프임피던스 및 선로 굵기에 대한 실태조사를 실시한 결과이다. 부하에 따른 케이블 선정의 경우 국제규격에 준하여 시공되었다.

표 5. TN-C-S 루프임피던스 측정결과
Table 5. Measurement result of loop impedance about the TN-C-S

구간		대상	ZS	IS	전선규격
시작	종료				
변압기 500[kVA]	OCR	R-PE	0.23	980	R,S,T : 38[mm ²] N : 38[mm ²]
		S-PE	0.22	968	
		T-PE	0.26	952	
OCR	기계실전동 (L5)	R-PE	0.26	838	R,S,T : 38[mm ²] N : 38[mm ²]
OCR	기계실전동 (L4)	R-PE	-	-	
OCR	기계실전열 (R7)	S-PE	0.4	552	
OCR	전동(L1)	T-PE	0.27	806	

그림 7은 루프임피던스(ZS)와 차단기 동작시험에 대해 나타내었으며 그림 8은 보호도체(PE)의 연속성 시험 모습을 나타내었다.

실태조사결과 일부 구간의 경우 R, S, T, N상이 수용가 계통에 설계·시설되어 TN-C접지계통인 것으로 확인되었으며 일부 구간의 경우 R, S, T, N상과 PE도체가 분전반으로 들어오는 것으로 미루어 보아 TN-S 접지계통으로 확인되었다. 이로 미루어 보아 기계설비가 있는 장소는 TN-C로 시설되었고 사람이 감전될 가능성이 있는 장소는 TN-S로 시공된 것이라 판단된다. 결과적으로 본 수용가의 경우 국제기준인 IEC 60364에서 제시하고 있는 TN-C-S 접지계통을 적용하고 있는 것으로 확인되었다. 그러나 국내의 경우 아직까지 IEC 60364와 관련된 점검·검사기법이 제시되지 못한 실정으로 영국의 판단기준을 적용할 경우 고장루프임피던스는 산업용

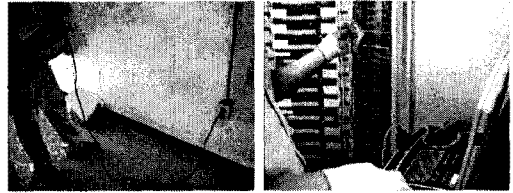


그림 7. 루프임피던스와 차단기 동작시험
Fig. 7. Test of Loop impedance & circuit breaker



그림 8. 보호도체(PE)의 연속성 시험
Fig. 8. Continuance test of PE conductor

의 경우 차단용량 20[A]에 대해 ZS는 0.48[Ω]이하가 되도록 규정하고 있다. 본 전기설비의 경우 최대 0.4[Ω] 이하이므로 감전위험에 대한 안전성이 확보되었다고 할 수 있다. 또한 연속성을 확인한 결과 전체 금속도체가 모두 접지와 연결되어 있으며 저항값은 최대 0.2[Ω]을 넘지 않아 매우 우수하다 할 수 있었다. 단 전기실 전동(L4)의 실증시험 중 차단기고장을 발견하여 인체 및 전기설비의 보호를 목적으로 하는 정기검사가 매우 중요한 것으로 판단되었다.

3. 결 론

기존설비와 IEC 60364에 준하여 시설된 전기설비에 대한 실태조사결과 기존설비를 TT 접지시스템과 동일하게 설계하기 위해 아무런 검증 없이 모든 금속도체를 등전위 할 경우 차단기의 차단용량이 부족하여 인체 및 설비보호 시 문제가 발생할 위험요소를 내포하고 있다.

TN-C-S로 설계된 건축전기설비 경우 IEC 60364

에서 제시하고 있는 모든 시공방법에 준하여 시공되어 추후 IEC 60364에 준하여 시공되는 건축전기설비의 표본이 될 수 있을 것으로 판단된다. 단 실측시험에서와 같이 정기검사를 통한 이상 차단기 검출 및 유지관리자가 IEC 60364에 대한 이해 부족 문제를 해결하기 위해 전기설비의 관리자에 대한 교육이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

결과적으로 본 점검표를 이용하여 변압기 종류, loop impedance, 차단기 동작시험, 가스 및 수도 파이프와 같은 보조전극의 사용 유무, 보호도체 연속성 시험 등의 검사가 가능하며 본 결과를 기반으로 한 점검표를 이용할 경우 IEC 60364가 시공되었다도 점검이 가능할 것으로 판단된다.

본 연구는 지식경제부 전력산업기반기금의 지원으로 수행되었습니다.

References

- [1] 산업자원부, “전기설비 기술기준 및 판단기준”, 한국전기안전공사, 2006. 10.
- [2] 기술표준원, “KS C IEC 60364”, 한국표준협회, 2005. 12.
- [3] BS7671, “Requirements for Electrical Installation”, British Standards, 2008.
- [4] 정진수, 한운기, “국제 건축전기설비 기준 (IEC 60364)의 국내 적용 실태조사”, 한국조명 전기설비학회 논문집, Vol. 22, No. 10, pp. 134~140, 2008.

◇ 저자소개 ◇

정진수 (鄭鎭洙)

1976년 9월 12일생. 2003년 명지대학교 전기공학과 졸업. 2005년 동대학원 전기공학과 졸업(석사), 2006~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.

이한상 (李韓相)

1980년 1월 17일생. 2003년 고려대학교 전기공학과 졸업. 2005년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 2005년~현재 동대학원 전기공학과 박사과정.