

Loop Impedance 측정을 통한 접지계통 비교분석

정진수*, 한운기, 김오환
전기안전연구원

Jin-Soo Jung, Woon-Ki Han, O-Huan Kim

Korea Electrical Safety Research Institute

Abstract - This Paper present about loop impedance measuring method by a comparison & analysis of the earthing systems in IEC60364. And comparing analysis about only considering a resistance and considering resistance & inductance. Result, For measuring of loop impedance than must measured resistance and reactance. And TT earthing system was lower fault current then TN systems, but an electric shock was higher then TN systems.

1. 서 론

1995년 WTO/TBT협정에 따른 국제규격인 IEC60364가 2005년 12월에 저압용 전기설비(공칭전압 AC 1,000[V], DC 1500[V] 이하)에 적용이 가능하다고 고시되었다.[1] 이에 따라 현행 국내 전기설비 분야는 국내기준과 IEC (International Electrotechnical Commission : 국제전기표준회의)기준의 선택적 적용이 가능하게 되었으나 이에 대한 검증이 이루어지지 못하고 있다.

본 논문에서는 IEC 60364에서 제시하고 있는 접지계통의 국내도입을 위해 loop impedance 측정시 고려해야 할 impedance 성분과 접지계통(TT, TN-C, TN-S)에 따른 감전위험성을 분석하였다.

2. 본 론

2.1 모의실험을 위한 접지시스템 구축

모의실험장치는 전원측의 경우 전원측 선로저항, 접지 저항, 계통구성을 위한 스위치 동작으로 구성되어 있으며 부하측의 경우 부하측 선로저항, 접지의 추가 연결과 보호도체의 연속성 등을 모의하기 위해 그림 1과 같이 구축하였으며 표 1은 이에 대한 기호를 설명하였다.

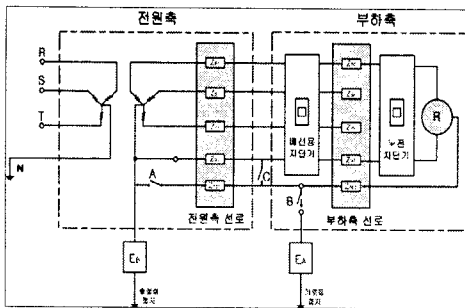


그림 1 계통도
Fig. 1. System diagram

표 1. 계통 기호

Table 1. The system mark

R, S, T	상도체	PE	보호도체
Z_{R1} Z_{S1} Z_{T1}	전원측 상도체 임피던스	Z_{R2} Z_{S2} Z_{T2}	부하측 상도체 임피던스
A, B, C	계통 구성 스위치	E_A	보조접지
E_B	중성점 접지		

실증실험을 위한 전원은 3상4선식 380[V]/380[V], 15[kVA] 절연변압기를 사용하여 사고모의 시 타 설비로의 파급을 미연에 방지하였다. 또한 선로 길이, 차단기 용량 등 실제 건축전기설비와 동일하게 구성하여 시스템 및 접지저항별 파급사고를 모의하였다.

표 2. 스위치 동작을 이용한 접지계통 구성

Table 2. Earth system structure by switching

접지계통	스위치 동작
TT 접지 계통	A 스위치 off, B 스위치 on, C 스위치 off
TN-C 접지 계통	A 스위치 off, B 스위치 off, C 스위치 off
TN-S 접지 계통	A 스위치 on, B 스위치 on, C 스위치 off
TN-C-S 접지 계통	A 스위치 off, B 스위치 on, C 스위치 on

표2에서와 같이 보호도체에 연결된 3개의 스위치를 이용하여 TT, TN-C, TN-S의 접지계통을 구성하였다. 케이블은 전원 측 50[mm²]-30[m] 연결 시, 부하 측 10[mm²]-30[m] 추가 연결 시의 loop impedance를 측정하였다. 접지저항과 loop impedance의 상관관계를 분석하기 위해 보호도체 구간을 0.5[Ω]과 1.1[Ω]일 경우와 접지저항을 100[Ω]과 추가 접지 100[Ω]을 연결하였다.

2.2 실험 결과

2.2.1 Loop Impedance 측정 방법 비교 분석

Loop Impedance를 측정시 측정성분을 알아보기 위해 일반적으로 저항성분만을 측정하는 일반적인 저항성분만을 측정할 수 있는 multi-meter로 Chauvin-Arnoux의 F3N과 Loop impedance 측정을 위해 개발된 Chauvin-Arnoux의 6115N을 이용하여 비교실험을 실시하였다. F3N과 6115N의 보호도체 연속성 측정 장비의 측정방식은 DC를 이용하여 선로의 저항성분만을 측정하지만 6115N의 경우 공칭전압을 측정하고 선로의 R, L 값을

측정하여 4단계 회로방식을 이용하여 loop impedance를 계산하여 화면에 impedance 측정결과를 나타내도록 제작되었다. 이와 같은 장비들의 특성을 이용하여 접지계통의 loop를 측정한 결과를 그림 2에 나타내었다.

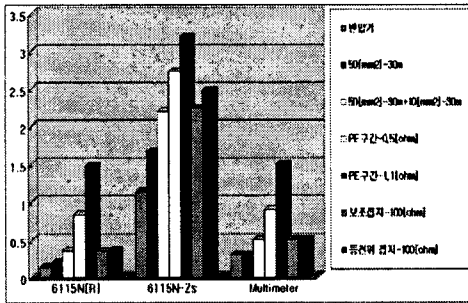


그림 2 Loop Impedance 측정결과
Fig. 2. Result of measurement about loop impedance

그림 2에서와 같이 변압기에서 측정을 시작하여 케이블을 50[mm²]-30[m] 연결시, 10[mm²]-30[m] 추가 연결시 보호도체(PE)의 저항 증가, 등전위 및 추가 접지값 변화시 측정방식에 따른 차이를 분석한 결과 저항성분만을 측정하는 F3N과 6115N은 측정결과가 유사하게 나타났다. 그러나 6115N의 Loop Impedance를 측정하는 장비의 경우 앞의 두 결과보다 높은 저항값이 측정되었다. 이는 변압기 및 케이블이 L값을 측정하지 않고 순수 R값만을 측정하는 앞의 두 방식에 비해 R, L값을 모두 측정하기 때문에 지락사고가 발생할 경우 loop 회로에 걸리는 impedance는 R과 L성분 모두 영향을 받기 때문에 두 값을 모두 측정해야 한다.

2.2.2 접지계통 Loop Impedance 비교 분석

본 실험은 접지계통에 따른 loop impedance 특성을 알아보기 위해 스위치 조작을 이용하여 TT, TN-C, TN-S 접지계통을 구성하였다. 이때 선로 길이, 보호도체(PE)구간의 임피던스, 접지저항은 동일한 환경에서 loop impedance를 측정하였다. 그림3은 접지계통에 따른 loop impedance 분석 결과를 나타내었다.

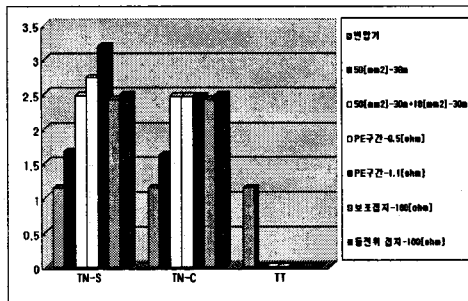


그림 3 접지계통별 Loop Impedance
Fig. 3. Loop Impedance by each earth systems

분석결과 변압기 구간에서는 3가지 접지계통(TN-S, TN-C, TT)에서 모두 동일한 결과가 측정되었는데 이는 TT접지계통의 loop가 대지로 귀로하지 않았기 때문이다. 이후 실험의 경우 TT 접지계통에서 L, PE에 대한 지락사고를 모의한 결과 최대 측정 저항값이 100[Ω]인 6115N의 장비한계로 인해 더 이상의 측정은 불가능 하였다. 이후 TN-S 접지계통과 TN-C 접지계통의 Loop Impedance의 측정결과는 매우 유사하다 할 수 있으나 보호도체의 저항이 증가할수록 TN-S 접지계통의 Loop

Impedance의 값이 증가함을 알 수 있다. 이는 TN-C 접지계통은 보호도체를 사용하지 않아 보호도체의 저항이 증가하더라도 아무런 영향을 받지 않기 때문이다. 그러나 TN-S 접지계통은 보호도체의 저항이 증가할수록 loop impedance가 증가하므로 보호도체의 저항은 접지계통 구성 시 매우 중요하다.

실험분석결과 보호도체를 시공하지 않는 TN-C 접지계통이 시공비용의 절감, 지락사고 발생시 인체보호 및 설비보호를 위해 보다 좋아 보이지만 TN-C 접지계통의 경우 지락사고가 발생하더라도 중성선으로 지락사고 전류가 모두 회귀하므로 인체보호를 목적으로 제작된 누전차단기를 설치하여도 지락사고 시 감전에 대한 인체보호가 불가능하다. 결과적으로 대규모 접지시공이 되어 있는 도심지중 인체보호를 위한 장소에는 TN-S 접지계통으로 시설하고 인체의 접근이 없어 감전위험성이 없는 장소에는 TN-C 접지계통으로 시설하는 것이 좋다. 단, 인근에 건축물이 없는 농촌지역 혹은 대지의 접지저항이 매우 낮은 해안가의 경우 TT 접지계통을 사용하는 것이 좋을 듯 하다.

3. 결 론

실험결과 loop impedance를 측정할 경우 지락사고 시 인체감전 보호 및 설비보호를 위해 loop impedance 구간에 접속되어 있는 모든 도체의 저항성분과 인덕턴스성분을 측정해야 하는 것으로 나타났다. 접지계통별로 인체보호를 목적으로 접지계통을 시설할 경우 누전차단기를 이용하여 감전보호가 가능한 TN-S 접지계통으로 시공해야 하며 인체의 접근이 불가능한 지역 및 변전소에서 바로 전원을 공급받는 건축전기설비의 경우 시설비용 절감차원에서 TN-C 접지계통으로 시공하는 것이 유리하다. 단, 인근에 건축설비가 없는 지역 혹은 접지저항이 매우 좋은 해안가 지역에서는 TT접지계통을 사용하는 것이 유리하다. 단, 지락사고 발생시 TN 접지계통에 비해 임피던스값이 높아 인체의 감전 위험성이 높으므로 누전차단기 설치시 주의할 기울여야 할 것이다. 추후 loop impedance 와 인체감전 보호에 대한 연구가 진행이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

본 연구는 지식경제부 전력산업기반기금의 지원으로 수행되었습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국전기안전공사, "IEC60364 건축전기설비 해설서", 2006. 11.
- [2] 정진수, 한운기, "국제 건축전기설비 기준(IEC60364)의 국내 적용 실태조사", 한국조명전기설비학회 논문집, Vol. 22, No. 10, pp. 134~140, 2008.
- [3] 산업자원부, "전기설비 기술기준 및 판단기준", 2006. 10.