2008년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2008. 7. 16 - 18

TN-S 접지방식의 실증시험결과 검증을 위한 시뮬레이션 환경 구축

이한상*, 한운기**,김한상**, 장길수*
고려대학교*, 전기안전연구원**

Development of Verifying Simulation Strategies for TN-S Grounding Method

Hansang Lee*, Woon-Ki Han**. Hansang Kim**, Gilsoo Jang*
Korea University*, Electrical Safety Laboratory Research**

Abstract - 이 논문은 국내 저압접지방식의 현장적용화를 위한 실증시험장 구축과 실증시험의 검증을 위한 시뮬레이션 환경 구축에 관한 논문이다. 외함접지방식에 의존하고 있는 국내 저압접지방식은 IEC에서 제안하고 있는 접지방식에 비하여 낙후되어 있고, 이에 대한 증거로서 선진국에 비하여 십수배에 달하는 감전사고 발생을 들 수 있다. 이러한 국내 실정을 극복하고자, IEC저압접지방식에 대한 실증시험장 구축을 목적하고 있으며, 그에 대한 일환으로 실증시험 검증용 시뮬레이션 환경 구축을 수행하고 있다. 본 논문은 TN-S 방식의 접지방식으로 구성된 배전계통을 PSCAD/EMTDC를 이용하여 모델링하고, 도체-외함-접지의 동시지락을 모의함으로서 외함도체의 전위상승과 감전사고의 발생 가능성을 모의하였다.

1. 서 론

우리나라에서 전기설비를 설치할 때 법적으로 준수하고 있는 산자부 고시인 전기설비기술기준 및 전기설비기술기준의 판단기준은, 그동안 유일한 적용기준으로 사용되어 왔으나, WTO/TBT협정에 따라 최근에 국제규격인 IEC60364가 도입됨에 따라 현행 국내 전기설비 분야는 국내기준과 IEC 기준의 선택적 적용을 가능하게 하고 있으며, 향후 IEC 기준으로 전환될 예정이어서 과도기에 있는 상태이다. IEC60364는 국제기준이기는 하지만 DIN(독일규격), BS(영국규격) 등 유럽국가 위주의 전기설비를 모델로 하여 제정된 것으로서 특히, 저압설비에 대하여 IEC에서 규정하는 일부 보호도체적용방식은 국내에는 적용사례가 없어 본격적으로 현장에 도입될 경우 전기설비의 설계, 시공 및 검사 시 많은 혼란이 예상된다. 이에 더불어, IEC 기준에 의한 보호도체방식의 현장적용에 따른 문제점을 검토하고 효율적인 현장적용화 방안에 대한 구체적이고 실질적인 관련분야 연구수행 등 국내 전기 설비 분야의 준비는 극히 미흡한 실정이다.

2005년도 국내의 전기재해 통계에 따르면, 산업현장의 감전사고 및 이와 밀접한 관련성이 있는 배선, 기기의 절연불량, 보호장치 오동작에 의한 사고 점유율이 큰 비중을 차지하고 있다. 국가별 인구 백만명당 감전사망자수는 한국이 1.76명으로 TN방식을 주로 사용하는 영국에 비하여 15배 이상 높을 뿐 만 아니라, 같은 접지방식을 사용하고 있는 일본에 비해서도 16배나 높아서 감전재해 취약성은 선진국에 비하여 상당히 높은 실정이다.

따라서 산업현장에 대한 외함접지방식에 의존하고 있는 기존 국내의 저압접지설비의 감전 위험성을 검토하고, IEC 접지방식(TT, TN, IT)에 따른 가장 적합한 보호도체방식의 현장적용방안에 대한 심층적인 연구가 필요하다. 본 논문에서는 저압접지방식에 대한 현장적용화 연구의 일환으로, 실증시험결과 검증을 위한 시뮬레이션 환경을 구축하고, 현장에서의 사고를 모의 방안을 구축하였다.

2. 저압접지방식

2.1 KSCIEC60364-1

KSCIEC60364-1의 건축전기설비 저압접지방식에 대한 국내규정은 IEC60364-1의 IEC규정에 기반하여 작성된 국내 규정이다. 이 규격은 교류 1,000V 또는 직류 1,500V 이하의 공칭 전압에서 공급되는 회로에 대하여 규정하고 있으며, 특히 교류의 경우 이 규격이 채택하고 있는 권장 주파수는 50, 60, 및 400Hz이다. 다음은 규격에서 규정하는 접지계통이다. 여기서 사용된 코드가 갖는 의미는 다음과 같다.

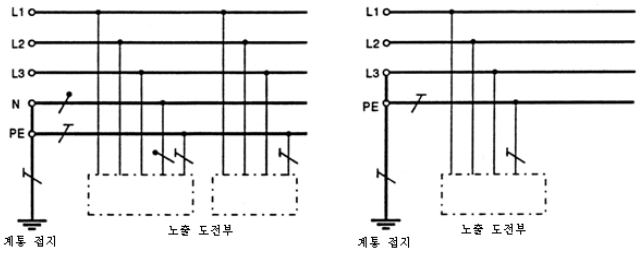
제 1 문자 : 전력 계통과 대지의 관계
- T=한 점을 대지에 직접 접속한다.
- I=모든 충전부를 절연시키거나 임피던스를 통하여 한 점을 대지에 직접 접속한다.

제2문자 : 설비의 노출 도전부와 대지의 관계
- T=노출 도전부를 대지로 직접 접속한다. 전력 계통의 임의의 점의 접지와 무관하다.
- N=노출 도전부를 전력 계통의 접지점(교류 계통에서는 통상적으로 중성점 또는 중성점이 없을 경우는 상전선)에 직접 접속한다.

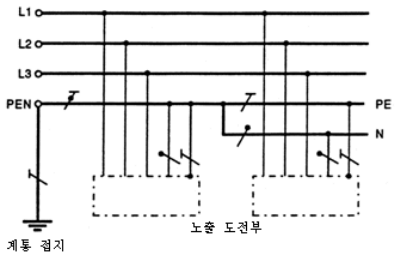
제3문자(문자가 있을 경우) : 중성선과 보호 도체의 배열
- S=중성선 또는 접지측 도체(또는 교류 계통에서는 접지측 상전선)로부터 별도의 선에 의해 제공되는 보호선의 기능
- C=중성선 및 보호의 기능을 한 개의 선으로 겸용한다(PEN선).

2.1.1 TN계통

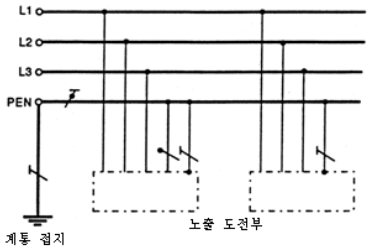
TN전력계통은 한 점을 직접 접지하고 설비의 노출 도전부를 보호선을 이용하여 그 접에 접속시킨다. TN 계통은 중성선 및 보호선의 배열에 따라 다음 3종류로 나눌 수 있다.
- TN-S 계통 : 계통 전체에 대해 분리된 보호선을 사용한다. (그림 1)
- TN-C-S 계통 : 계통의 일부분에서 중성선과 보호선의 기능을 단일 도체로 결합한다. (그림 2)
- TN-C 계통 : 계통 전체에 대해 중성선과 보호선의 기능을 단일 도체로 결합한다. (그림 3)



<그림 1> TN-S 계통



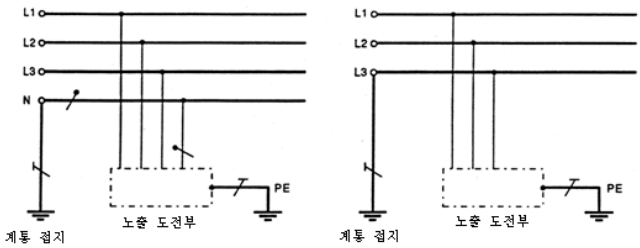
<그림 2> TN-C-S 계통



<그림 3> TN-C 계통

2.1.2 TT계통

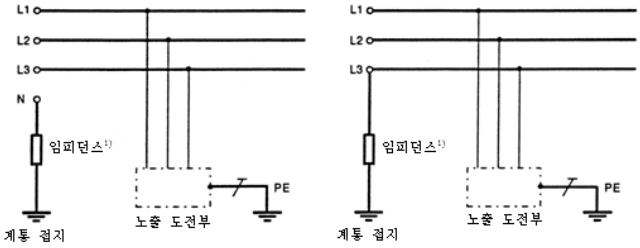
TT 전력 계통은 한 접을 직접 접지하고 설비의 노출 도전부를 전력 계통의 접지극과는 전기적으로 독립한 접지극에 접속시키는 저압접지방식이다. 이에 대한 배선은 그림 4와 같다.



〈그림 4〉 TT 계통

2.1.3 IT계통

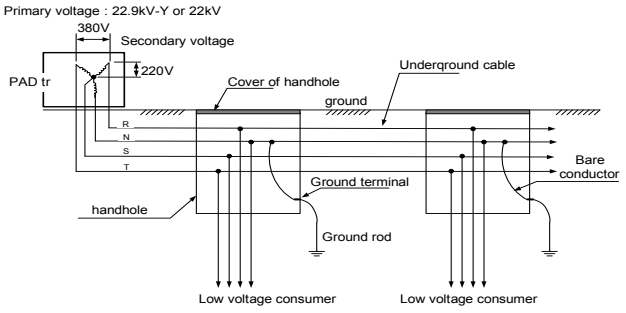
IT 전력 계통은 충전부 전체를 접지로부터 절연시키거나 한 점을 임피던스를 삽입하여 접지에 접속시키고 전기 설비의 노출 도전부를 단독 혹은 일괄적으로 접지시키거나 또는 계통 접지로 접속시키는 방식이다. IT계통에 대한 배선은 그림 5와 같다.



〈그림 5〉 IT 계통

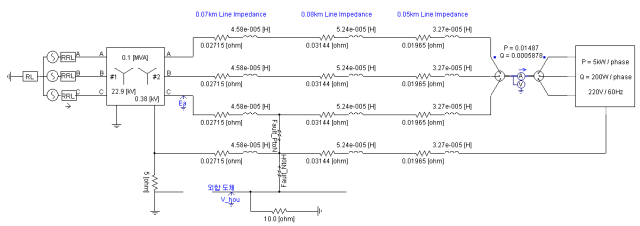
3. 사례연구

PSCAD/EMTDC를 이용한 TN-S 계통에 대한 모의를 위하여 그림 6과 같은 실증시험환경에 대한 계통 모델링을 수행하였다. 그림 6의 변압기 용량은 100kVA이고, 사고지점은 70지점의 지중함이다. 사고 조건은 지중함 뚜껑에 상도체가 완전 지락이 발생한 경우에 대한 것이며, 지중함 접지저항이 10[Ohm], 100[Ohm]인 두 경우에 대한 모의를 수행하였다.



〈그림 6〉 TN-S

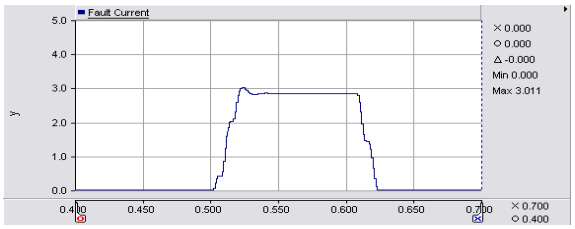
그림 6의 계통에 기반하여 변압기 및 도체 파라메터를 적용하여 구성한 PSCAD/EMTDC 시험계통은 그림 7과 같다.



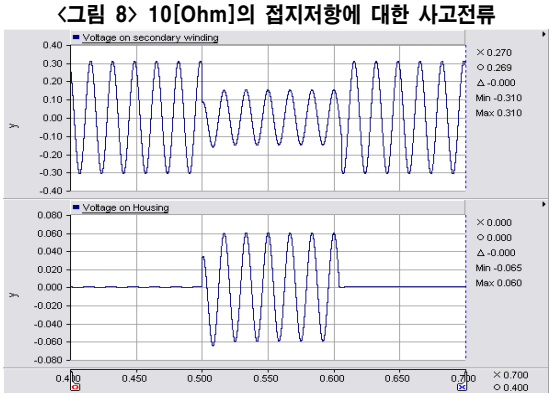
〈그림 7〉 PSCAD/EMTDC로 구성된 시험계통

3.1 접지저항 : 10[Ohm]

접지저항이 10[Ohm]인 경우에 대한 외함도체 전위상승에 대한 모의 결과는 그림 8, 9와 같다. 외함도체의 전위상승은 약 65[V]로 계산된다.



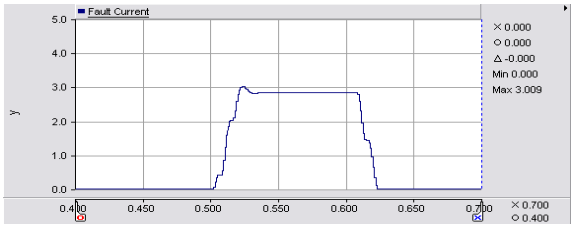
〈그림 8〉 10[Ohm]의 접지저항에 대한 사고전류



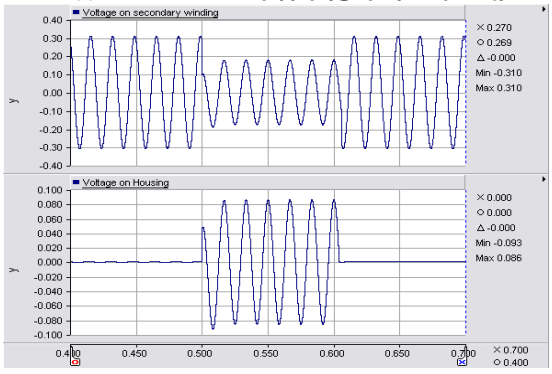
〈그림 9〉 10[Ohm]의 접지저항에 대한 도체 전압 및 외함 전위상승

3.2 접지저항 : 100[Ohm]

접지저항이 100[Ohm]인 경우에 대한 외함도체 전위상승에 대한 모의 결과는 그림 10, 11과 같다. 외함도체의 전위상승은 약 93[V]로 계산된다.



〈그림 10〉 100[Ohm]의 접지저항에 대한 사고전류



〈그림 11〉 100[Ohm]의 접지저항에 대한 도체 전압 및 외함 전위상승

3. 결 론

TN-S 저압접지방식에 대하여, 사고에 의한 외함도체 전위상승에 대한 연구를 수행하였다. 접지저항 별 외함도체의 전위상승은 10[Ohm]에 대하여 65[V], 100[Ohm]에 대하여 93[V]로 계산되었다. 인체 감전여부의 판별을 위하여 통전시간에 대한 고려가 추가되어야 하지만, 두 경우 외함의 전위 상승이 크지 않아 통전시간이 상당히 길어야 한다는 점에서 감전에 대한 안전성이 보장된다고 결론 지을 수 있다.

[참 고 문 헌]

[1] IEC60364-1, “Electrical Installations of Buildings - Part 1: Fundamental Principles, Assessment of General Characteristics, Definitions”