

## 22.9 kV-Y 계통에서 지락고장이 인체 및 저압설비의 안전에 미치는 영향

(Effects of Ground Faults on the Safety of Persons and Low-voltage Installations in 22.9 kV-Y Distribution Systems)

김한수\* · 정재희 · 강계명

(Han-Soo Kim · Jae-Hee Chung · Kae-Myung Kang)

### 요 약

본 논문에는 22.9 kV-Y 배전계통의 1선 지락고장이 인체의 안전 및 저압설비의 보호에 대한 실험적 결과를 기술하였다. 새로이 제정된 KS C IEC 60364규격군에 따른 고압 충전도체가 대지에 접촉되는 지락고장에 의한 위험 전압과 저압기기의 스트레스전압을 평가하기 위해서 22.9[kV] 중성점 다중접지계통에 대한 실증실험을 수행하였다. 실험결과로부터 KS C IEC 60364규격군을 기존의 국내배전계통에 적용할 때 부합되지 않는 중대한 문제점을 도출하였으며, 22.9 kV-Y 다중접지와 수용가설비접지를 공용하는 공통접지계통에서 발생하는 지락고장에 의한 일시적 과전압에 대한 효과적인 보호대책을 제시하였다. 결국 22.9 kV-Y계통과 저압설비를 공통접지로 하는 경우 인체와 저압설비의 안전을 위한 효과적인 보호대책의 구현에는 등전위본딩이 중요한 필수적 요건임이 밝혀졌다.

### Abstract

This paper presents experimental results on the safety of persons and protection of low-voltage equipments of the sub-station due to a single-phase ground fault in 22.9 kV-Y distribution system. In order to evaluate the hazard voltages and the stress voltage of the low-voltage(LV) equipment due to faults between high-voltage systems and earth based on the newly prescribed KS C IEC 60364 standard series, the verification tests in a 22.9[kV] neutral multiple grounding system were carried out. From the experimental results, we introduce serious problems causing some discomfort when applying KS C IEC 60364 standard series to the existing domestic distribution system, and the effective protective measures against temporary overvoltages due to a ground fault in the common grounding which is combined the 22.9 kV-Y grounding and the customer's installation grounding are proposed. As a consequence, it was found that the equipotential bonding is an important prerequisite for the effectiveness of the protective measures for the safety of persons and LV equipment in the combined 22.9 kV-Y and low-voltage grounding system.

Key Words : IEC standard, Grounding systems, Ground faults, Safety of persons, Protection of equipment, Touch voltage, Step voltage

\* 주저자 : 대한전기협회 기술기준처장

Tel : 02-3393-7660, Fax : 02-3393-7689, E-mail : khs@electricity.or.kr

접수일자 : 2007년 9월 27일, 1차심사 : 2007년 10월 8일, 심사완료 : 2007년 10월 15일

## 1. 서 론

WTO/TBT 협정에 따라 가맹국들은 국제규격에 부합한 기술규정을 만들어야 하며, 국가별 전선비관련 규격과 규정이 다르나 이들의 국제표준화가 진행되고 있다[1-5]. 우리나라의 22.9 kV-Y 배전계통은 공통중성선 다중접지방식이지만 수용가 구내의 수배전설비 접지시스템은 기기별 접지저항 요건에 따른 개별접지방식으로 운용되어 왔다. IEC규격에서는 동일한 부지에 고·저압 전기설비를 시설할 경우 공통접지방식을 권장하고 있다.

KS C IEC 60364-4-44규격의 442항은 1,000[V]이하의 전기설비에 대해 「고압측 계통의 지락고장에 대한 저압설비의 보호」를 규정한 것으로서 IEC규격에 의한 설계검토 시 고압측의 지락고장에 대한 저압측기기의 과전압 및 인체에 대한 보호와 관련하여 기기의 스트레스전압 및 인체 접촉전압을 확인하여야 하며, 시공이 완료되면 사용전에 검증할 것을 규정하고 있다[6-8].

또한 IEC 60364-4-44 규격은 접지시스템의 종류별로 저압계통의 대지간 고장전압과 기기스트레스전압의 계산식을 제시하고 있으며, 접지시스템의 안전기준과 설계절차는 IEC 61936-1에 규정되어 있다[9]. 이들 규격은 접지시스템 안전기준에서 접촉전압과 적용방법을 서로 다르게 규정하고 있으며, 대지전위상승에 대한 계산방법 등 구체적 사항은 규정되어 있지 않다. 따라서 이들이 전기설비 기술기준에 도입되기 위해서는 이들 두 규격간의 차이점 및 적용방법을 명확하게 해야 한다. 즉 전기설비기술기준에 도입된 IEC 60364 규격에 따른 접지관련 규정을 검토하고 반영방안이 제시되어야 한다[10].

따라서 본 논문에서는 지락전류가 큰 22.9 kV-Y 배전계통과 연계한 실증시험을 통해 국제표준에 의한 접지시스템의 국내 수배전 전력계통에 적용시 문제점을 도출하고 그에 대한 대책을 제시하였다.

## 2. 실험계 구성 및 방법

### 2.1 시험설비

22.9 kV-Y 중성선 다중접지계통은 1선 지락고장 전류는 크지만 지락고장전류의 일부만 고장점에 가까운 접지극을 통하여 대지로 유입되고, 나머지는 다중접지 중성선과 대지를 통해 전원의 중성점으로 귀환한다. 최근 연구에 의하면 접촉전압 및 보폭전압의 계산에 적용하는 분류율(22.9 kV-Y 배전계통의 1선 지락시 지락고장변압기의 접지극을 통하여 대지로 유입되는 전류)은 지락고장전류의 4~5% 정도로 하고 있다[11]. 창원에 있는 한국전기연구원 내의 배전 실증시험장을 이용하여 22.9 kV-Y 배전계통에서 1차측 지락고장시 저압측 기기 및 인체의 안전성을 검증하기 위해서 그림 1과 같이 실증시험장을 구축하였다.

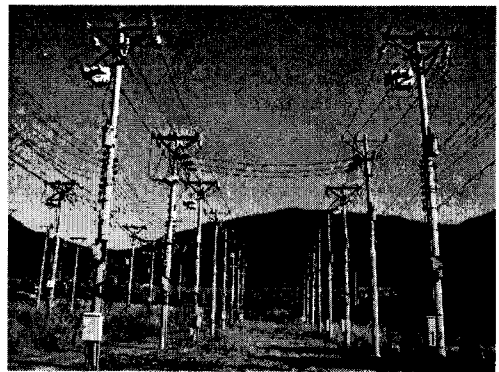


그림 1. 실증시험장의 사진

Fig. 1. Photograph of the verification test site

시험장에 전력을 공급하는 전원 측의 순시과전류 보호계전기의 정정치가 300[A]로 설정되어 있는 시설이어서 다른 설비의 전력공급의 신뢰성을 고려 250[A] 정도의 지락고장전류를 흘릴 수 있다. 지락전류를 시험용 주상변압기의 접지극으로만 흐르도록 다중접지 중성선과 주상변압기의 접지선을 분리하는 방법을 택하였다. 22.9[kV] 계통의 평균지락전류가 5[kA] 정도이므로 중성점 다중접지계의 분류율(5%)을 고려할 경우 가변저항기를 이용하여 1~

5[kA] 범위의 지락전류를 모의하는 지락전류를 50~250[A]까지 변화시켜 시험하였다. 이러한 실측결과를 바탕으로 22.9 kV-Y 배전계통 수용가의 현장 여건에 부합하는 저압측 기기 및 인체 안전성을 검증하였다.

### 2.2 측정기기

지락전류의 측정을 위해서 로고우스키 코일 CT를 사용하였으며, 시험전압은 수십[kV]까지 분압하여 측정할 수 있는 고압용과 1,000[V] 이하의 저압용 차동프로브를 사용하였다.

본 시험에서 시험전압 및 전류는 그림 2에 나타낸 바와 같이 4채널 오실로스코프 3대를 사용하여 측정하였다.



그림 2. 측정기기의 사진  
Fig. 2. Photograph of the measurement devices

### 2.3 시험방법

실증시험회로(4개회로 : TN-C계통의 (a, b), TT계통에서 (a, b))의 개략도를 그림 3에 나타내었다. 그림 3에서 각 스위치 중 SW<sub>1</sub>은 주상변압기의 접지와 저압측 중성점 접지를 접속(공통접지) 및 분리(개

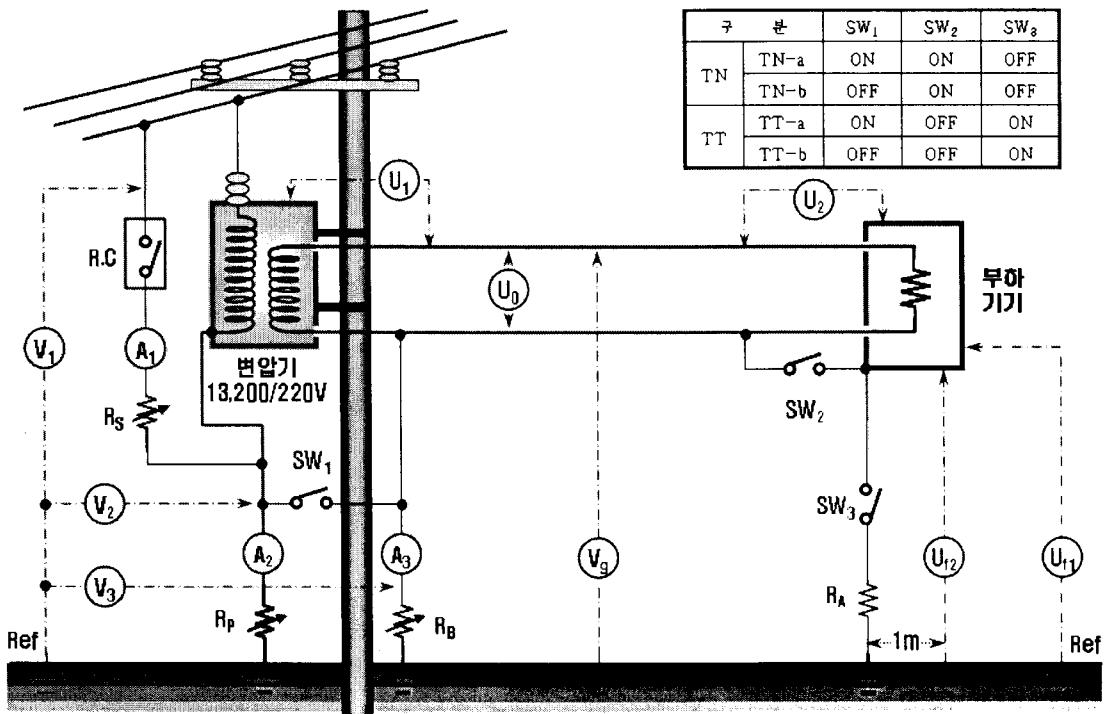


그림 3. 시험회로도  
Fig. 3. Diagram of the test circuit

## 22.9 kV-Y 계통에서 지락고장이 인체 및 작업설비의 안전에 미치는 영향

별접지)하기 위한 것이며, SW<sub>2</sub>는 TN계통에서 중성선 또는 PEN 도체가 부하기기의 외함과 접속된 것과 TT계통에서 중성선 또는 PEN 도체가 부하기기의 외함에 접속되지 않은 것을 모의하기 위한 것이다. 또한 SW<sub>3</sub>는 TT 계통에서 외함접지와 TN계통에서의 외함 비접지를 모의하기 위한 것이다.

시험에서 V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>, U<sub>n</sub>은 기준접지극(지락점으로부터 150[m] 이격)에 대한 전위를 측정하는 것이고, U<sub>l2</sub>는 수용가 부하기기의 외함에 대한 접촉전압의 측정을 위해 부하기기 외함으로부터 1[m] 지점에 전극을 설치하여 이 전극과 부하기기 외함간의 전압을 측정하였다. 지락고장전류는 지락고장시험회로에 설치된 가변저항기(R<sub>S</sub>)의 저항값과 변압기 접지저항 값(R<sub>P</sub> 및 R<sub>B</sub>)으로 조절하였다.

본 실증시험에서는 IEC 60364-4-44, 442항에 제시되어 있는 바와 같이 22.9 kV-Y의 수용가에 전력을 공급하는 배전변압기에서 지락고장이 발생한 경우에 대한 실험으로서 건조한 동절기에 실시하였다. 5[kA] 정도의 지락고장이 발생하였을 경우 배전변압기의 접지극으로 흐르는 고장전류에 의한 대지전위가 배전변압기 저압측 권선에 가해지는 스트레스 전압(U<sub>1</sub>), 수용가 전기기기에 가해지는 스트레스 전압(U<sub>2</sub>) 및 전기기기의 외함에 나타나는 접촉전압(U<sub>f</sub>)에 대하여 검토하였다.

- ① 고장전류의 크기에 따른 과전압의 크기 및 양상을 분석하고
- ② 실측파형과 해석파형을 비교하였으며,
- ③ 실증시험결과를 검토·보완 및 유사성을 도출하여 지락사고시 각종 과전압에 대한 IEC 60364-4-44, 442항 계산식을 검토하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 접지방식별 1선 지락시 발생하는 과전압

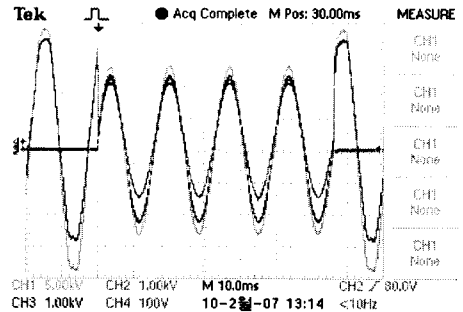
##### 3.1.1 TN-a계통

R<sub>S</sub>=30[Ω]으로 하고, R<sub>P</sub>=9.6[Ω] 및 R<sub>B</sub>=9.6[Ω]을 병렬로 접속한 TN-a계통에서 측정하는 각 전압, 전류의 파형을 그림 4에 나타내었다. 이때 지락고장전류는

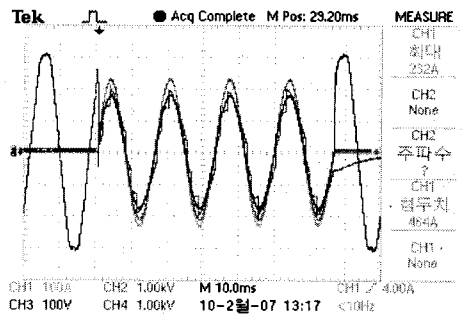
263[A]이고, 시험결과에 기초한 병렬저항은 약 6[Ω] 정도로 나타났다.

그림 4에서 U<sub>l2</sub> 및 U<sub>0</sub>, U<sub>1</sub> 및 U<sub>2</sub>와의 관계는 IEC 60364-4-44, 442항의 계산식(U<sub>1</sub>=U<sub>2</sub>=U<sub>0</sub>, U<sub>l2</sub>=I<sub>m</sub>×R<sub>l2</sub>)과 근사적으로 일치함을 알 수 있다. 인가전압(V<sub>1</sub>)은 고장전류가 커질수록 전압강하가 크게 발생하였고, 접촉전압 U<sub>l2</sub>는 고장점 대지전위가 높아질수록 고장점 대지전위에 대한 비가 높아지는데, 이는 지락전류가 커질수록 지락점으로부터의 대지전위경도가 커진다는 것을 의미한다. 시험결과는 V<sub>2</sub>의 30~90[%] 범위로 나타났다.

TN-a계통에서는 허용접촉전압(U<sub>l2</sub>)이 고려대상이며, 측정결과에 나타난 바와 같이 인체감전보호대책이 필요하다.



(a) Ch1:V<sub>1</sub>, Ch2:V<sub>2</sub>, Ch3:V<sub>3</sub>, Ch4:U<sub>1</sub>



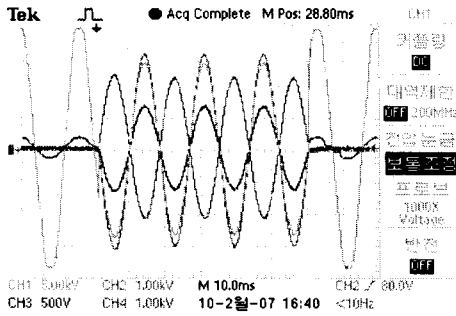
(b) Ch1:A<sub>2</sub>, Ch2:U<sub>1</sub>, Ch3:U<sub>2</sub>, Ch4:U<sub>12</sub>

그림 4. TN-a계통에서 시험전압, 전류 파형  
Fig. 4. Waveforms of the test voltages and currents in TN-a system

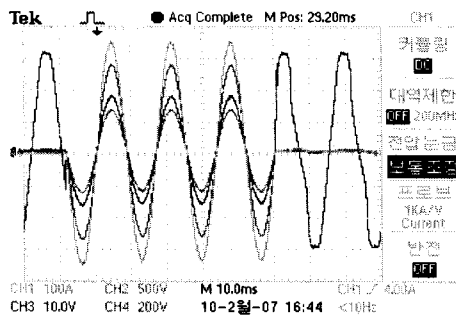
##### 3.1.2 TN-b계통

TN-a계통에서의 회로정수와 동일한 조건으로 하

고 TN-b계통에서 측정한 각 전압, 전류의 파형을 그림 5에 나타내었다. 이때 지락고장전류는 247.5[A]이다



(a) CH1:V<sub>1</sub>, CH2:V<sub>2</sub>, CH3:V<sub>3</sub>, CH4:U<sub>1</sub>



(b) CH1:A<sub>2</sub>, CH2:U<sub>f1</sub>, CH3:U<sub>2</sub>, CH4:U<sub>f2</sub>

그림 5. TN-b계통에서 시험전압, 전류 파형  
Fig. 5. Waveforms of the test voltages and currents in TN-b system

U<sub>1</sub> 값이 “-”인 것은 TN-a 시험시 U<sub>1</sub> 값이 “+”가 되도록 전압측정을 위한 회로결선이 되어 있기 때문이다. (즉, U<sub>1</sub>+V<sub>2</sub>=U<sub>0</sub>+V<sub>3</sub>) 따라서 IEC규격에서는 R<sub>P</sub>와 R<sub>B</sub>가 충분히 이격하여 전위간섭이 없는 경우이나 본 시험에서의 V<sub>3</sub>를 감안, IEC규격의 계산식에 대비시키면 U<sub>1</sub>=U<sub>0</sub>+V<sub>3</sub>-V<sub>2</sub>(I<sub>m</sub>×R<sub>P</sub>), U<sub>1</sub>의 측정극성을 반대로 하고 V<sub>3</sub>를 무시하면 U<sub>1</sub>=V<sub>2</sub>-U<sub>0</sub> 즉, U<sub>1</sub>= I<sub>m</sub>×R<sub>P</sub>-U<sub>0</sub>가 되어 IEC규격의 계산식 “U<sub>1</sub>=I<sub>m</sub>×R<sub>P</sub>+U<sub>0</sub>”와 일치하지 않는다. 이는 본 시험에 사용된 변압기가 감극성이기 때문이다.

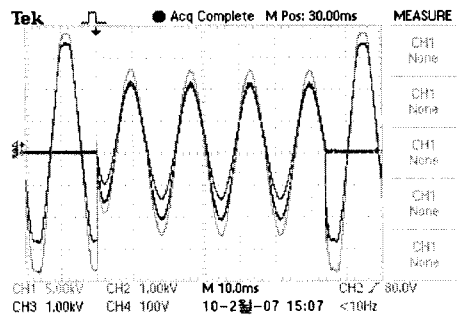
TN-b계통에 대해서 IEC규격에서는 U<sub>1</sub>(변압기 저압측 권선의 스트레스전압)만을 고려한 과전압대책이 고려대상이다. U<sub>2</sub>(접촉전압)보호대책에 대해

서는 별도로 고려하지 않아도 되는 것으로 되어 있으나, 실증시험결과는 스트레스전압 및 접촉전압에 대한 과전압보호대책이 필요한 것으로 나타났다.

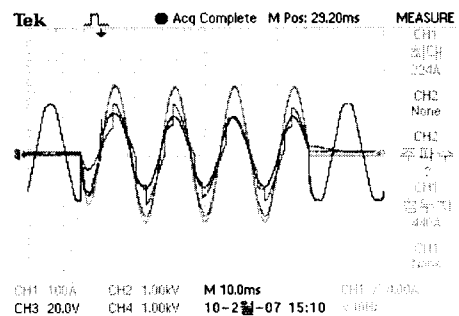
### 3.1.3 TT-a계통

TT-a계통에서 측정한 각 전압, 전류의 파형을 그림 6에 나타내었다. 이때 지락고장전류는 257.4[A]이다.

U<sub>2</sub>는 부하기기의 접지점으로부터 1[m] 이격한 곳에서 부하기기 외함에 접촉했을 때의 예상접촉전압으로서 U<sub>2</sub>≈0이어야 하나 U<sub>2</sub>=975[V] 근처에서 부하기기의 절연과괴현상으로 인하여 높은 전압이 나타났으며, U<sub>2</sub>=975[V] 이하에서는 측정오류가 발생하였다.



(a) CH1:V<sub>1</sub>, CH2:V<sub>2</sub>, CH3:V<sub>3</sub>, CH4:U<sub>1</sub>



(b) CH1:A<sub>2</sub>, CH2:U<sub>f1</sub>, CH3:U<sub>2</sub>, CH4:U<sub>f2</sub>

그림 6. TT-a계통에서 시험전압, 전류 파형  
Fig. 6. Waveforms of the test voltages and currents in TT-a system

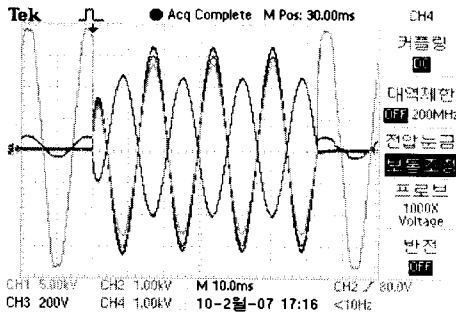
위 가정에서 V<sub>2</sub> 및 V<sub>3</sub>는 접지를 공용함으로 동일 전위가 되기 때문에 U<sub>0</sub>와 U<sub>1</sub>은 크기가 같고 동위상

22.9 kV-Y 계통에서 지락고장이 인계 및 저압설비의 안전에 미치는 영향

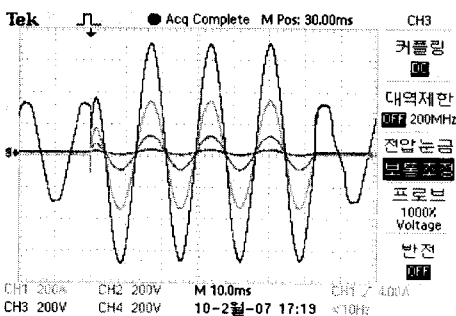
이 되며, 변압기가 가극성이면  $U_0$ 의 위상은 반대로 된다. 또한  $V_g$ 를 기준으로 2차측에서 전원단으로 본 전압의 합  $U_0+V_3$ 과 부하단으로 본 전압의 합  $U_2+U_n$ 은 같음을 알 수 있다.

TT-a계통에 대해 IEC규격에서는  $U_2$ (지락고장시 저압기기의 상도체와 외함사이의 상용주파스트레스 전압)만이 과전압보호를 위한 대책을 고려하는 대상으로 되어 있고, 감전보호( $U_{L2}$ )대책에 대해서는 별도로 고려하지 않아도 되는 것으로 되어 있다. 실증시험결과는 부하기기 절연파괴로 소기의 측정결과를 얻을 수 없었으나  $R_p$ ,  $R_B$  및 RA간의 이격거리 상관관계, 고장전류의 크기 및 대지저항률 등에 따라  $U_{L2}$ 도 감전보호를 위해 고려해야 하는 대상인 것으로 판단되었다.

3.1.4 TT-b계통



(a)  $CH_1: V_1, CH_2: V_2, CH_3: V_3, CH_4: U_1$



(b)  $CH_1: A_2, CH_2: U_{f1}, CH_3: U_2, CH_4: U_{L2}$

그림 7. TT-b계통에서 시험전압, 전류 파형  
Fig. 7. Waveforms of the voltages and currents in TT-b system

TT-b계통에서 측정된 각 전압, 전류의 파형을 그림 7에 나타내었다. 이때 지락고장전류는 257.4[A]이다. 최대 지락전류시  $R_p$  접지점의 접지전위( $V_2$ )는 2,135.5[V]로 측정되었는데,  $R_p$ 접지점의 지락고장전류( $A_2$ )와 접지저항( $R_p$ )의 곱( $248.9[A] \times 9.6[\Omega] = 2,389.4[V]$ )보다 약 253.9[V] 낮게 측정되었다. 또한  $R_p$  접지점의 지락고장전류에 의해 약 2[m] 이격된  $R_B$  접지점의 대지전위상승  $V_3$ 는 463.9[V]로 측정되었으며, 대체적으로 이 값은  $V_2$ 의 약 20[%]에 해당된다.

TT-b계통에 대해 IEC 60364-4-44규격에서는  $U_1$ 만이 고려대상인 것으로 되어 있으나  $R_p, R_B$  및 RA간의 이격거리 상관관계, 고장전류의 크기 및 대지저항률 등에 따라  $U_{L2}$ 도 고려대상으로 판단되었다. 각 접지계통에 대해 지락고장전류를 변화시켜 시험한 접지계통별 실증시험 결과를 표 1에 요약하여 나타내었다.

표 1. 접지계통별 시험결과  
Table 1. Test results by grounding systems

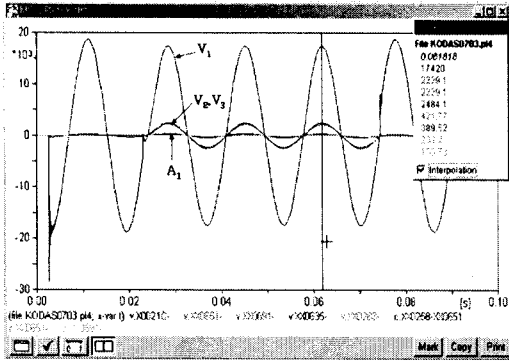
계통 방식	$R_B$	$V_2$	$A_1$	$U_1$	$U_2$	$U_{L2}$
TN-a	9.6	1,598.1	263.0	130	127.3	1456.6
	22.0	1,739.5	251.7	124	123.0	1612.2
	56.0	2,022.3	254.6	124	123.0	1753.6
TN-b	9.6	2,177.9	251.7	-1,612	123.0	387.4
	22.0	2,192.0	254.6	-1,570	121.6	435.5
	56.0	2,149.6	244.7	-1,485	120.2	469.5
TT-a	9.6	1,499.1	257.4	127	175.4	1131.3*
	22.0	1,668.8	258.8	126	169.7	1272.7*
	56.0	1,895.0	247.5	124	169.7	1336.4*
TT-b	9.6	2,135.5	248.9	-1,570	489.3	측정오류
	22.0	2,149.6	246.1	-1,584	165.5	277.1
	56.0	2,121.3	246.1	-1,584	164.0	243.2

$A_1$  : 지락고장전류,  $U_1$  : 변압기의 스트레스전압  
 $U_2$  : 부하설비 스트레스전압,  $V_2$  :  $R_p$  접지점의 전위  
 $U_{L2}$  : 부하설비 외함의 접촉전압,  $R_B$ : 중성점 접지 저항

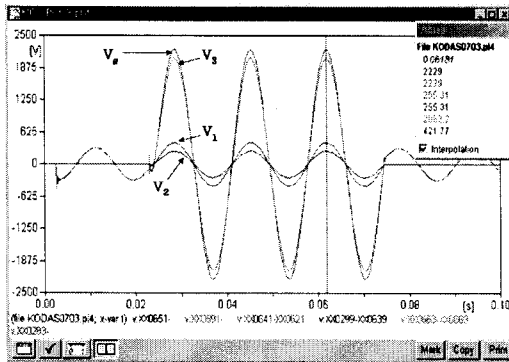
3.2 EMTP 해석

TT-a계통에 대하여  $R_S=30[\Omega], R_p=9.6[\Omega]$  및  $R_B$

=9.6[Ω]일 때, 즉  $R_{PB}=4.8[\Omega]$ 에 대한 EMTP 해석결과와 예를 그림 8에 나타내었다.



(a) 지락전류 및 각종 전압



(b) 각종 위험전압

그림 8. TT-a계통의 EMTP 해석결과  
Fig. 8. Analysis results using the EMTP in TT-a system

배전선로 및 고장전류의 크기에 대한 모델링은 통상적인 EMTP해석 모델을 적용하였으며, 변압기의 경우 EMTP에서 제공하는 이상적인 단상변압기 모델을 적용하였다. 부하설비의 부하는 단순히 저항회로만으로 모의하였고, 주상변압기의 상도체와 중성선이 변압기의 외함과 이루는 관계 및 부하설비의 상도체와 중성선이 부하설비 외함과 이루는 관계를 각각 커패시터로 모의하였다.

TN-b계통과 TT-b계통의 경우 접지점  $R_P$ 와  $R_B$ 간에는 전기적으로 분리되어 있고, 접지점  $R_P$ 에 흐르는 지락고장전류에 의한 전위가 접지점  $R_B$ 에 영향

을 주어 전위가 나타난다. 또한 TN계통의 경우 부하설비의 외함과 접지저항  $R_A$ 간에는 전기적으로 분리되어 있고, 외함은 지락고장전류에 의한 접지점  $R_P$  혹은  $R_B$ 에 나타나는 전위의 영향을 받는 것으로 측정되었기 때문에 이와 같은 관계를 각 접지점에 고저항의 병렬저항과 커패시터로 모델링하였다.

### 3.3 고찰

실증시험결과를 IEC 60364-4-44의 442항에 제시된 계산식과 대비한 분석표를 표 2에 나타내었다.

표 2. IEC규격과 실증시험결과와의 비교  
Table 2. Comparison between the test results and the condition in IEC standard

계통 방식	$U_1, U_2, U_f$ 전압 (IEC 60364)	시험 결과	일치여부(주5)
TN-a	$U_1=U_2=U_0$ $U_{f2}=I_m \times R_{PB}$	$U_1 \approx U_2 \approx U_0$ $U_{f2} \approx V_2$ (주1)	일치
TN-b	$U_1=I_m \times R_P + U_0$ $U_2=U_0, U_{f2}=0$	$U_1 \approx V_2 + U_0$ (주3) $U_2 \approx U_0$ $U_{f2} \approx 0$ (주2)	일치 (변압기극성, $R_B$ 전위고려시)
TT-a	$U_1=U_0$ $U_2=I_m \times R_{PB} + U_0$ $U_{f2}=0$	$U_1 \approx U_0$ $U_2 \approx V_2 + U_0$ (주4) $U_{f2} \approx 0$ (주4)	일치
TT-b	$U_1=I_m \times R_P + U_0$ $U_2=U_0, U_{f2}=0$	$U_1 \approx V_2 + U_0$ (주3) $U_2=U_0$ $U_{f2} \approx 0$ (주2)	일치 (변압기극성, $R_B$ 전위고려시)

(주1) 저압중성선 전위상승( $V_2=I_m \times R_{PB}$ )과 접지전극(부하기기외함에서 1[m] 지점)사이의 전위차가 나타남( $V_2$ 의 30~90[%] 범위).

(주2)  $U_{f2}=0$  이어야 하나  $R_P$ 와  $R_B$ 간의 이격거리가 충분치 않음(2m)에 따라 고장점( $R_P$ )의 접지전위상승에 기인한  $R_B$ 측의 대지전위가 나타남.

(주3)  $U_1=I_m \times R_P + U_0$ (가극성 변압기),  $U_1=I_m \times R_P - U_0$ (감극성변압기) 따라서  $U_1=I_m \times R_P - U_0$ 이어야 하며,  $R_B$ 의 전위를 고려하면  $U_1=I_m \times R_P - U_0 - V_3$ 임.

(주4)  $U_2 = 975[V]$  근처에서 부하기기의 절연이 파괴됨.  $U_{f2}=0$ 이어야 하나, 절연파괴를 기점으로  $U_{f2}$ 는  $V_2$ 에 비례하여 커지고,  $U_2$ 는  $V_2$ 와는 반대로 작아짐( $U_0$ 에 근사).

(주5) 일치여부는 매개변수의 변동과 계측기의 오차 등을 고려할 필요가 있음.

22.9 kV-Y 계통에서 지락고장이 인체 및 작업설비의 안전에 미치는 영향

4. 결 론

22.9 kV-Y 배전계통에서 1차측 지락고장시 저압 계통에 접속되는 기기와 인체의 안전성 검토를 위한 실험적 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 현재 22.9 kV-Y중성선/변압기외함/저압중성선 접지를 공통으로 접속하는 경우 등전위본딩이 필수적이다.
- (2) 변압기외함과 저압측 기기 사이의 섬락에 대한 대책으로 변압기를 공통접지방식으로 해야 하는 타당성의 하나이다.
- (3) IEC규격의 계산식과 실증시험결의 분석에서, IEC규격의 계산식( $U_1 = I_m \times R + U_0$ )은 최악조건을 제시한 식(회로도에서의 기기절연내력 최대치)이거나, 또는 변압기의 극성을 고려하지 않은 식으로 판단되나 고압측과 저압측의 공칭전압의 차이가 크지 않은 경우(예로 3,300/220[V])에는 변압기 권선의 극성이 계통의 절연협조나 접지설계에 큰 변수로 작용할 수도 있음이 밝혀졌다.

감사의 글

이 논문은 산업자원부에서 시행한 전력산업연구개발사업에 의해 작성되었습니다.

References

- (1) "Power installations exceeding 1(kV) a.c.", CENELEC HD 637 S1.
- (2) "Guide for Safety in AC Substation Grounding", IEEE 80-2000.
- (3) "Requirements for Electrical Installations", IEE Wiring Regulations, BS 7671, 2001.
- (4) "National Electrical Safety Code(NESC)", C2-2002.

- (5) "Electrical Installation Guide", Scheider Electric, 2007.
- (6) "Electrical Installations of buildings - Part 4-41: Protection for safety - Protection against voltages disturbances and electromagnetic disturbances", IEC 60364-4-44, 2001. 8.
- (7) "Effects of current passing through the human body", IEC 60479-1, Report, 1994. 9.
- (8) "Residual Current Devices for protection of electric shock", KEA Report, 2002. 11.
- (9) "Power installations exceeding 1(kV) a.c. - Part : Common rules", IEC 61936-1, 2002. 10.
- (10) "Electrical installation of buildings", KS C IEC 60364, 2002. 10.
- (11) "A Study on the Improvement of Grounding Execution for the 22.9(kV) Overhead Distribution System", KEPRI Report, 2006. 2.

◆ 저자소개 ◆

김한수 (金漢洙)

1964년 7월 21일생. 1992년 부경대 전기공학과 졸업. 1994년 경성대 산업공학과 졸업(석사). 2006년 서울산업대 신에너지공학과(박사). 1983~1997년 한국전력공사 근무. 1997년~현재 대한전기협회 기술기준처 처장. 본 학회 평의원.  
 Tel : (02) 3393-7660  
 Fax : (02)3393-7689  
 E-mail : khs@electricity.or.kr

정재희 (鄭載喜)

1952년 3월 14일생. 1979년 2월 중앙대 전기공학과 졸업. 1981년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1984년 8월 동 대학원 전기공학과(박사). 2004~현재 한국안전학회 부회장. 현재 서울산업대 안전공학과 교수.  
 Tel : (02) 970-6376  
 Fax : (02) 976-7479  
 E-mail : jung@snut.ac.kr

강계명 (姜桂明)

1959년 7월 25일생. 1982년 8월 한양대 재료공학과 졸업. 1984년 2월 동 대학원 재료공학과 졸업(석사). 1990년 2월 동 대학원 재료공학과(박사). 1999년 Ohio State University 방문교수. 현재 서울산업대 신소재공학과 교수.  
 Tel : (02) 970-6629  
 Fax : (02)970-6565  
 E-mail : littbird@snut.ac.kr