

# 뇌임펄스전압에 대한 30[A]용 고감도형 누전 차단기의 오동작에 대한 특성의 해석

(Analysis of Malfunction Characteristics of High Sensitivity Type Earth Leakage Circuit Breaker for 30(A) due to Lightning Impulse Voltages)

이복희\* · 이승철\*\* · 김찬오\*\*\*  
 (Bok-Hee Lee · Seung-Chil Lee · Chan-O Kim)

## 요 약

본 논문은 뇌임펄스전압에 대한 누전 차단기의 오동작 특성에 관한 것으로 한국공업규격 KS C 4613의 규정과 서지보호장치를 갖는 모의회로의 조건에서 누전차단기의 부동작 특성을 실험적으로 조사하고 검토하였다. 실험 결과, 본 연구에 사용한 30[A]용 고감도형 누전 차단기인 모든 시료는 증폭회로의 전원부에 설치된 서지보호장치에 의해 입사되는 차동모드의 뇌임펄스전압이 차단되는 성능을 가지고 있었다. 4종의 시료는 KS C 4613에 정의된 뇌임펄스 부동작시험조건을 만족시키지 못하였으며, 그 때의 오동작을 유발한 전압은 약 5~6.5[kV]로 비교적 높았다. 서지보호장치가 설치된 경우를 모의한 시험조건에서는 3종의 누전차단기가 오동작하였으며, 누전차단기가 오동작을 일으키는 전압도 약 3~5[kV]정도로 비교적 낮았다.

## Abstract

This paper deals with the malfunction characteristics of the earth leakage circuit breakers(ELBs) applied by a lightning impulse voltage. In the cases of the regulation of KS C 4613 and the simulated circuits with surge protection devices, the dead operation characteristics of the ELBs against lightning impulse voltages were experimentally investigated and discussed. As a result, all the specimens(ELBs) used in this work have a cutoff performance of the lightning impulse voltage when the differential mode surges were injected at the input terminals of the ELBs owing to a surge absorber installed at the power source side of amplification circuit. Four kinds of the specimens have brought about malfunction in the condition of the lightning impulse dead operation test defined in KS C 4613, and the malfunction voltages are relatively high and are about 5~6.5[kV]. In the case of the simulated test circuit with surge protection devices,

\*정회원 : 인하대 공대 전기공학과 부교수

\*\*\*정회원 : 서울산업대 안전공학과 교수

\*\*정회원 : 인하대 공대 전기공학과 박사과정

접수일자 : 1997. 7. 16

three kinds of the ELBs have led to malfunction. Also the voltage level causing the malfunction of the ELBs is decreased by operation of surge protection devices, and it ranges from 3 to 5(kV).

## 1. 서 론

누전 차단기의 사용으로 누전에 의한 화재와 감전 사고는 감소한 반면, 뇌임펄스전압에 의한 오동작으로 인하여 전원의 정전이나 순시 전압 강하와 같은 문제를 일으키게 된다. 누전 차단기는 저전압 회로에 침입하는 뇌임펄스전압이나 개폐기의 조작에 의해 발생하는 개폐 서지 또는 노이즈에 대해서도 오동작하지 않는 높은 신뢰성이 요구되고 있다[1]. 누전 차단기의 서지에 의한 오동작의 원인을 규명하고 방지 대책을 수립하는 것은 전원의 안정적 공급 측면에서 대단히 중요하다. 전원회로에 침입하는 뇌서지나 스위치의 조작에 의해 발생하는 개폐서지의 파형이나 크기, 발생빈도 등을 분석하였으며, 특히 누전 차단기의 뇌임펄스전압에 의한 오동작이 커다란 문제로 되어 왔으며, 이에 대한 실태 조사 및 원인 규명에 대한 연구가 많이 수행되었다[2~6].

최근에는 집적회로를 비롯하여 뇌임펄스전압에 대한 내전압이 낮은 전자·정보기와 컴퓨터 등을 저전압회로에 사용하므로 이들의 뇌임펄스전압에 대한 보호를 목적으로 기기 내부에 제너다이오드, 스파크 갭 및 바리스터 등과 같은 서지차단소자를 내장하거나 선로-대지 사이에 접속하는 경우가 많다. 따라서 누설 전류의 검출메카니즘과 부하의 특성을 고려하여 뇌임펄스전압이 누전 차단기의 오동작에 미치는 원인을 검토하는 것이 중요한 문제로 대두되었다. KS C 4613에서는 누전 차단기의 뇌임펄스에 대한 내전압 성능 및 부동작 성능의 시험요건이 명시되어 있다[1].

본 논문에서는 누전 차단기의 뇌임펄스전압에 대한 오동작을 평가하여, 누전 차단기의 주 역할인 누전으로 인한 화재와 감전 사고를 최소화시키고, 또한 전력 공급의 신뢰성을 확보하기 위해 누전차단기의 뇌임펄스전압에 의한 오동작에 대한 원인을 규명하며 이에 대한 대응책을 제안하고자 한다. 누전 차단기의 뇌임펄스 부동작 시험 회로(KS C 4613)를

적용하여 1.2/50[ $\mu$ s] 임펄스전압에 대한 부동작 특성을 측정하였으며, 누전 차단기의 오동작 여부를 조사하였다. 또한 부하측에 서지보호장치를 설치한 것과 동일한 효과를 갖는 모의 실험 회로에 대하여 누전 차단기의 오동작 여부와 임펄스전압-영상분전류의 피크값 특성을 평가하고, 오동작의 원인에 대해서 분석·검토하였다. 본 논문에서는 국내외에서 사용되고 있는 정격감도전류 30(mA)이하, 동작시간은 0.03초 이내인 성능을 갖는 30(A)용 고감도형 누전 차단기에 대한 실험결과를 비교·분석하였다.

## 2. 누전차단기의 동작원리와 오동작 요인

누전 차단기의 기본 구성은 자동차단기에 누전검출기가 추가되어 누전, 감전 사고의 방지, 과전류와 단락 사고를 동시에 보호할 수 있는 누전 차단기가 보급되고 있다. 최근 시판되고 있는 전류구동형 누전 차단기의 구성도의 예를 그림 1에 나타내었으며, 이의 동작 원리와 순서는 다음과 같다.

① 영상변류기 1차측에 누설전류가 흐르게 되면 2차측에 검출 전압이 발생하며, 이 전압으로 누전 여부를 판정한다.

② 누전의 검출 신호는 비교기에 전달되며, 비교기에 의해 누전 판정 레벨에 도달한 신호는 펄스발생회로를 거쳐 스위칭 소자(SCR 또는 트랜지스터)를 동작시킨다.

③ 펄스발생회로의 출력 전압에 의해 스위칭 소자가 턴온되어 트립코일에 전류가 흘러 누전 차단기가 동작하게 된다.

누전 차단기의 뇌임펄스전압에 의한 오동작에 영향을 미치는 요인으로는 누전 차단기의 내부 회로 및 특성에 관련된 내부적 요인과 침입 서지의 여러 가지 파라미터, 부하측의 회로 조건, 누전 차단기 설치 위치의 주위 조건 등과 같은 외부적 요인으로 분류할 수 있다[7].

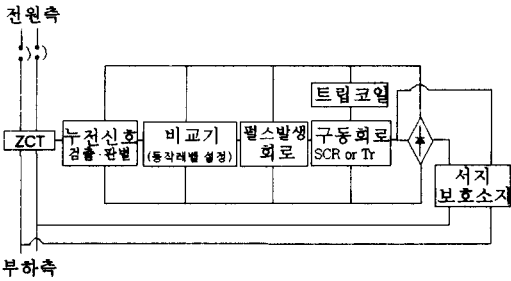


그림 1. 누전 차단기 트립회로의 계통도  
Fig. 1. Flow chart for trip circuit of earth leakage circuit breaker

내부적 요인에 대해서는 최근에 많이 향상되었으며, 제작회사 자체의 기술력과 관련되므로 여기에서는 언급하지 않는다. 특히 수용가의 부하 회로 구성이나 부하측 기기에도 오동작 요인이 내포되어 있으며, 저전압 전로만의 정전용량 및 절연 저항만에 의해서 누전 차단기가 오동작할 가능성은 매우 적다. 그러나 최근 정보기기 등의 부하기에 서지보호용 소자가 내장되어 있으며, 서지차단소자가 동작하거나 섬락이 발생하는 경우 누전 차단기가 오동작할 가능성이 크므로 본 논문에서는 이에 대해서 중점적으로 기술하였다.

### 3. 실험 장치 및 방법

전기·전자기기의 고장 전류와 단락 전류 등의 대전류에 의해 전원 회로에 발생하는 서지를 모의하여 누전 차단기의 동작 특성을 평가하기 위한 것으로 본 논문에서는 IEEE와 IEC 등 국제 규격으로 정해진 뇌임펄스전압 발생장치를 적용하였다[8~11].

본 연구에 적용한 뇌임펄스전압 발생장치는 1.2/50(μs) 파형 최대 10(kV)의 임펄스전압을 발생시키며, 이의 주요회로와 특성에 대해서는 이미 상세하게 발표하였다[12]. 그리고 임펄스전압이 인가되어 시료가 절연 파괴되거나 서지차단장치가 동작하게 되면 임펄스전류로 변환되는 실제의 서지 현상과 매우 흡사한 효과를 나타낸다. 임펄스전압과 전류는 대전류 프로브와 고전압 프로브(Tek. P6015, Tek. P5200)로 검출하였으며, 이들의 파형은 축적형 오실로스코프(Tek. TDS 520(A))로 관측하였다.

누전 차단기의 뇌임펄스 부동작 시험 규격인 KS

C 4613에 정해진 시험 회로와 누전 차단기의 2차측에 바리스터를 사용한 서지보호장치가 설치된 모의 실험 회로를 적용하였다. 본 논문에 적용한 실험 회로를 그림 2에 나타내었으며, KS C 4613의 뇌임펄스 부동작 시험 회로는 스위치 S<sub>1</sub>만이 닫힌 경우이고, 서지보호장치로 바리스터가 부하측에 설치된 모의 실험 회로는 스위치 S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>가 닫힌 경우이다. 본 연구에 적용한 바리스터의 동작 개시전압은 680(V)이며, 전류 용량은 3(kA)이다.

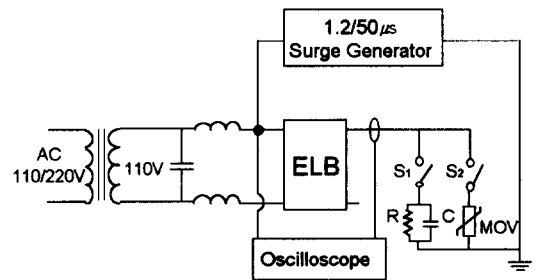


그림 2. 실험 회로도  
Fig. 2. Experimental circuit diagram

시료로는 국내 제품 5종과 외국 제품 1종을 대상으로 하였으며, 모두 감전 보호용 고감도형 누전 차단기로 30(A)용에 대해서 실험하였다. 실험조건으로는 KS C 4613의 규정과 전기설비기술기준에 따라 110(V) 전원선에는 절연저항(R)은 0.1MΩ, 대지정전용량(C)는 0.033μF, 220(V) 전원선에 대해서는 절연저항(R)은 0.2MΩ, 대지정전용량(C)는 0.033μF으로 하였으며, 시험전압은 최고 7(kV)로 하였다. 그림 2에 나타낸 실험 회로에 대한 뇌임펄스전압의 인가전압의 피이크치에 대한 전류의 피이크를 나타내는 특성을 도식화하여 나타내었다. 더불어 누전 차단기의 2차측에 서지보호장치가 설치되어 있을 경우에 대한 오동작 여부를 조사하였으며, 오동작의 원인에 대해서 분석·검토하였다.

### 4. 결과 및 고찰

#### 4.1 자동모드 임펄스전압에 대한 누전 차단기의 특성

최근 시판되고 있는 누전 차단기는 누전의 검출

요소로서 영상변류기(ZCT)를 사용하고 있으며, 그림 3에 나타난 바와 같이 누전 차단기의 입력측 양단에 뇌임펄스전압(차동모드 전압)이 인가되면 검출 및 증폭회로의 보호용 서지차단소자가 내장되어 있으므로 부하측으로의 뇌임펄스전압의 유입을 방지하는 역할을 하고 있다.

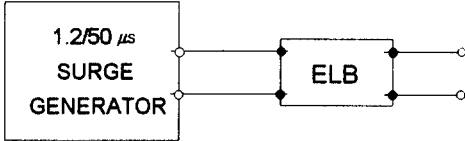
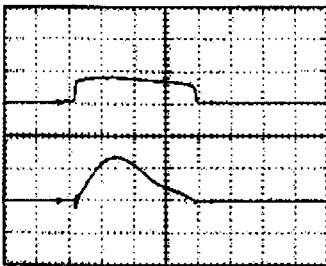


그림 3. 차동모드 임펄스전압에 대한 실험 회로  
Fig. 3. Experimental circuit for differential mode impulse voltage

그림 3의 회로에 1.2/50( $\mu s$ ) 뇌임펄스전압을 인가하였을 때의 부하측 단자 전압과 전류파형을 그림 4에 나타내었다. 전원선 양단에 입사한 임펄스전압(뇌서지, 개폐 서지 등)은 누전 차단기의 검출 및 증폭회로 보호용 서지차단소자에 의해 차단되며, 이 입사 임펄스에너지는 전류로 변환되어 바리스터에서 흡수되거나 반사되어 입사 경로로 되돌아가게 된다. 따라서 전원선에 뇌임펄스의 침입이나 개폐기의 조작 또는 급격한 부하 변동에 의해 발생하는 차동모드 개폐 서지전압은 누전 차단기에 의해 제한되므로 부하측의 전자기기는 이들 임펄스전압에 대해 보호된다.



위 : 차단전압파형(1kV/div, 5  $\mu s$ /div)  
아래 : 뇌서지전류파형(278A/div, 5  $\mu s$ /div)

그림 4. 차단된 뇌임펄스전압과 전류파형  
Fig. 4. Waveforms of the chopped impulse voltage and current

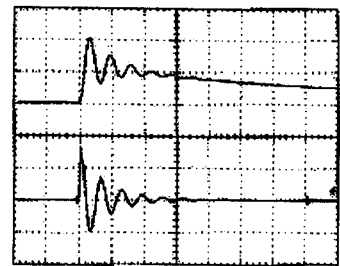
부하측 단자 전압 즉, 차단 전압과 전류파형은 시료 6종에 대해 거의 비슷한 특성을 보였으며, 차단 전압의 크기와 전류 내량은 서지보호용으로 적용한

바리스터의 규격에 따라 각각 다른 값을 나타내었다. 그러나 누전 차단기에 접속된 서지차단소자(바리스터)는 서지로부터 누전 차단기에 내장된 전자 회로를 보호하는 것이 주목적이므로 차동모드의 임펄스전압에 대해서만 동작하며, 대개 전류 용량이 작은 것이 적용되어 있어 강한 차동모드의 뇌서지 또는 공통모드의 입사 서지에 대해서는 보호소자로서의 역할을 못하게 된다. 즉, 누전 차단기에 내장된 전자 회로 보호용 서지차단소자가 차동모드 서지에 대해서만 동작하므로 누전 차단기는 동작하지 않았다.

#### 4.2 뇌임펄스전압-전류 특성

그림 2의 KS C 4613 시험 회로에 뇌임펄스전압(공통모드 전압)을 인가한 경우의 전압, 전류파형의 예를 그림 5에 나타내었다.

무부하시 뇌임펄스전압 발생장치의 출력 전압은 1.2/50( $\mu s$ ) 파형이지만 실험 회로의 모의 대지 정전용량(0.033( $\mu F$ ))의 영향 때문에 진동을 포함하는 임펄스전압 파형으로 변화된다.



위 : 전압파형(2kV/div, 10  $\mu s$ /div)  
아래 : 전류파형(111.2A/div, 10  $\mu s$ /div)

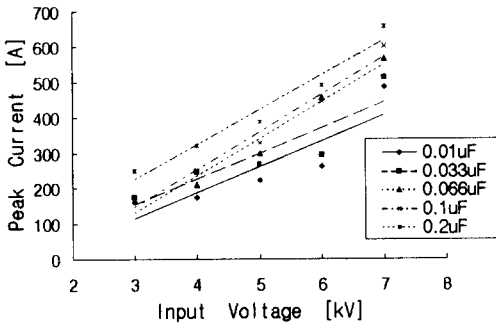
그림 5. 실험 전압-전류파형의 예  
Fig. 5. Typical example of test voltage and current waveforms

이러한 전압 파형은 뇌임펄스전압이 전원 선로에 입사되어 나타나는 실제 조건과 매우 흡사한 전압 파형이라고 볼 수 있다. 이에 상응하는 전류도 진동성으로 나타나며, 본 논문에서는 피이크전압과 전류의 피이크값으로 특성을 표시하였다. 뇌서지가 공통모드로 침입하였을 때 교류 전원선 회로는 단순한 R-L-C 폐회로 라고 생각할 수 있으며, 과도 현상 회로로서 영상 회로에 흐르는 전류의 진동 주파수는 그림 5에서 약 168(kHz)이다. 부하측 회로가 서지

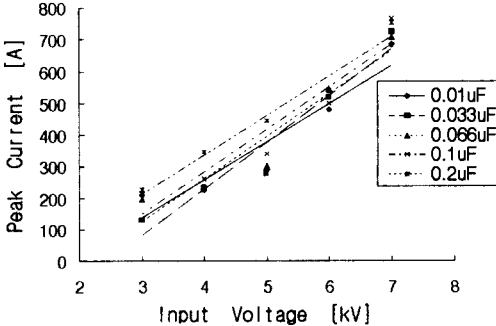
보호장치가 없는 선로만의 경우에는 뇌임펄스전압이 입사되면 일반적으로 감쇠진동전류가 흐르는 것을 알 수 있다.

최근 신축되고 있는 아파트 전기배선의 대지정전용량을 이론적으로의 산출과 실측결과 0.02~0.06 [ $\mu\text{F}$ ] 정도 이었다[12]. 대지정전용량의 변동이 뇌임펄스전압에 대한 오동작에 영향을 미치는가를 평가하기 위해 누설저항을 0.1[M $\Omega$ ]으로 하고 대지정전용량 C를 0.01~0.2 [ $\mu\text{F}$ ]으로 변화시킬 때의 전압-전류특성의 예를 그림 6에 나타내었다.

임펄스전압의 증가와 더불어 영상전류의 피이크값은 거의 선형적으로 증가하였으며, 또한 정전용량의 증가에 따라 영상전류는 증가를 보이고 있다. 그러나 영상전류의 피이크값은 정전용량을 증가시킬 때 영상전류의 진동주파수가 감소하므로 정비례적으로 증가하는 것은 아니다. 또한 이의 특성은 정전용량이 작을수록 임펄스발생장치의 트리거방전특성의 영



(a) 임펄스전압을 Hot line에 인가한 경우



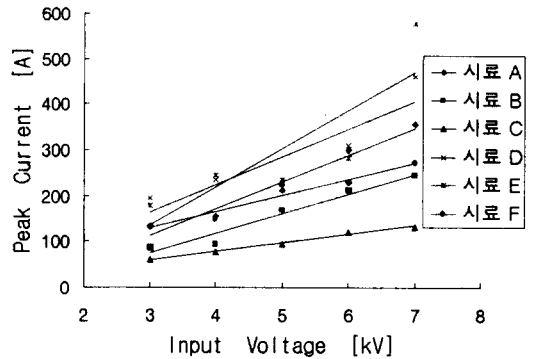
(b) 임펄스전압을 Neutral line에 인가한 경우

그림 6. 정전용량을 파라미터로 나타낸 피이크 임펄스 전압-피이크 영상전류 특성

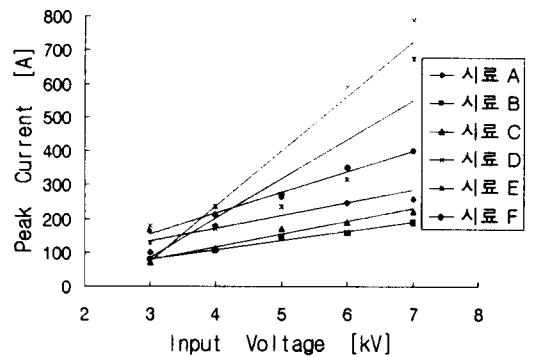
Fig. 6. Characteristics of peak impulse voltage to peak current of zero-phase sequence circuit as a parameter of capacitance

향 때문에 일률적이지 않은 특성으로 나타났다. 이와 같이 대지정전용량이 변화함에 따라 누전 차단기에 흐르는 전류도 변화하는 것으로 보아 누전 차단기가 오동작될 가능성도 있음을 추측할 수 있다.

중소형 아파트와 일반 주택용으로 많이 사용되는 30[A]용 누전 차단기 6종에 대해서 뇌임펄스 부동작 시험을 수행하였으며, 실험조건으로는 절연 저항은 0.1[M $\Omega$ ], 0.2[M $\Omega$ ], 그리고 대지 정전용량은 0.033 [ $\mu\text{F}$ ]를 모의한 회로를 적용하였다. 이에 대한 뇌임펄스전압-영상 전류의 피이크값 특성을 그림 7, 그림 8에 나타내었다. 그림 7과 그림 8의 결과에서 누전 차단기에 흐르는 영상 전류의 피이크값은 임펄스전압의 증가와 더불어 증가하는 특성을 보였으며, 시료에 따라 상당히 다른 특성을 보이고 있다.



(a) 임펄스전압을 Hot line에 인가한 경우

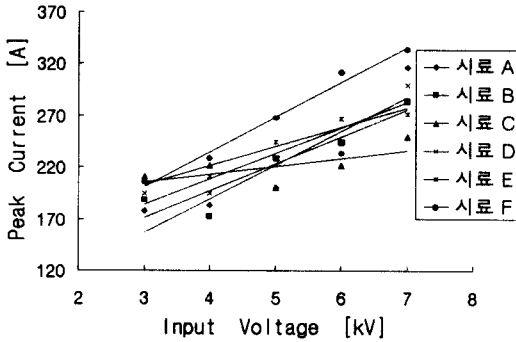


(b) 임펄스전압을 Neutral line에 인가한 경우

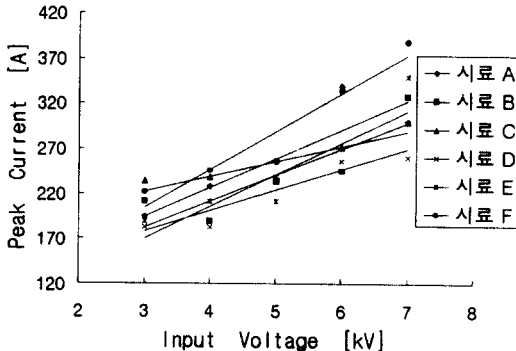
그림 7. 임펄스전압-영상 전류의 피이크값 특성 (C : 0.033 [ $\mu\text{F}$ ], R : 0.1[M $\Omega$ ])

Fig. 7. Characteristics of impulse voltage to peak current of zero-phase sequence circuit (C : 0.033 [ $\mu\text{F}$ ], R : 0.1[M $\Omega$ ])

본 시험조건에서 절연저항이 0.2(MΩ)인 경우 영상전류의 피크값이 낮게 나타났고 오동작을 일으킨 시료는 없었으며, 절연저항이 뇌임펄스전압에 대해 누전 차단기가 오동작을 유발시키는 지배적인 요인임을 알수 있었다.



(a) 임펄스전압을 Hot line에 인가한 경우



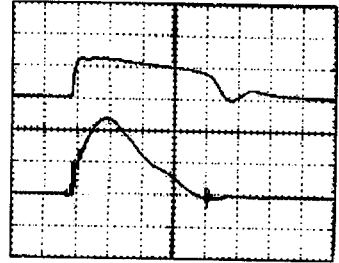
(b) 임펄스전압을 Neutral line에 인가한 경우

그림 8. 임펄스전압 - 영상 전류의 피크값 특성  
(C : 0.033(μs), R : 0.2(MΩ))  
Fig. 8. Characteristics of impulse voltage to peak current of zero-phase sequence circuit  
(C : 0.033(μs), R : 0.2(MΩ))

그림 2의 실험 회로에서 바리스터를 접속하였을 때 즉, 스위치 S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>를 모두 닫은 조건에서 임펄스 전압을 인가한 경우 출력단의 전압, 전류파형을 그림 9에 나타내었으며, 서지보호장치가 접속되지 않은 경우(그림 5)의 전압, 전류파형과는 매우 다른 양상을 나타내었다. 또한 오동작 여부를 종합한 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1의 결과에서 알 수 있듯이 KS C 4613 시험 조건에서 시료 A, C, D, E 등 4종의 제품이 제한값인 7(kV)이하에서 오동작하는 결과를 나타내었다.

오동작을 일으키는 임펄스전압은 대략 5~6.5(kV) 범위이었으며, 대체적으로 제한 규제값에 근사한 결과를 보이고 있다.



위 : 전압파형[1kV/div, 5μs/div]  
아래 : 전류파형[278A/div, 5μs/div]

그림 9. 바리스터를 접속한 경우의 출력전압 - 전류파형의 예  
Fig. 9. Typical example of the output voltage and current waveforms in the case of test circuit with a varistor

뇌임펄스전압의 인가 전압이 5~6.5(kV)범위에서 시료 D와 E에는 다른 시료에 비해 높은 피크전류가 검출되었지만 시료 A와 C의 경우에는 오동작을 하지 않은 시료에 비해 그다지 많은 전류가 흐른 것은 아니다. 이의 결과를 보면 임펄스전압이 인가된 경우 누전 차단기가 오동작하는 원인이 영상 전류의 피크라고 단정할 수는 없다. 또한, 오동작을 일으키지 않은 시료 F에 흐른 전류가 오동작을 일으킨 시료보다도 많은 전류가 흐른 것이 특이하며, 피상 전류만을 가지고 누전 차단기의 오동작 특성을 파악하기에는 한계성을 보이고 있다.

수 (kV)의 뇌임펄스전압이 인가된 경우에도 서지 보호장치인 바리스터가 동작하여 출력 전압은 낮은 전압(약 1.2(kV))으로 제한되었지만 전류의 피크값은 600(A)정도이며, 상승시간이 거의 8(μs)인 뇌임펄스전류가 흐르는 특성을 보이고, 특히 파미시간이 길어 많은 에너지의 공급을 나타내고 있다.

그림 9의 전압, 전류는 공통모드 전압, 전류이므로 누전 차단기가 이를 검출하여 전원 회로를 차단하게 되면 그 누전 차단기는 KS C 4613에 규정된 뇌임펄스 부동작 성능을 만족시키지 못하는 결과가 된다. 즉, 뇌임펄스전압의 침입에 따른 누전 차단기의 오동작으로 판단할 수 있다.

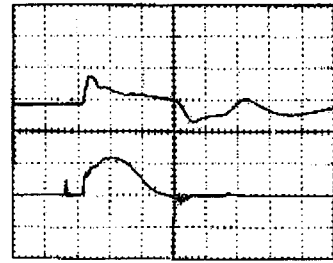
바리스터를 사용한 서지보호장치를 접속하지 않은 경우와 마찬가지로, 시료 A, D, E 등 3종의 제품이

공업규격의 시험 제한 값인 7[kV]이하에서 오동작하는 결과를 나타내었다. 특히 오동작을 일으키는 전압이 낮아졌으며, 3[kV]정도에서도 오동작을 일으킨 시료도 있었고, 시료 C의 경우는 바리스터를 접속한 경우에는 오히려 오동작을 일으키지 않았다. 따라서 오동작을 일으키는 원인이 복합적으로 작용하므로 정확한 오동작 원인을 찾아내기 위해서는 총체적인 검토가 필요하다. 또한 시료 각각에 대한 특성의 비교와 개별적 오동작 원인에 대해서는 제품의 성능과 직접 관련되므로 여기에서는 언급하지 않으며, 문제점을 제시하여 연구·보완을 기대한다.

표 1. 30[A]용 누전 차단기의 오동작 시험결과  
Table 1. Results of the malfunction of the earth leakage circuit breakers for 30[A]

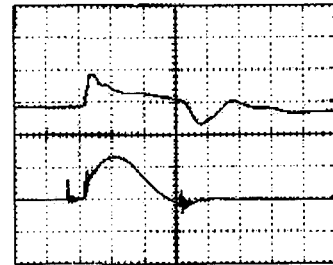
시료	실험 회로	서지인가 단자	오동작 여부		오동작 발생전압 [kV]
			여 : ○	부 : ×	
			0.1(MΩ)	0.2(MΩ)	
A	(a)	Hot line	○	×	5
		Neutral line	○	×	5
	(b)	Hot line	○	×	3.5
		Neutral line	○	×	3.5
B	(a)	Hot line	×	×	—
		Neutral line	×	×	—
	(b)	Hot line	×	×	—
		Neutral line	×	×	—
C	(a)	Hot line	○	×	6.5
		Neutral line	○	×	6
	(b)	Hot line	×	×	—
		Neutral line	×	×	—
D	(a)	Hot line	×	×	—
		Neutral line	○	×	5
	(b)	Hot line	○	×	3
		Neutral line	○	×	3
E	(a)	Hot line	○	×	6
		Neutral line	○	×	6.5
	(b)	Hot line	○	×	5
		Neutral line	○	×	5
F	(a)	Hot line	×	×	—
		Neutral line	×	×	—
	(b)	Hot line	×	×	—
		Neutral line	×	×	—

\* (a) : KS C 4613의 회로  
(b) : 바리스타가 접속된 경우



위 : 전압파형(1kV/div, 5μs/div)  
아래 : 전류파형(278A/div, 5μs/div)

(a) 오동작한 시료



위 : 전압파형(1kV/div, 5μs/div)  
아래 : 전류파형(278A/div, 5μs/div)

(b) 오동작하지 않은 시료

그림 10. 누전 차단기의 증폭회로 보호용 서지흡수기 전압과 전류파형

Fig. 10. Waveforms of the current and voltage of the surge absorber for protection of amplification circuit in earth leakage circuit breakers

구동회로 입력측으로의 임펄스전압의 침입에 의한 오동작 원인을 알아보기 위해서 뇌임펄스전압이 인가되었을 때 제어회로 즉, 누전 차단기의 증폭기 보호용 서지흡수기의 단자 전압과 전류파형을 오동작한 시료와 오동작하지 않는 시료에 대해 측정한 결과를 그림 10에 나타내었다.

그림 10에 나타난 특성과 같이 모든 시료의 증폭회로 보호용 서지흡수기의 단자 전압 파형과 전류파형은 거의 일치하였으며, 특이하게도 여기에서는 오동작을 하지 않은 시료의 전압과 전류의 레벨이 높게 나타났다. 이 결과로부터 누전 차단기가 오동작을 일으키는 원인이 증폭회로용 전원부에서 발생하는 것이 지배적이라고 볼 수는 없다. 즉, 뇌임펄스전압이 인가되었을 때 누전 차단기의 오동작은 서지보

호장치의 동작에 따른 증폭회로용 전원 회로에의 임펄스전압, 전류의 침입이 원인이 된 것이 아니라, 검출 및 누전 신호 판별부, 비교기 부분, 또는 바리스터의 동작에 따른 전자계의 영향이 오동작을 일으키는 주 원인인 것으로 것으로 추정된다. 따라서 누전 차단기의 누전 신호 판별과 처리의 시간 영역, 비교기 준위의 적절한 설정, 증폭 및 출력 발생 회로의 전자계 내성 등에 역점을 두어 설계할 필요가 있는 것으로 분석된다.

## 5. 결론

본 논문에서는 감전 보호용 고감도형 누전 차단기의 뇌임펄스 오동작 특성에 대해서 실험적으로 연구하여 분석·검토한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 뇌임펄스전압이 전원 선로에 공통모드로 입사한 경우 영상 전류는 선로의 회로 정수에 의해 결정되는 감쇠진동성 전류로 흐르며, 절연저항이 뇌임펄스전압에 의한 누전차단기의 오동작에 지배적으로 영향을 미치는 것으로 판명되었다.

(2) 부하 회로에 서지차단소자가 내장되어 있거나 서지보호장치가 설치된 경우 누전 차단기는 서지차단장치의 동작 전류의 영상분을 검출하여 오동작할 가능성이 있으며, 오동작 전압 레벨도 3(kV)정도로 낮게 나타난 시료도 있었다.

(3) 임펄스전압에 대한 부동작 시험시 누전 차단기의 오동작은 증폭회로의 검출부 또는 누전 신호 판별부에 침입된 요인때문에 일어나는 것으로 추정된다.

## 참 고 문 헌

- [1] KSC4613 : 누전 차단기, 1994, pp.5~22.
- [2] 日本電氣學會, "漏電遮斷器の動作信頼度とその向上策", 電氣學會技術報告, No.116, 1981, pp.11~95.
- [3] 高橋, 時田, 石山, "第20回 IEC/TC64 建築電氣設備會議", 電氣設備學會誌, Vol.9, pp.50~56, 1989.8.
- [4] R. Odenberg and B.J. Braskich, "Measurements of Voltage and Current Surges on the AC Power Line in Computer and Industrial Environments", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol.PAS-104, No.10, pp.2681~2688, 1985.10.
- [5] F. D. Martzloff and G. J. Hahn, "Surge Voltages in

Residential and Industrial Power Circuits", IEEE Trans., Vol.PAS-89, pp.1049~1056, 1970.8.

- [6] ANSI/IEEE Std. C62.41-1991, IEEE Guide for Surge Voltage in Low-Voltage AC Power Circuits, pp.22~58, 1991.
- [7] 渡邊 信公, "雷サージによる漏電遮斷器の誤動作要因についての實驗と考察", 電氣設備學會誌, Vol.9, No.4, pp.303~308, 1989.4.
- [8] General Electric Co., Transient Voltage Suppression Manual, Second Edition, pp.37~108, 1978.
- [9] International Electrotechnical Commission, Electromagnetic Compatibility for Industrial-Process Measurement and Control Equipment : IEC Publication 801-1-5, 1984.
- [10] Surge Protective Devices Committee of the IEEE Power Engineering Society, An American National Standard, IEEE Guide on Surge Testing for Equipment Connected to Low-Voltage AC Power Circuits ; ANSI/IEEE C62.45-1987, IEEE, pp.9~49, 1987.
- [11] KeyTek Instrument Crop., Surge Protection Test Handbook, Second Edition, 1986, pp.5~41.
- [12] 이승철, 장석훈, 이복희, "서지전압에 대한 50(A)용 누전차단기의 부동작 특성", 조명·전기설비학회지, Vol.11, No.5, 1997. 11.

## ◇ 著 者 紹 介 ◇



이 복 희(李福熙)

1954년 6월 29일생. 1980년 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1988년~1989년 일본 동경대학 생산기술연구소 객원연구원. 1990년~현재 인하대 공대 전기공학과 부교수.



이 승 칠(李承七)

1943년 4월 1일생. 1971년 인하대공대 전기공학과 졸업. 1997년 서울산업대 산업대학원 안전공학과 졸업(석사). 1971~현재 한진건설주식회사 근무. 현재 인하대 대학원전기공학과 박사과정.



김 찬 오(金燦五)

1953년 7월 30일생. 1978년 한양대 공대 전기공학과 졸업. 1981년 8월 한양대 산업대학원 전기공학과 졸업(석사). 1986년 2월 한양대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 서울산업대 안전공학과 교수.