

지중배전케이블의 서어지 전파특성 실증연구

(A Study on the Surge Propagation Property of Underground Distribution Cables
by Field Tests)

김병숙 · 이재봉* · 박철배 · 정연하 · 한병성

(Byung-Sook Kim · Jae-Bong Lee · Chul-Bae Park · Yeon-Ha Jung · Byung-Sung Han)

요 약

가공선로와 지중선로가 혼합된 배전계통에서 뇌서어지와 개폐서어지가 입상주를 통하여 유입될 수 있다. 이러한 서어지는 케이블을 따라서 이동하게 되고 케이블의 종단에서 반사된다. 이때 반사되는 서어지는 그 크기가 2배 정도가 되고 지중배전선로의 절연을 위협할 수 있다.

한전의 지중배전계통을 모의할 수 있는 모델계통을 만들고 이 계통에 서어지를 인가하여 케이블의 서어지 전파특성을 측정하였다. 실제시험으로 측정한 결과를 EMTP 해석 결과와 비교하여 EMTP 파라미터들을 수정하였다.

EMTP 해석에서 케이블 절연체의 유전율, 피뢰기의 특성곡선, 서어지의 파형을 조정하면 실제시험 결과와 거의 일치하는 결과를 얻을 수 있었으며, 케이블의 말단에서 2배 정도 전압상승이 되고 분기에 의하여 복잡하게 전파되는 것을 확인하였다.

Abstract

The lightning surge and switching surge could be injected to the underground distribution line through the riser pole in the mixed distribution line of overhead and underground. These surges travel along the cable and are reflected at the end of cable. It can be doubled and affecting underground distribution facilities.

It was made a underground distribution model representing KEPCO's distribution system. It was measured propagation characteristics by applying lightning surges to this underground distribution model. Meanwhile, this system was simulated with ATP-EMTP and compared these real test results and tuned up the EMTP parameters.

EMTP simulation results showed that accord with real test result by adjusting the cable insulation permittivity, arrester characteristics, surge wave shape.

Key Words : URD, Surge, Protection, EMTP, Cable

* 주저자 : 한국전력공사 배전운영처 부처장
Tel : 02-3456-4801, Fax : 02-3456-4899
E-mail : kbsook@kepcoco.kr
접수일자 : 2007년 8월 10일
1차심사 : 2007년 8월 23일
심사완료 : 2007년 9월 4일

1. 서 론

한국의 배전선로 지중화율은 2006년 이후 12[%]를 넘어서고 있다. 서울은 50[%]를 넘었고, 대전은

이라면 psXML Transport 규격은 psXML을 어떤 매체로 어떤 네트워크로 전달할 것인가라는 구체적인 통신규약이다.

psXML Transport는 HTTP기반의 프로토콜 규정을 정의하고 있으며, 보안과 오류검증 등에 대한 내용이 추가된다.

4.2.8 psXML Discovery

psXML Discovery는 새롭게 추가되는 디바이스 게이트웨이(Device Gateway)나 디바이스들에 대한 Automatic Discovery에 대한 규약이다. 이 규약을 준수하는 장비들은 쉽게 관리자에 의해 등록되고 관리될 수 있다. 디바이스 게이트웨이(Device Gateway)는 이 규약을 필수적으로 준수해야 하며, 디바이스는 선택사항(Optional)이다.

5. psXML 적용 사례

그림 5는 본 논문에서 제안하는 psXML 표준 프로토콜을 이용하여 원격지에서 수용가의 전력설비를 제어하는 개념을 보여주고 있다. 즉 원격지에서 웹 혹은 휴대폰의 화면을 통하여 원격서비스 명령을 실행하면 이 명령이 수용가포털의 서비스 서버에서 psXML 파일을 생성 이 파일이 유무선 통신(TCP/IP, CDMA, PSTN등)을 통하여 수용가의 전력설비에 전달된다. psXML 인터프리터가 직접 내장된 기기인 경우, 바로 psXML 파일을 받아 이를 해석하여 제어명령을 수행하며, 기존의 IED나 홈네트워크와 같은 다른 기기 제어 표준에 의해서 작동되는 기기인 경우, psXML 인터프리터와 프로토콜 변환기를 탑재한 기기에 의하여 기존의 프로토콜(IEC 62056, DNP, UPhP, HAVi, LnCP/HNCP 등)로 변환시키게 되는데 이를 디바이스 게이트웨이(Device Gateway)라 정의한다.

본 논문에서 psXML의 효용성을 검증하기 위하여, psXML 인터프리터인 디바이스 게이트웨이(Device Gateway)가 내장된 프로토타입 SCP(Smart Cabinet Panel: 지능형 분전반) 시제품을 그림 6과 같이 개발하였다. 개발된 SCP는 유무선 통신을 통하여 원격지로부터 psXML 파일을 수신받아,

psXML 인터프리터에서 이를 해석해서 에어컨 등의 다양한 설비제어 기능을 수행하도록 설계되어 있다.

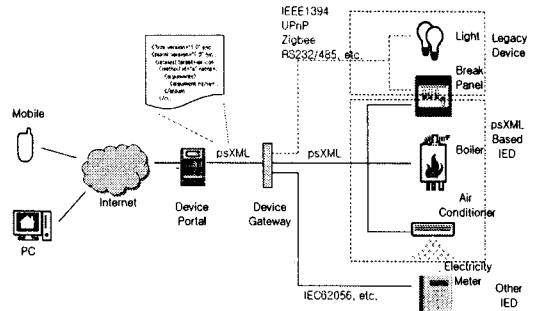


그림 5. psXML 적용 개념
Fig. 5. Concept of psXML Application

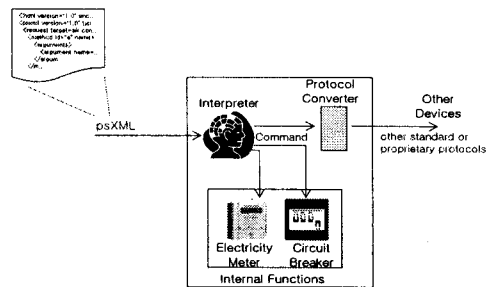


그림 6. psXML 인터프리터가 내장된 SCP 시제품
Fig. 6. SCP Prototype with psXML Interpreter

그림 7에서는 psXML 기반의 원격 제어 서비스 플랫폼 및 SCP의 내부 모듈 구성도를 보여주고 있다. 즉 사용자가 원격지에서 PC(WEB Client)나 휴대폰/PDA(Mobile Client)의 사용자 연계화면을 통하여 서비스를 선택하고 실행시키면, 서비스 플랫폼(WEB Server)에서는 이 서비스에 필요한 정보를 DB에서 추출해서 이에 해당하는 psXML 파일을 생성한다. 이 psXML 파일은 수용가 구내에 있는 SCP로 유무선 통신망을 통하여 전달되고, 이 파일은 SCP 내에 내장된 인터프리터에 의해서 해석되어 SCP에 연결되어 있는 다양한 전력기구나 가전기기 등을 제어하는 명령어로 Protocol Bridge를 통하여 전환된다.

psXML: 서비스 중심적 개방형 아키텍처를 가지는 수용가포털을 위한 XML 기반의 표준화

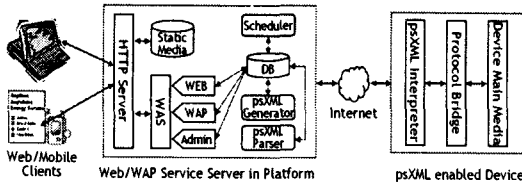


그림 7. psXML 기반의 SCP 원격제어 서비스 구성도
Fig. 7. psXML-based SCP Remote Control Service Application Diagram

결론적으로 SCP를 비롯한 수용가 대내 전력기나 가전기기 등에 표준 psXML 인터프리터가 내장되어 있으면, 서비스 사업자는 기기의 제조사에 상관없이 개방형 표준 psXML로 만들어진 서비스 시나리오를 만들어 사용자가 이를 이용할 수 있게 하면 모든 설비나 기기들에 대한 원격 제어가 가능하다. 따라서 서비스와 설비 플랫폼과의 분리를 통하여 서비스의 개발을 기존 전력설비의 지능화, 자동화 및 표준화 과정과 병행하여 수행할 수 있다.

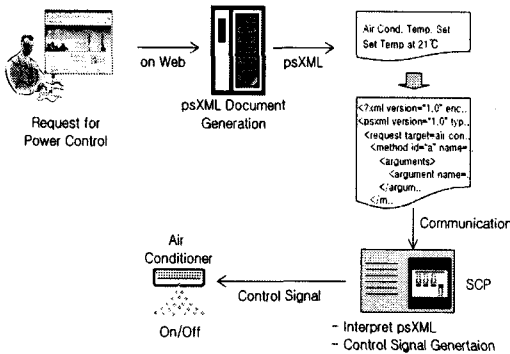


그림 8. psXML을 활용한 SCP 원격제어 시나리오
Fig. 8. psXML-based SCP Remote Control Service Scenario

6. 결론

본 논문에서는 psXML로 명명된 새로운 규약 표준을 수용가포털(Consumer Portal) 및 전력서비스를 위한 XML 기반의 표준으로 제안하고, 이를 위한 새로운 태그(Tag) 요소와 속성(Attribute)을 규정하고 표준 인터프리터를 개발하였다. 또한 이를 지능형 분전반(SCP: Smart Cabinet Panel)에 적용함으로써 그 효용성을 검증하였다.

psXML을 기반으로 구축되는 수용가 포털은 뛰어난 서비스 중심적인 개방형 아키텍처를 갖추게 되어 소비자들을 대상으로 전력과 관련된 고부가 서비스를 제공하려는 에너지 서비스 전문기업들에게 서비스 개발과 제공, 운영 등에 따르는 비용을 절감하고 수익창출의 기반을 제공하게 될 것이다. 즉 서비스 사업자는 기기의 제조사에 상관없이 개방형 표준 psXML로 만들어진 서비스 시나리오를 만들어 모든 설비나 기기들에 대한 원격 제어가 가능하다. 따라서 서비스와 H/W 플랫폼과의 분리를 통하여 서비스의 개발을 기존 전력설비의 지능화, 자동화 및 표준화 과정과 병행하여 수행할 수 있다.

아울러 전력IT 융합 그리드(Power-IT Convergence Grid)를 구축할 때 상호운용성(Interoperability)을 보장하고, 유연한 확장성과 유지보수 상의 편의성을 증대시켜준다. 또한, 종래의 발전, 송변전 및 배전이라는 수직통합형 에너지 체계(Monopolistic Vertically-Integrated Energy System)에서 벗어나 통합검침, 웹기반 설비관리 서비스 등과 같은 다양한 에너지 관련 서비스를 전력산업의 경계를 벗어나서 제공하고 수행하기 위해 필요한 새로운 공

```
Request
<?xml version="1.0" encoding="euc-kr" ?>
<psxml version="1.0" type="Request" >
  <request target="airconditioner1.gw2@knu" onfail="ignore" >
    <method id="a" name="SetTemp" >
      <arguments >
        <argument name="temperature" value="228"/>
      </arguments >
    </method >
  </request >
</psxml >
Response
<?xml version="1.0" encoding="euc-kr" ?>
<psxml version="1.0" type="Response" >
  <response source="airconditioner1.gw2@knu" >
    <method id="a" name="SetTemp" >
      <returns >
        <return name="result" value="true"/>
      </returns >
    </method >
  </response >
</psxml >
```

그림 9. SCP 원격제어를 위한 psXML 문서 사례
Fig. 9. Example of psXML Document for SCP Remote Control Service

40[%]를 넘는 등 대도시의 지중화율은 신도시개발과 구도심 재개발에 따라 지중화에 대한 요구도 높다[1].

가공선로는 피뢰기를 설치하여 뇌격으로부터 보호하지만 지중배전선로에는 케이블과 가공선의 접속점인 입상주에 피뢰기가 설치되어 있는 것이 전부이다[2]. 입상주에 설치된 피뢰기가 뇌서어지를 방전하더라도 제한전압이 케이블에 인가되며, 케이블을 타고 이동하여 케이블의 말단 개방점에서 2배 정도로 상승되어 반사되는데 국내 배전선로에 설치되는 피뢰기의 제한전압은 55~60[kV] 정도이므로 케이블 말단 개방점에서 반사될 때 최대 120[kV]에 이르게 될 것이다.

지중배전설비의 BIL이 125[kV] 또는 150[kV]로서 120[kV]의 서어지가 전파되더라도 절연 고장은 발생하지 않을 것이나 노후설비의 경우에는 서어지의 영향으로 수명이 단축되거나 고장을 유발할 가능성이 있다.

이러한 현상을 명확하게 규명하기 위하여 지중배전 모델계통을 구축하고 서어지를 인가하여 전압을 측정하고자 한다. 또한 모델계통에 대하여 EMTP 해석을 수행하고 실증시험 결과와 해석 결과를 비교하고자 한다. EMTP 해석에 사용된 여러 파라미터들을 실증시험 결과와 일치되도록 수정함으로써 수정된 파라미터는 다른 여러 지중배전케이블에 관련된 EMTP 서어지 해석에서도 더욱 정확한 결과를 제공하게 될 것이다.

2. 본 론

2.1 지중배전 모델계통 구축

지중배전계통에 가해지는 서어지 실증시험을 위하여 그림 1과 같이 지중배전 모델계통을 구축하였다.

약 250[m] 길이의 4회선 CNCV-W 케이블과 4대의 지상개폐기, 3대의 지상변압기를 설치하였으며, 모델계통과 Impulse Generator가 있는 시험동 건물을 97.7[m]의 케이블로 연결하였다. 개폐기의 조작을 통하여 케이블의 길이 조정과 분기선로를 구성할 수 있도록 하였다.

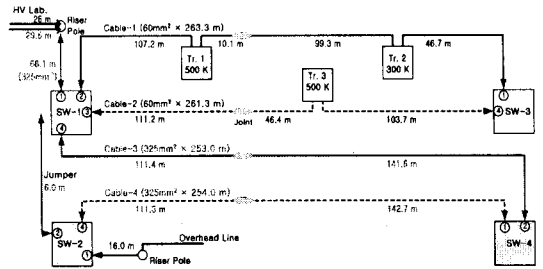


그림 1. 지중배전계통의 실증시험 모델
Fig. 1. Field test model of underground distribution system

2.2 임펄스발생장치(Impulse Generator)

임펄스발생장치가 시험동건물에 설치되었으며, 모델계통과 97.7[m]의 케이블로 연결되어 서어지를 모델계통에 인가할 수 있도록 구성하였다.

1.2/50[μs] 표준임펄스전압 파형과 4/10[μs], 및 8/20[μs] 표준 임펄스전류 파형을 10[kA]까지 발생시킬 수 있다.

2.3 임펄스전압시험

그림 2 및 그림 3과 같이 시험선로를 구성하고 50[kV] 1.2/50[μs] 표준 임펄스전압이 97.7[m]의 325[mm] 케이블에 인가될 때 그림 4와 같이 첫 번째 계단형 파형이 2[kV]가 되고 1.2[μs] 이후에 케이블 말단 개방점에서 반사되어 되돌아 온 두 번째 계단형 파형이 5.3[kV]로 나타났다. 따라서 임펄스의 전파속도는 다음과 같이 계산된다.

$$(97.7 \times 2)[m] / 1.2[\mu s] = 162.8[m/\mu s]$$

개폐기 SW-1을 조작하여 그림 5와 같이 케이블의 길이를 350[m]로 증가시킨 후 동일한 임펄스전압을 인가시키면 그림 6과 같이 처음 계단형 전압은 1.9[kV] 정도가 되고 반사된 전압이 나타나는 두 번째 계단형 전압은 5.2[kV] 정도가 된다. 두 번째 계단형 전압은 4.3[μs] 이후에 나타나므로 전파속도는 다음과 같다.

$$(350.7 \times 2)[m] / 4.3[\mu s] = 163.1[m/\mu s]$$

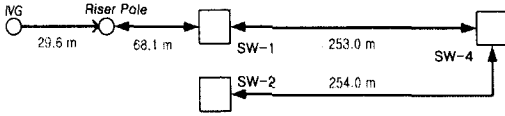


그림 9. 604.7(m) 케이블 선로에 대한 임펄스전압 시험
Fig. 9. Impulse voltage test for 604.7(m) cable line

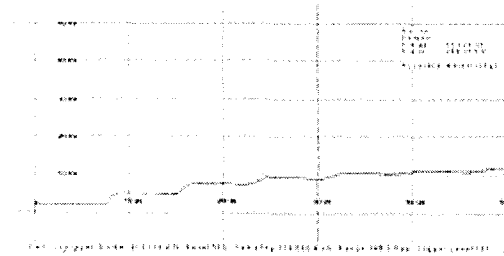


그림 10. 604.7(m) 케이블 선로에 대한 임펄스전압 시험 결과
Fig. 10. Test result of 604.7(m) cable line at IVG

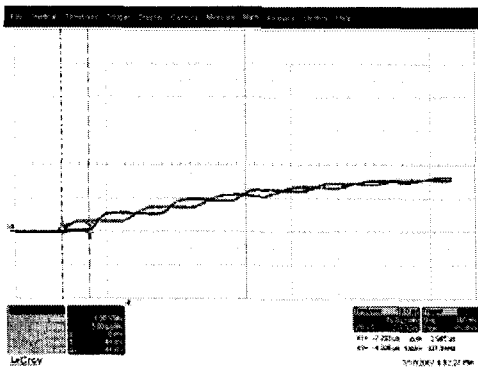


그림 11. 개폐기 SW-1, SW-2에서 측정된 파형
Fig. 11. Voltage variations measured at SW-1, SW-2

이러한 서어지의 전파과정을 간략화 하여 그림 8에 나타내었다. IVG에서 1.9[kV]로 인가된 서어지가 약 2[μs]에 선로의 말단 SW4에서 1.9[kV]의 2배인 3.8[kV] 정도로 상승하고, 4.3[μs]에 선로의 처음인 IVG에서 5.2[kV]로 다시 상승되어 나타나는 과정을 볼 수 있다.

개폐기 SW-4를 조작하여 케이블의 길이를 604.7[m]로 연장한 후 임펄스전압을 인가하면 첫 번째 전압은 1.8[kV]가 되고 7.5[μs] 이후에 두 번째 계

단형 전압이 5.0[kV] 정도로 나타난다. 이때의 임펄스 전파속도는 다음과 같다.

$$(604.7 \times 2)[m] / 7.5[\mu s] = 161.3[m/\mu s]$$

2.4 EMTP 해석 결과 및 해석 파라미터 조정

지중배전 모델계통에 대하여 EMTP 해석을 수행하였다. 해석에서 Impulse 파형은 그림 12와 같이 50[kV] ramp type source를 사용하였으며, 해석주파수를 60[Hz]와 500[kHz]에서 계산한 결과 그림 13과 같이 500[kHz]에서의 해석결과가 실증시험결과에 근접하게 나타났으며 60[Hz]에서 해석한 결과는 실증시험결과와 차이가 크게 나타났다.

이러한 결과는 1.2/50[μs] 서어지 파형 때문인 것으로 추정된다. 대부분의 파형변화가 2[μs] 이내에서 발생하므로 이를 주파수영역으로 환산하면 500[kHz]의 주파수 대역이 된다.

$$f = 1/T = 1/(2[\mu s]) = 500[kHz]$$

또한 60[Hz]와 500[kHz]에 대한 각각의 케이블 임피던스는 서로 다른 값을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서 케이블 파라미터들은 500[kHz]에서 계산되어 적용되어야 한다. 일반적으로 EMTP에 의한 서어지 해석은 500[kHz]에서 수행하는 것이 좋은 결과를 나타낸다.

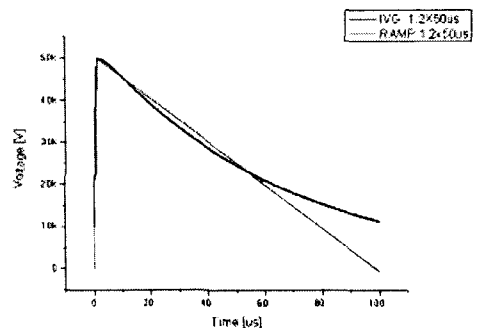


그림 12. 실증시험과 EMTP 해석에 사용된 서어지 파형 비교
Fig. 12. Surge waves for real test and EMTP

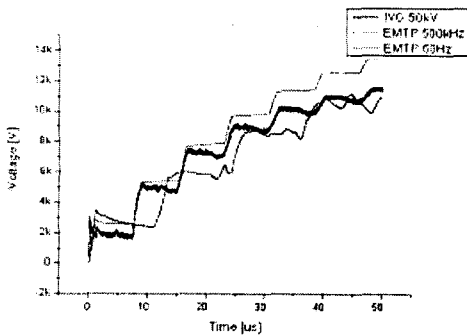


그림 13. 선로정수 계산 주파수에 따른 전파특성
Fig. 13. Surge propagation for frequencies at which line parameters calculated

EMTP 해석에 결과에 의한 서어지 전파속도가 실제 시험결과와 일치하도록 케이블 절연체의 비유전율을 조정하였다. 일반적으로 XLPE 절연체의 비유전율은 2.3이므로 EMTP 해석에도 이 값을 사용한다. 그러나 이 값으로는 시험결과의 서어지 전파속도와 일치하지 않았으며, 비유전율을 3.4 정도로 조정하여야 실제 시험결과와 일치하였다.

이 비유전율 값을 다음과 같이 추정하여 계산할 수 있다. 완전유전체 내에서 파동의 전파속도는 다음과 같이 계산된다.

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}} = \frac{c}{\sqrt{\mu_r\epsilon_r}}$$

여기서 v 는 전파속도, μ 는 매질의 투자율, ϵ 은 매질의 유전율, μ_r 는 매질의 투자율, ϵ_r 은 매질의 비유전율, c 는 빛의 속도이다.

위 식으로부터 CNCV-W 325[mm] 케이블 절연체의 비유전율을 계산하면 3.39로 계산된다. 이 값을 사용하여 EMTP 해석을 수행하면 서어지의 전파속도가 실제 시험결과와 일치하게 되었다.

XLPE 절연체의 비유전율과 케이블에 사용된 XLPE 절연층의 비유전율에 차이가 발생하는 원인은 케이블에서 XLPE 절연체를 감싸는 반도체층의 영향 때문으로 추정된다. EMTP 전문가들이 케이블의 반도체층에 대하여 모델링하고자 시도하고 있으

나 매우 복잡하며 그 내용은 본고의 주제가 아니므로 논외로 한다.

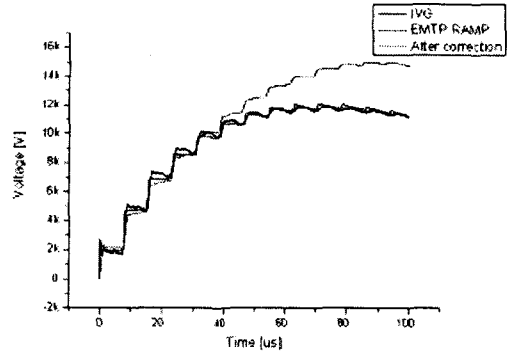


그림 14. 서어지 파형에 따른 전파특성
Fig. 14. Surge propagations for surge shapes

서어지 파형의 형태는 surge source type에 영향을 받았다. ramp type에서 exponential type으로 변경하여 해석한 결과 그림 14와 같이 실증시험결과와 거의 일치하는 파형을 얻게 되었다.

이상에서 본 바와 같이 지중배전케이블의 서어지 현상에 대한 EMTP 해석 결과를 실증시험 결과와 비교하여 여러 파라미터들을 조정함으로써 정확한 해석 결과를 얻을 수 있게 되었다.

2.5 임펄스전류시험

가공배전선에 낙뢰가 치면 입상주의 피뢰기에서 방전하고 피뢰기의 제한전압이 케이블에 유입된다. 현재 국내 배전선에서 사용되고 있는 피뢰기의 제한전압이 55~60[kV] 정도이므로 낙뢰에 의하여 케이블에 60[kV] 정도의 서어지전압이 유입된다고 할 수 있다. 이렇게 유입된 서어지전압이 케이블을 타고 전파되는데 특히 케이블의 말단이 개방되어 있는 경우 전압이 2배 정도 상승하여 반사되므로 케이블이나 지중배전 기기의 절연을 위협할 수 있다.

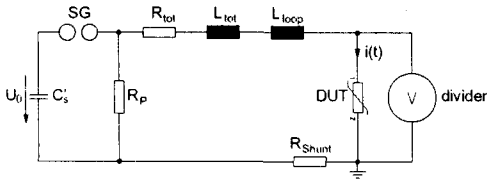


그림 15. 피뢰기의 임펄스전류 시험회로
Fig. 15. Impulse current test circuit for arrester

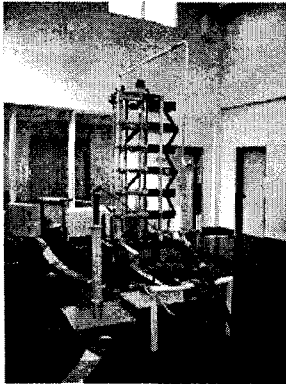


그림 16. 임펄스 전류시험 장치 구축
Fig. 16. Impulse current test set for arrester

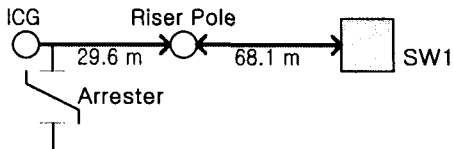


그림 17. 97.7(m) 케이블 선로에 대한 임펄스전류 시험
Fig. 17. Impulse current test for cable 97.7(m)

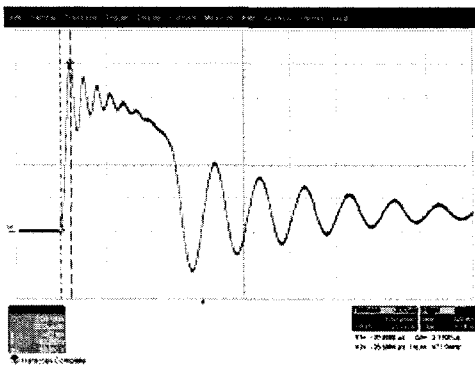


그림 18. 개폐기 SW-1에서 측정된 파형
Fig. 18. Wave shape measured at SW-1

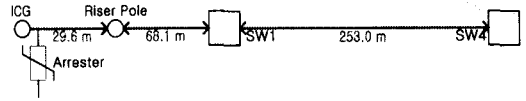


그림 19. 350.7(m) 케이블 선로의 임펄스전류 시험
Fig. 19. Impulse current test for cable 350.7(m)

이러한 현상을 실증시험하기 위하여 그림과 같은 실증 시험회로를 구성하고 8/20[μ s] 5[kA] 임펄스 전류시험을 수행하였다. 임펄스발생장치에 피뢰기의 임펄스 전류시험회로를 구성하고 여기에 케이블을 연결함으로써 케이블에 유입되는 서어지전압을 모의할 수 있도록 하였다.

케이블의 길이가 97.7[m]일 경우 말단에서 측정된 파형은 그림 19와 같이 진동이 발생하였다. Impulse generator에서 측정된 최대전압은 60[kV]가 안되었으나 SW-1에서 측정된 최대전압은 69[kV]로 나타났다. SW-1의 전압이 상승한 이유는 말단에서 반사되면서 전압이 상승하지만 피뢰기의 영향으로 전압 상승이 69[kV]에 그친 것으로 추정된다.

케이블의 길이가 350.7[m]로 증가하면 케이블 말단의 최대전압이 더욱 상승하여 98[kV]가 되었다.

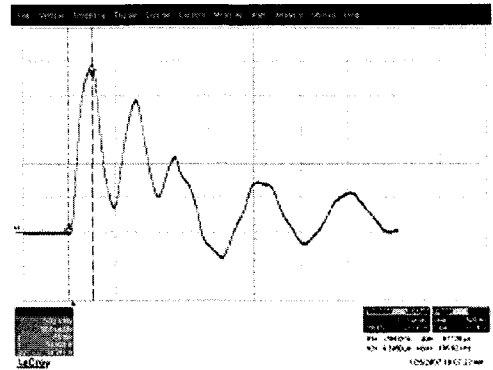


그림 20. 개폐기 SW-4에서 측정된 파형
Fig. 20. Wave shape measured at SW-4

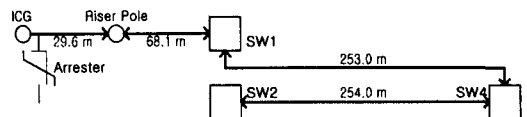


그림 21. 604.7(m) 케이블 선로의 임펄스전류 시험
Fig. 21. Impulse current test for cable 604.7(m)

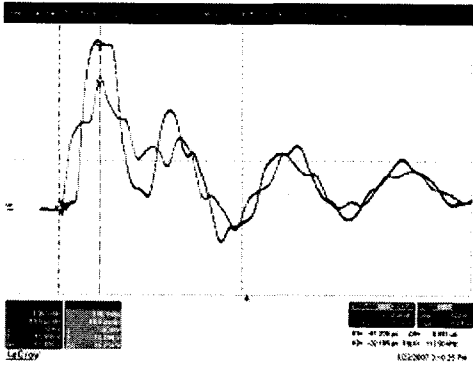


그림 22. 개폐기 SW-1, SW-2에서 측정된 파형
Fig. 22. Voltage measured at SW-1 and SW-2

케이블의 길이가 604.7[m]로 증가하면 케이블 말단의 최대전압이 더욱 상승하여 102[kV]가 되었다.

케이블의 길이가 증가할수록 말단에서 측정된 전압이 상승되는데 서어지가 케이블을 따라 전파되면서 크기가 감소되므로 케이블의 길이가 증가한다고 계속 전압이 증가하지는 않을 것이다.

한편 100[kV] 정도로 상승된 서어지가 다시 한 번 반사를 일으켜 전압이 상승한다면 지중배전설비의 BIL인 125[kV]를 초과하게 되므로 절연에 위협이 될 것이다.

2.6 분기선로에 대한 시험

배전계통은 많은 분기선로가 존재하는데 서어지가 침투하게 되면 복잡한 분기선로를 따라 전파 및 반사될 것이다. 이러한 현상을 검토하고자 그림 24와 같이 325[mm] 케이블 선로에 60[mm] 케이블이 분기되어 있는 경우에 대하여 실증시험을 수행하였다. 그 결과 케이블의 말단 개방점 SW-2에서 최대전압이 114[kV]까지 나타났으며 전파와 반사가 복잡하게 발생하므로 파형도 매우 복잡하게 나타났다.

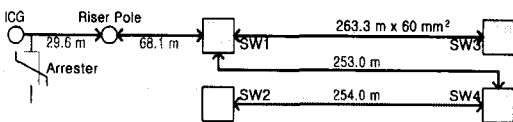


그림 23. 분기선 케이블 선로
Fig. 23. Bifurcated cable line

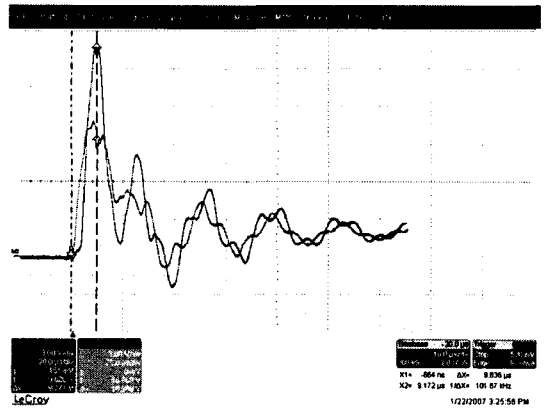


그림 24. 분기 선로에서 측정된 파형
Fig. 24. Voltage measured at bifurcated cable line

3. 결 론

지중배전케이블의 서어지 전파 특성에 대한 실증 시험과 EMTP 해석결과 결론은 다음과 같다.

- 1) 케이블에 유입된 서어지는 케이블의 말단 개방점에서 2배로 상승되어 반사된다.
- 2) 국내 CNCV-W 325[mm] 케이블에 대하여 EMTP 해석을 할 경우 절연체의 비유전율은 3.39를 사용하여야 하며, 케이블 절연층의 비유전율은 서어지의 전파속도를 측정하여 쉽게 계산할 수 있다.
- 3) EMTP해석을 위한 파라미터들을 실증시험결과로부터 구함으로써 해석결과의 정확성이 향상되었다.
- 4) 지중케이블 선로가 입상주에 설치된 피뢰기에 의하여 낙뢰로부터 보호되고 있으나 케이블 말단 개방점에서 2배로 상승되고 분기선로에 의하여 복잡하게 전파되므로 추가적인 보호가 필요하다.

본 연구는 전력산업연구개발사업의 지원으로 수행되었습니다.

References

- [1] KEPCO, Distribution Facility Statistics.
- [2] KEPCO, Design Guide(Underground Distribution), 2003.12.
- [3] EPRI, Surge behavior of LD Cable Systems, 1978.
- [4] CRIEP, Guide of Lightning Protection Design for Power Distribution Lines, 2002.
- [5] IEEE Std. 1299/C62.22.1-1996 "IEEE Guide for the Connection of Surge Arresters to Protect Insulated, Shielded Electric Power Cable Systems".
- [6] IEEE Std. C62.22-1997 "IEEE Guide for the Application of Metal-Oxide Surge Arresters for Alternating Current Systems".
- [7] ABB, Dimensioning, testing and application of metal oxide surge arresters in medium voltage networks, 1999.

◇ 저자소개 ◇

김병숙 (金炳塾)

1958년 3월 15일생. 1980년 전북대학교 전기공학과 졸업. 1979년~현재 한국전력공사 근무. 현재 배전운영처 부처장. 1983년 전북대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2000년 헬싱키대학교 경영대학원 졸업(MBA). 2000년 전북대학교 대학원 전기공학과 수료(박사).

이재봉 (李載奉)

1971년 1월 17일생. 1993년 전남대학교 전기공학과 졸업. 1995년 전남대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1995년~현재 한전 전력연구원 선임연구원.

박철배 (朴哲培)

1974년 11월 19일생. 2001년 군산대학교 전기공학과 졸업. 2001년~현재 한전 전력연구원 일반연구원.

정연하 (鄭蓮賀)

1980년 3월 6일생. 2004년 숭실대학교 전기제어시스템공학부 졸업. 2006년 숭실대학교 대학원 전기공학부 졸업(석사). 2006년~현재 한전 전력연구원 일반연구원.

한병성 (韓秉誠)

1951년 12월 22일생. 1988년 프랑스 루이파스퇴르대학 박사학위 취득. 1988년 프랑스 CNRS(프랑스국립과학연구소)연구원. 1982년~현재 전북대학교 전자정보공학부 교수.