

154kV 지중 케이블 보호장치의 성능평가

Performance Estimation of Protector for 154 kV Underground Cable

조한구 · 이종혁 · 한세원 · 김석수
H. G. Cho · J. H. Lee · S. W. Han · S. S. Kim

Abstract

The surge protector is crucial power apparatus to guarantee the safe operation of power transmission of underground cable which can effectively restrain the overvoltage and inductive lightning stroke in power system.

The surge protector is crucial power apparatus to guarantee the safe operation of power transmission of underground cable which can effectively restrain the overvoltage and inductive lightning stroke in power system.

This paper described the results of a study on the performance for surge protector for underground cable. And, the performance of surge protector was evaluated through such as measurement of the reference voltage, residual voltage and impulse current etc.

In results of surge protector, reference and residual voltage of ZnO element is 4.75 kV, 9.86 kV respectively. Also, In the impulse current test, thermal properties are good, despite of that polymeric housing of surge protector has thick structure. Therefore the developed surge protector is thought to apply for underground cable.

Key Words : Underground cable, Surge protector, Reference Voltage, Residual voltage, Polymer housing

1. 서 론)

근래에 있어서 전력계통의 가장 두드러지는 송전방식으로 부지확보 및 민원의 유발 문제로 인해 점차 지중 송전방식이 채택되고 있다. 그리고, 이 송전방식에 있어서 케이블 선로에 가해지는 전압은 상시의 교류전압이외에 지락 등에 의한 상용주파 과전압, 가공선으로부터 뇌서지 혹은 GIS로부터의 개폐 서지 등 서지성 과전압으로 인해 종단 접속부나 절연통은 서지 전파상의 특이점이 되어 고전압이 유기된다. 이때에 발생하는 서지전압은 케이블 심선-방식층간과 방식층-대지간의 서지 임

피던스의 비에 따라 방식층-대지간에 케이블 심선-대지간 전압의 약 15% 정도 발생하며 서지성 과전압이 방식층의 충격내전압치를 초과할 경우를 대비하여 방식층을 보호하기 위한 대책이 필요하다. 이를 위한 지중 송전케이블의 방식층에 지락 등에 의한 상용주파 과전압, 뇌서지와 같은 과전압으로부터 설비 보호를 위한 방식층 보호장치가 사용되고 있다.^[1]

특히, 154[kV] 선로의 경우 년 200[km] 정도의 지중화 계획에 따라 그 수요가 증대되고 있으며,^[2,3,4,5] 그 연구의 필요성은 점차 대두되고 있다.

따라서, 본 논문에서는 154[kV] 방식층 서지 보호장치용 ZnO 소자를 직접 제조, 평가하고 이를 이용한 방식층 서지 보호장치를 제작하여 한전구 매시방서에 따른 시험항목에 따라 시험평가를 실시하여 기존의 타사 제품과 비교하여 그 적합성을

한국전기연구원 전략기술연구단
(경남 창원시 성주동 28-1번지,
Fax: 055-280-1670
E-mail : hgcho@keri.re.kr

평가하고자 한다.

2. 본 론

2.1 ZnO 소자 및 시료

본 연구의 성능평가를 위해 154[kV] 방식층 서지 보호장치용 ZnO 소자의 개발은 가장 중요한 요소이며 순수 국산 기술에 의해 만들어졌다. 이 ZnO 소자의 제조는 ZnO-Bi₂O₃-CoO-Sb₂O₃-Cr₂O₃-etc 등의 시료를 일반적인 세라믹 소결공정에 따라 시료를 평량하여 분쇄·혼합한 후, 조립화하고 그 후 성형화한 소자를 1000[°C] 이상의 고온에서 소성한 후 연마하여 전극 및 연면코팅과정을 통하여 제조하였다.

이와 같이 제작된 ZnO 소자는 방전내량이 10 [kA]급으로서 직경 51[mm], 높이 25[mm]로 기존의 외산 제품 ZnO 소자와 큰 차이가 없다.

그림 1은 ZnO 소자의 일반적인 제조 공정을 나타내었고 그림 2는 본 연구에서 제조한 ZnO 소자를 나타내었다.

그림 3은 방식층 서지 보호장치 외형 형상과 하우징 성형 작업시의 모습을 나타내었다.

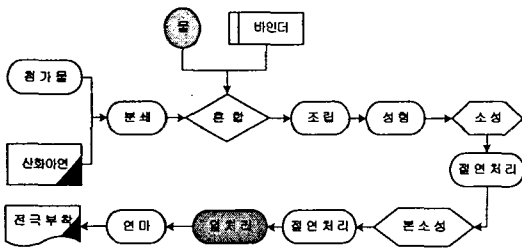


그림 1. ZnO 소자의 제조과정

Fig. 1. Making process of ZnO element

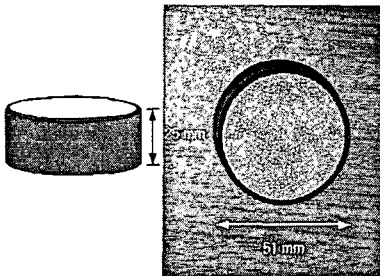


그림 2. ZnO 소자의 사진

Fig. 2. Photo of ZnO element

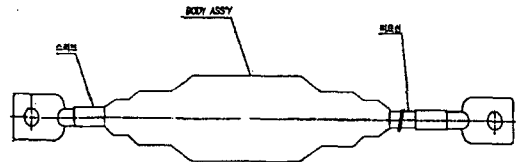
또한, ZnO 소자의 전기적 특성 및 외형 수치를 표 1에 나타내었으며 소자에 있어서 동작개시전압과 제한전압이 각각 4.75[kV], 9.86[kV] 정도로 154[kV] 지중 방식층 서지 보호장치에 필요한 전기적 특성을 충분히 가지고 있다^{6, 7)}.

표 1. ZnO 소자의 외형적 치수 및 전기적 특성

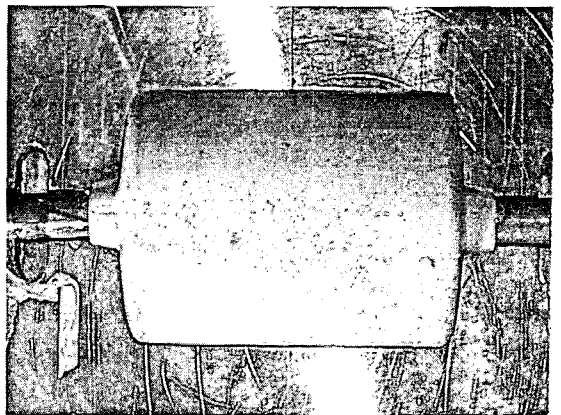
Table 1. External form size and Electrical characteristics

	직경 [mm]	높이 [mm]	동작개시전압 [kV]	제한전압 [kV]
ZnO소자 (10 kA급)	51	25	4.75	9.86

특히, 동작개시전압의 경우는 외산 제품 ZnO 소자의 전압보다 본 연구에서 제조된 ZnO 소자의 동작개시전압이 50[V] ~ 160[V] 정도로 낮은 값을 나타내는 것으로 보아 동작성능이 우수하였다.



(a) 전체적인 외형



(b) 시험 시료

그림 3. 시험시료의 외형 및 실제 사진
 Fig. 3. External form and photo of test material

2.2 전기적 특성평가

154[kV] 방식층 서지 보호장치의 실제 선정에 있어서 그 시험 기준은 한국전력공사의 구매시방서이며 전기적 특성·구조적 평가를 통해 알맞은 특성을 지녀야한다. 시험 항목으로는 구조검사, 동작개시전압시험, 제한전압시험, 충격전류시험, 방전하에서 교류내전압시험, 절연저항시험, 절연성능시험, 내수성능시험 등이 있다^{6, 8, 9}.

본 논문에서는 동작개시전압, 뇌충격 제한전압시험, 충격전류시험 등에 대한 시험을 평가하여 기존의 타제품 시료(A, B)와 비교하였다. 동작개시전압 시험은 양단의 접속 단자에 직류 또는 교류전압을 인가하여 저항분 전류의 파고치가 1[mA]일때의 단자전압을 측정하여 그 값이 3.6[kV]~5.5[kV]이내 이어야 하며 그림 4에 각 회사의 방식층 서지 보호장치의 측정값을 나타내었다. 그림 4에서 알 수 있듯이 동작개시전압이 4.8[kV]로서 시험규정에 적합한 수치를 나타내었으며 시료(A)에 비해 100[V] 이상 낮아 기존의 시료보다 더 좋은 동작성능을 나타낼 것으로 기대된다.

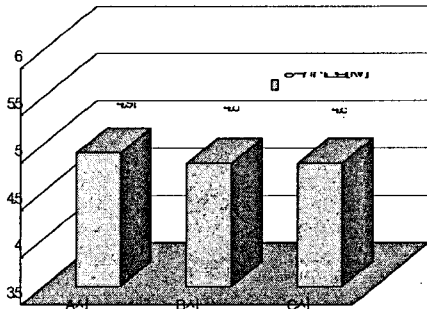


그림 4. 동작개시전압 비교
 Fig. 4. Compare to reference voltage

또한, 뇌충격 제한전압시험은 국제규격의 8/20[μs] 표준 전류시험 파형으로, 10[kA], 14[kA], 21[kA]의 충격전류를 5회씩 인가한 후 방식층 서지 보호장치 양단자간의 전압으로 V-I 곡선을 작성할 때, 21[kA]시의 단자전압이 14[kV]이내이어야 한다. 그

림 5는 제한전압시험에 따른 특성을 각 시료별로 나타낸 것으로 21[kA]의 표준 충격전류를 방식층 서지 보호장치에 인가하였을 경우에 시료(A, B)의 경우, 각각 10.70[kV]~10.85[kV]의 측정값을 보였고 본 연구에서 제작한 방식층 서지 보호장치는 10.34[kV]~10.82[kV]로 시험규정에 알맞은 특성값을 나타낼 뿐만 아니라 다른 시료(A, B)의 경우보다 낮은 제한전압 값을 나타내었다.

그림 6은 제한전압시험을 위해 임펄스 인가 장치에 장착한 그림을 나타내었다. 시험 결과에서 기존의 제품보다 서지 흡수가 다소 우수하여 계통의 안정성에 기여할 것으로 기대된다.

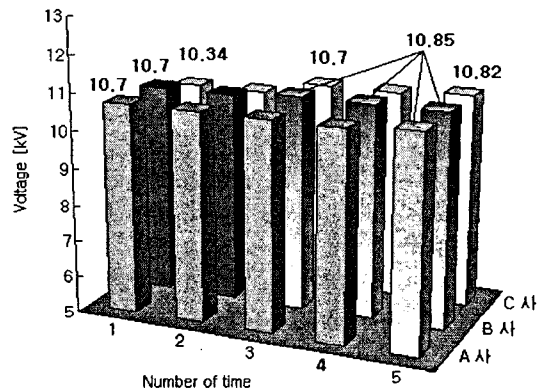


그림 5. 제한전압 비교(21[kA])
 Fig. 5. Compare to residual voltage(21[kA])

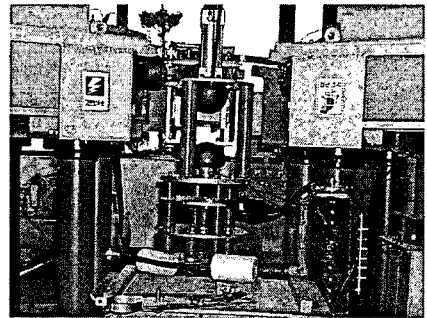


그림 6. 제한전압 시험
 Fig. 6. Photo of residual voltage test

충격전류시험은 구조적으로 충격전류로 인해 발생하는 열에 대한 내구성 시험으로 접속단자 한쪽을 접지하고 반대편 접속단자에 파고치가 18[kA]이상인 표준충격전류를 일정시간 간격(5분)

으로 100회 인가한 후 동작개시전압시험 및 제한 전압시험을 재 시행하여 이상 없어야 하며 산화아연소자에 사용상 유해한 손상이 없어야 한다. 그림 7은 충격전류시험 파형을 예시하였고 그림 8에 그 결과를 나타내었다.

그림 8에서 나타낸 바와 같이 확인 시험인 동작개시전압 및 제한전압 측정값이 모두 규정치에 알맞은 값으로 나타내었고 기존의 제품과의 특성값들이 거의 차이가 없었다.

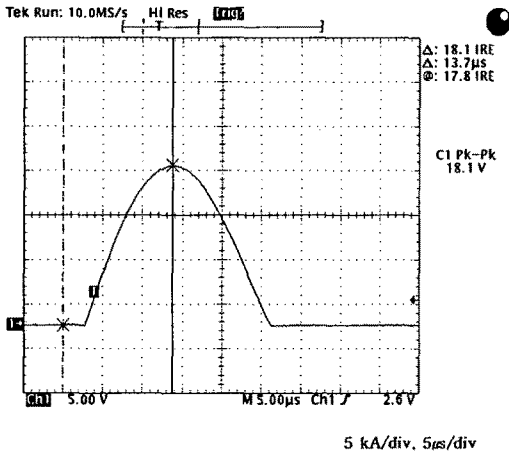


그림 7. 충격전류시험 파형(18[kA])
Fig. 7. Wave of impulse current test

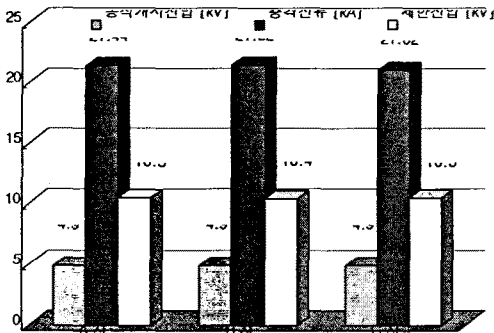


그림 8. 충격전류시험 비교
Fig. 8. Compare to impulse current test

3. 결 론

본 논문에서는 현재 송전 방식에서 점차 그 비중이 증대되는 지중 송전의 필요성으로써 154kV 계통에서의 방식층 서지 보호장치를 제작하여 한전 구매시방서에 따른 전기적 특성을 통해서 타사의 기존 제품 시료(A, B)와 비교·평가하였다. 그리고, 이에 앞서, 본 연구에서 제작한 방식층 서지 보호장치에 사용된 ZnO 소자를 국내 기술로 제작하여 이에 대한 전기적·구조적 데이터를 개략적으로 제시하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 154[kV] 방식층 서지 보호장치용 ZnO 소자의 경우 동작개시전압과 제한전압이 각각 4.75[kV], 9.86[kV] 정도로 필요한 전기적 특성을 충분히 가지고 있었다.
2. 방식층 서지 보호장치의 동작개시전압은 4.8 [kV]로 다른 시료(A, B)에 비해 100[V]이상 낮은 값을 나타내어 기존의 제품보다 더욱 향상된 동작성능을 보일 것으로 기대되었다.
3. 제한전압시험에서는 기존의 다른 시료(A, B)에 비해 다소 우수하여 계통의 안정성에 기여할 것으로 기대되었다.
4. 충격전류시험 결과에서는 당초 다른 시료에 비해 두꺼운 하우징으로 인하여 충격전류 인가시에 ZnO 소자의 동작에 기인한 열로 서지 보호장치가 파열될 것으로 우려하였으나 그러한 결과는 나타나지 않았으며 확인시험 결과 모든 면에서 적합한 결과를 얻었다.

[참고문헌]

- [1] 전력연구원, "345kV 및 154kV Gapless 피뢰기 정격규격 및 기준 정립", 1999.
- [2] 전력연구원, "지중송전계통의 접지기술 정립에 관한 연구", 1998.
- [3] 이종범 외 3명, "지중송전계통의 방식층 보호장치 결선방식에 대한 뇌써어지 해석", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, PSP33, pp1018-1020, 1997.
- [4] 한국전력공사, "지중송전 케이블의 썬어지 보호 대책에 관한 연구", 1993. 6.
- [5] 김정년 외 4명, "CCPU연결방식의 혼용에 따른 뇌 썬어지 해석", 가공송전선 기술세미나, LG 산전.
- [6] 한국전력공사 구매시방서, "154kV용 절연통 보

호장치”.

- [7] 한국전력공사, “전력용 피뢰기”, ES-153-261-283, 1998
- [8] 김석수 외 2명, “154kV 지중케이블 절연통 보호장치의 기본특성 평가”, 한국전기전자재료학회 하계학술대회 논문집, pp604-607, 2000.
- [9] 김석수 외 2명, “지중케이블의 절연통 보호대책 및 방식층 보호장치의 특성“, 한국전기전자재료학회 춘계학술대회 논문집, 2001.