

## 배전용 고분자 피뢰기의 하우징과 전극구조

\* 김인성\*, 조한구\*, 황명근\*\*, 김광호\*\*,  
\*한국전기연구소 전기재료연구부, \*\*건화전기공업(주) 부설연구소,

### Study on the Housing and Electrode of Polymer Arrester

I. S. Kim, H. G. Cho, M. G. Hwang, K. H. Kim,  
Div. of Electrical Materials KERI, Kun Hwa Co., LTD

#### Abstract

This paper introduced and study : new material electrode structures(cap type sealing structure, knuckle type electrode, stress relief housing electrode), and insulating housing which supporting shed and containg MOV(ZnO) and sub parts, of polymer arrester.

#### 1. 서 론

지금까지 사용되어온 배전선로용 gapless형 피뢰기는 porcelain의 하우징 내부에 비선형 전압-저항 소자인 ZnO 블록이 직렬로 적층되어 상부 단자는 배전선로에 하부단자는 단로기(disconnector)에 연결되어 계통의 개폐 스위칭 썬지, 직격뢰, 등에 대하여 이상전압을 흡수하고 속류(flow current)를 차단하는 계통선로에서 보호기 기능을 해왔다. 그러나 요즘 여러가지 신소재의 개발과 가공방법이 다양 화됨에 따라 종전의 단점이 보완되어 신소재가 적용된 전력기기가 속속 선을 보이고 있다. 특히 housing이 porcelain이 아닌 FRP와 고무 복합재료가 적용됨에 따라 절연물을 제작하게되면 무게를 감소시킬 수 있으며 복합재 료 bracket를 사용하기 때문에 절연거리가 늘어나고 내오 손성, 설계의 다양성, 흡습에 대한 완벽한 기밀구조, 등의 여러 가지 장점을 가지고 있다.

본 기술개발 및 현황 발표에서는 그 동안 국내외적으로 연구되어온 고분자 피뢰기(polymer arrester)의 신소재 적 용 housing과 전극구조(cap 밀봉 전극, knuckle winding 전극, 스트레스 릴리프하우징 전극), 소자 및 부품이 수납 되며 shed를 지지하고 있는 절연하우징에 대하여 소개하였 으며 이에 따라서 housing에 요구되는 소재의 특성, 전극 의 구조, 문제점 및 전망 등에 대해서 고찰하였다.

#### 2. Arrester Housing에 요구되는 소재의 특성

복합재료로 이루어진 arrester의 non ceramic housing으 로써 기계적인 구조재와 절연체의 역할을 담당하게되므로

다음과 같은 특성들을 갖추어야만 한다.

- 가.) 옥외에서 절연물로 사용되기 위해서는 내열성, 내후성 및 내트래킹성이 요구된다.
- 나. MOV 소자는 썬지를 흡수하고 속류를 차단하면서 열 을 발생시키는데 이때 tube와 shed는 열 방출을 고려 한 소재를 선택해야만 한다.
- 다. 소재가 오손 및 습윤으로 누설전류가 증가하면 표면에 서 방전이 일어나고 dry band가 형성되어 트래킹으로 진행되는데 이때 housing의 shed 재질은 표면 에너지 가 낮아야하며 발수성이 좋아 오손과 습윤의 조건에서 도 누설전류가 되도록 흐르지 않으므로 썬 트래킹으로 진전을 억제하여야 한다.
- 라. 누설전류 및 방전에 노출되므로 내열성이 좋은 base polymer를 선택하여야 하며 복합재료화 하기 위해선 filler의 전기적 특성을 고려해야만 한다.
- 마. Housing에는 shed와 tube의 이종 재질과 접합이 필요하기 때문에 부분방전에 취약해지기 쉬우므로 소재의 계면 결합이 용이해야한다.

이밖에도 sealing 부분의 접착과 전극부분의 흡습을 방 지하기 위한 소재의 선정은 상당히 중요하며 대체적으로 많이 사용되는 arrester housing의 부위별 소재를 자기에 관과 복합재료 housing으로 비교해 표 1에 나타내었으며 그림 1은 이들의 모양을 나타낸 것이다.

Tabler 1. Used Material of Arrester Housing

material part	composite material housing	porcelain housing
electrode	Al, SUS	Cu, SUS
shed	silicone, EPDM, EPM	porcelain
tube	FRP(epoxy, UPS)	porcelain

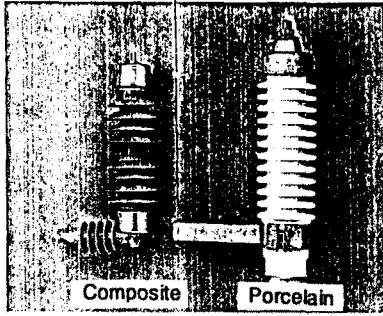


Fig. 1 Arrester of Composite and Porcelain Housing.

### 3. Housing 및 전극의 구조

#### (1) Cap type 전극 및 Housing

국내에서는 현재 사용하지 않는 45 kV, 9.0 kV 의 낮은 배전전압 class에서 주로 채택되는 구조로써 전극과 housing의 이종 계면에는 수지로 접착되어 있다. 소형 경량의 구조에 가능한 형태이며 전극의 재질은 stainless이고 상-하부가 마주보는 cap의 모양을 취하며 사이에는 소자 및 부품이 직렬로 연결되어 있으며 tube는 epoxy나 UPS 수지를 사용해서 방압 특성을 향상시키기 위하여 helical winding한 관의 형태이다<sup>(1)</sup>. 그러나 썩지의 흡수로 인한 열에 의해 수축과 팽창이 반복되면 접착부위는 열에 의한 기계적인 스트레스를 받아 흡습과 기밀 구조에 이상이 생길 수 있는 단점을 내포하고 있다. 일반적으로 전극과 housing의 구조는 그림 2와 같으며 지지 bracket는 UPS나 epoxy 수지를 사용하여 침상유리섬유로 보강된 기계적으로 지지 가능한 구조로써 disconnector가 내부에 들어있다.

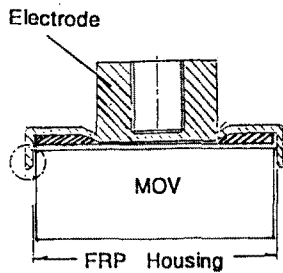


Fig. 2 Structure of Cap type Electrode.

#### (2) Knuckle 전극과 Winding Housing

Housing의 FRP 절연관과 전극은 일정한 깊이의 골(knuckle)로써 연결되어 FRP 절연관이 소자 및 부재를 수납하고 winding 될 때 일체형으로 가공이 이루어진다. 이때 골 부분은 기계적으로 견고한 이중 접합을 이루게 되며 arrester에 취약한 부위로 자주 나타나는 흡습에 대하여도 상당한 기밀 구조를 갖게 되는 것이다. housing의 winding은 열경화성수지(일반적으로 epoxy나 UPS가 많이 사용)에 유리섬유(glass fiber)가 함침된 후 소자 및 전극의 축 방

향으로 35~55°의 각도를 유지하며 배향 방향이 되도록 감긴 후 경화시키면 유리섬유로 보강된 FRP 절연 housing이 되는 것이다. 그림 3는 knuckle 전극과 winding housing으로 이루어진 arrester의 단면 형태이며 그림 4는 전극을 나타낸 것이다.

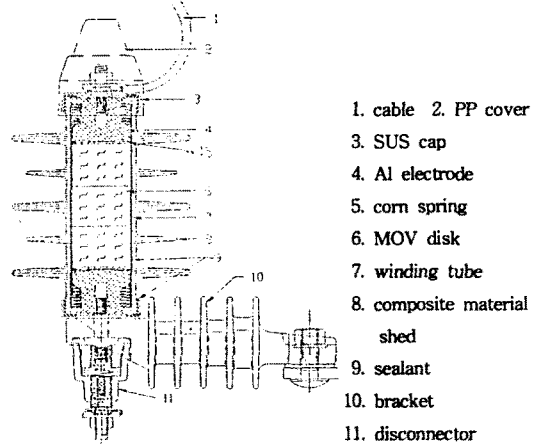


Fig. 3. Cross-section of 9 kV Composite Material Arrester.

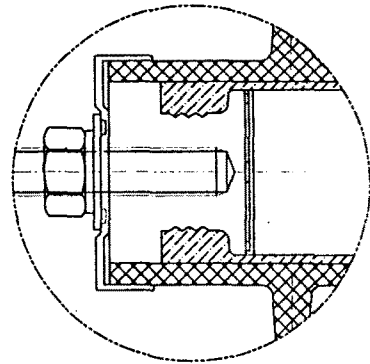


Fig. 4. Knuckle type Electrode

#### (3) Stress-Relief Housing과 전극

복합재료 housing과 shed를 사용할 경우 porcelain housing과는 달리 전극과의 sealing 부분을 신중히 고려해야 한다. 금속과 polymer의 계면은 외부의 열 및 기계적인 스트레스에 취약하기 때문에 수축과 팽창을 반복하면 틈이 생기게 되고 곧 흡습 현상이 나타나 MOV 소자가 부식되거나 housing의 표면에서 방전이 일어나 arrester의 고장을 유발하게 된다. 이렇게 복합재료를 사용함으로써 나타나는 단점을 개선하기 위하여 열팽창계수가 같은 sealant를 사용하거나 전극 부위에 기계적인 변위에 완충이 가능한(stress-relief) 처리를 한다. 그림 5는 스트레스 완화 전극과 housing을 사용한 복합재료

arrester의 예로써 전극과 housing이 만나는 턱이진 이종 계면에서 housing의 수축 팽창에 대한 barrier 역할을 함으로써 arrester의 고장 유발의 원인을 줄이게되는 것이다.



Fig. 5 Stress-Relief Housing and Electrode.

#### 4. Composite Housing Arrester의 전망

Arrester에 스위칭 써지 및 과전압 등이 정격용량 이상으로 유입되면 관통파괴 또는 연면선파 등이 일어나면서 대량의 가스가 발생되며 내부의 압력이 급격히 상승한다. 이때 MOV 소자는 열을 적절히 방출하지 못하고 이상 작동하여 housing이 파괴되고 전력 사고로 인한 단전뿐만 아니라 파편 및 부재들의 비산으로 주변의 전력기기가 파손되는 경제적 손실과 함께 인사 사고까지 일어나게 된다. 또한 직격뢰가 도래했을 경우도 유사한 사고로 자기에판의 파편이 비산하기도 한다. 이와 같은 여러 가지 사고를 비추어볼 때 composite housing arrester는 다음과 같은 장점들이 있다.

첫째, 보강제가 cross 조직으로 기계적인 강도가 우수하며 깨지지 않는다.

둘째, Housing이 파괴되어도 파편이 비산하지 않으며 설령 비산하더라도 무게가 가벼워 주변의 기기나 인명에 피해를 주지 않는다.

셋째, 전극과 housing의 이종 재질 계면에서 흡습이 일어나지 않을 뿐만 아니라 설계에 따라서는 방압 구조를 취할 수 있기 때문에 유사시 사고가 일어나도 피해를 최소화 할 수 있다.

이밖에도 무게가 가볍고 환경 오염에 따른 내오손 특성이 뛰어나 arrester의 사고를 미연에 방지할 수 있다<sup>(9)</sup>.

이상과 같은 장점들로 인하여 미국, 일본, 유럽 등지에서는 이미 개발연구가 끝나고 상용화되어 가는 추세이다. 우리나라에서도 인구 밀도가 높고 환경오염이 심한 것을 감안하면 향후 개발연구와 아울러 사용이 촉진될 것으로 사료된다.

#### 5. 결 론

복합재료를 사용한 arrester housing과 여기에 적합한 전극의 종류 및 구성을 살펴본 결과 다음과 같은 결론을

내릴 수 있다.

1. 환경오염이 급속히 심화되고 공업을 기반으로 하는 우리나라에서는 내오손 특성이 좋은 복합재료 housing의 사용이 긍정적이다.

2. 좁은 면적에 인구밀도가 높은 곳에서 arrester가 고장, 사고가 났을 경우 인명과 재산의 피해가 동반되므로 피해를 최소화하기에 적합하다.

3. 구조상으로 disconnecter의 탈 착이 용이하여 작업이 편리하다.

4. 소형 경량화 되고 소재의 우수한 가공성으로 인하여 충분한 절연 거리를 확보할 수 있다.

#### # 참고 문헌

1. M. L. Bberins ed., "Plastics Engineering Hand book", Van Nostrand Reinhold, New York, 1991.
2. Transmission and distribution international March 1992, pp32-pp33.
3. V. Chaudhry and R. S. Gorur "Electrical Performance of Polymer Housed Zinc Oxide Arrester under Contamination Condition" IEEE Transation on Power Delivery Vol. 6, No. 2, April 1991.