

## 초고압 가스 차단기용 노즐 용삭 특성

배재윤\*, 정영우\*  
LS산전 전력제품연구소\*

### Ablation Property of Nozzles for a High Voltage Gas Circuit Breaker

Chae-Yoon, Bae\*, Yong-Woo Jung\*  
LS Industrial Systems, Electro Technology R&D Center\*

**Abstract** - 노즐의 용삭은 초고압 가스 차단기의 압력 상승에 중요한 역할을 한다. 기존의 연구는 총 아크 에너지와 용삭량과의 관계에 집중되어 왔으며 아크 에너지 대신 전류의 제곱등을 사용하기도 했다. 본 논문에서는 반복 시험을 통해 노즐 용삭 특성을 구하였으며, 이를 통해 아크의 전류, 전압과 용삭량과의 상관관계를 구하였다. 또한 계단형 노즐을 사용하여 노즐 반지름과 용삭량과의 관계에 대해서도 살펴보았다.

#### 1. 서 론

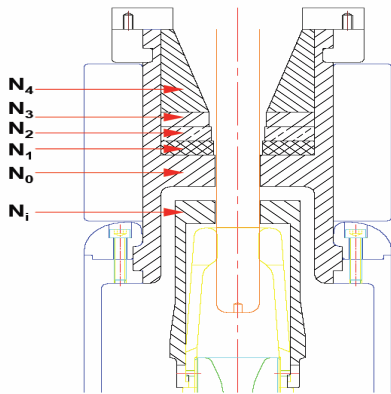
최근 들어 초고압 차단기는 열팽창형이 많이 사용되고 있다. 열 팽창형 차단기는 아크 자체의 에너지를 압력 상승에 사용함으로써, 기존의 파괴형 차단기에 비해 작은 조작성으로 아크를 소호하는 장점이 있는데, 이때 노즐의 용삭이 압력상승의 중요한 역할을 한다. 따라서 정확한 압력 상승을 예측하기 위해서는 노즐의 용삭 특성을 파악하는 것이 선행되어야 하는데, 기존의 연구는 아크가 만들어 낸 총 에너지와 용삭량 간의 관계를 측정하는 데 머물고 있다.[1]

본 논문에서는 계단형 노즐을 사용하여 반복시험을 통해 아크에너지와 노즐용삭량, 그리고 반지름과의 관계를 살펴보았다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 실험 방법

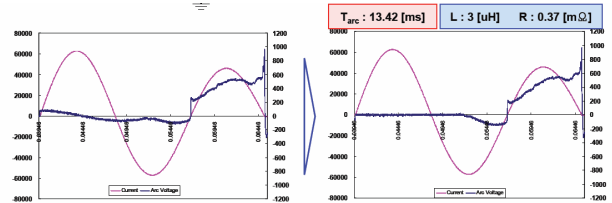
시험에 사용된 노즐은 그림1에서 보이는 것과 같다. 시험용 노즐은 총 6조각으로 이루어져 있으며 각각 위치와 반지름이 달라서 각자 아크 에너지에 노출되는 정도도 다르므로 적은 실험 횟수로 다양한 데이터를 얻을 수 있다.



<그림 1> 실험용 노즐 구성

본 논문에서는 전압과 전류를 측정하여 구한 뒤 각각의 승수를 0부터2 까지 0.2단위로 변화시켜가며 아크의 용삭량과의 관련성을 구해 보았다.

분석의 정확도를 높이기 위해 가장 먼저 수행해야할 작업은 아크의 전압과 전류를 정확히 측정하는 것이다. 하지만 계측기를 통해 전류와 전압값을 측정하면 유도 성분으로 인해 정확한 값을 측정하기가 어렵다. 그림 2의 왼쪽 그림은 유도 성분이 포함된 전압값을 보여준다. 접점이 분리되기 전의 시점에는 전압차가 0V임에도 불구하고 유도전압에 의해 전압이 발생되고 있는 것처럼 보인다. 이를 보정하기 R과 L이 직렬 연결된 등가회로를 가정하고 여러 차례 모의를 하여 R과 L 값을 구하였고 이를 바탕으로 그림2의 오른쪽 아래와 같이 유도전압 성분이 제외된 값을 얻을 수 있었다.



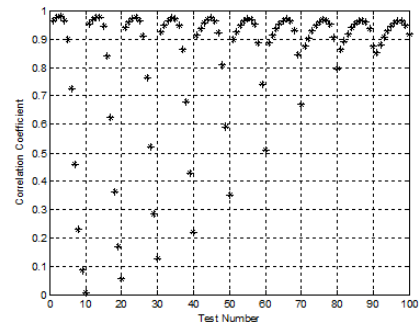
<그림 2> 유도 전압성분의 제거

##### 2.2 시험결과 및 분석

분석에 다음과 같은 가정을 사용하였다.

1. 아크 에너지는 아크 전 기동을 따라 일정하다.
2. 아크는 직접 노출된 노즐만을 용삭시킨다.
3. 유동에 의해 흩어지는 아크 에너지는 없다.

유동에 의한 영향을 최소화하기 위해 팽창실과 파괴실을 없애고 시험을 진행하였다.



<그림 3> 전류 전압의 승수와 용삭량과의 상관계수

그림3의 그림은 (아크전류)<sup>a</sup> × (아크전압)<sup>b</sup> 과 용삭량과의 관계를 선형 비례관계로 보았을 때의 상관계수를 나타낸다. a는 가로축 값의 (십의자리 숫자+3)×0.2 의 값을 갖고 b는 (일의자리 숫자)×0.2의 값을 갖는다. 예를 들면 가로축 70은 a=2, b=0을 나타내며 그때의 세로축의 값인 0.68은 (아크전류의)<sup>2</sup> 과 용삭량과의 상관계수를 나타낸다. 이 결과를 보면 전압의 승수가 0.8~1.2일때 용삭량과의 높은 상관계수를 보였으며 전류는 승수가 높을 경우에 전체적인 상관계수값은 작아지나 전압값에 따른 오차가 줄어드는 경향을 보였다. 하지만 흔히 용삭량을 구하기 위해 사용되는 전류를 제공한 값은 0.68로 낮은 상관계수를 보여 적절치 못함을 보였다. 노즐 반지름을 제공으로 나온 값과 용삭량은 평균적으로 더 높은 상관관계를 보였다.

a=1,b=1일 때, 즉 일반적 아크에너지에 대한 비례계수는 5.2×10<sup>-2</sup> [g/kJ]였으며 이때 상관계수는 0.94였다.

#### 3. 결 론

시험을 통해 아크의 전류, 전압과 용삭량과의 관계를 살펴보았다. 용삭량과의 비례관계를 구할 때 적절한 전류의 승수가 있음을 보였으며 아크에너지와의 비례계수도 도출하였다. 이를 이용한 압력 상승 해석은 비교적 만족할 만한 결과를 보였다.

#### [참 고 문 헌]

[1] L.Müller, "Modelling of an ablation controlled arc", J. Phys. D: Appl. Phys, 26, 1253-1259, 1993