

## ACB 기중아크의 아크전압 분석

송대현, 권중록, 객철희, 권기정  
(주)현대중공업

### Analysis of Voltage of Arc in Air at ACB

T.H.Song, J.L.Kwon, C.H.Kwak, K.J. Kwon  
Hyundai Heavy Industries Co., Ltd.

**Abstract** - 저압기중차단기의 한류성능 분석 및 개선을 위해서는 ACB에서 발생하는 아크전압에 대한 정보가 필요하다. 그러나 아크의 비선형적 특성 때문에 이론적 접근에는 한계가 있으므로, 실험적 접근을 통해 아크전압을 계측하고 분석하였다. 고온고압하의 아크 발생 환경에서 소호그리드간의 아크전압을 측정하기 위해서 열적, 절연적 특성이 우수한 테플론 피복 케이블을 적용하였다. 소호그리드의 배치를 변화시키면서 입출력 단자간 전압과 소호그리드간 전압을 측정하고 분석하였다. 이와 같은 연구를 통해 소호그리드의 아크전압상승 영향에 대한 기초적인 결과를 얻을 수 있었다.

#### 1. 서 론

선로에서 고장이 발생하면 차단기가 고장전류를 차단하기 위해서 접점이 개리되고 차단기 소호부의 접점에서는 아크가 발생한다. 일반적으로 저압 기중차단기는 발생된 아크를 신장·분할·냉각함으로써 차단행위를 완료한다. 즉 발생된 아크를 신속하게 신장시키고, 아크의 분할을 위해 소호부 내에 설치된 그리드쪽으로 아크를 구동시켜 아크 분할에 의한 전압강하를 증대시키고, 그리드 및 소호계료를 이용하여 아크를 냉각시켜 고장전류를 차단한다. 이때 아크전압이 전원전압보다 더 크게 증대됨으로써 차단전류를 제한하는 한류현상이 발생하고 이러한 한류 특성은 기중차단기에서 매우 중요하다. 한류성능을 개선하기 위해서는 무엇보다 아크전압의 특성에 대한 정보가 필요하다. 그러나 소호부에서 발생하는 아크는 비선형 특성을 가지고 있어서 이론적·해석적 접근이 제한적이고, 또한 아크는 고온·고압이며 수 ms 이내에 아크 소호가 완료되어 아크 특성의 측정이 매우 난해하다.

따라서 본 논문에서는 소호그리드의 아크전압에 미치는 영향을 실험적으로 밝히기 위해 먼저 ACB(기중차단기)에서 아크전압 측정 기법을 소개하고 있으며 실험결과를 토대로 하여 아크의 전압특성, 특히 소호그리드간 아크전압특성을 분석한 결과를 소개하고 있다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 기중차단기 한류 차단

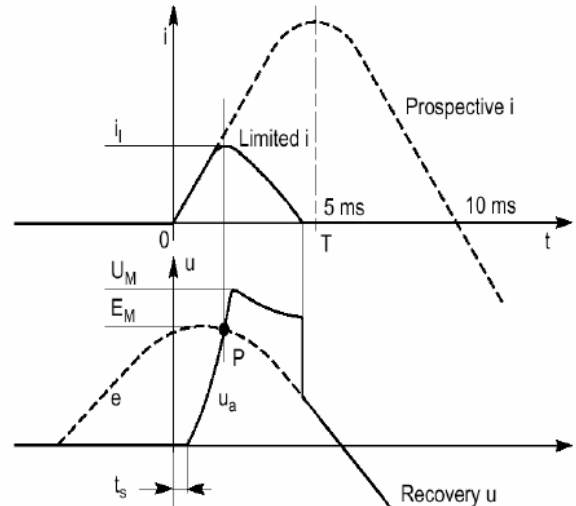
한류라는 의미는 단락전류를 제한한다는 의미이며 한류현상이 발생하면 단락전류의 크기가 작게 되고 인위적인 새로운 전류영점이 발생하여 차단이 매우 용이하게 된다. 또한 차단기가 아크에 노출되는 시간이 감소하게 되므로 차단기의 내구성 등의 성능 향상도 가능하게 된다. 이와 같은 이유로 MCCB, ACB와 같은 기중차단기에서는 한류 성능을 적극적으로 적용하고 있다.

저압기중차단기에서 한류 차단을 구현하기 위해서는 아크전압이 전원전압보다 높아져서 아크전류를 유지할 수 없게 되어야 한류 현상이 발생하여 전류가 급격히 제한된다. 그림 1에서  $t_s$  시간 후 접점이 개리하여 아크전압이 상승을 시작하면 점 P에서 아크전압이 전원전압보다 커지게 되고 이때부터 전류는 한류가 된다.[1]

아크전압을 높이기 위해서 기중차단기에서는 소호실에 자성체로 된 소호그리드가 배치되어 있다. 소호그리드의 아크전압상승 메커니즘은 다음과 같다.

- (1) 소호그리드에 의한 아크 분할(아크의 전압강하)
- (2) 소호그리드에 의한 아크의 냉각
- (3) 소호그리드에 의한 아크 길이의 신장

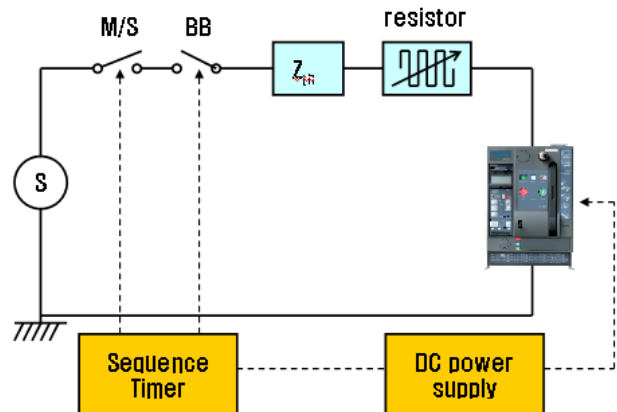
위 3가지 영향을 해석적·이론적으로 분석하는 것은 거의 불가능하므로 본 논문에서는 소호그리드의 아크전압에 미치는 영향을 실험적으로 밝히고자 한다. 먼저 첫 번째 단계로써 소호그리드 배치의 변화에 의한 아크전압 상승의 특성을 실험적으로 조사하였다.



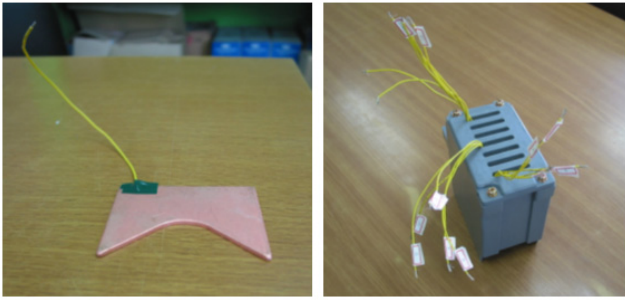
〈그림 1〉 한류 차단시의 단락전류와 아크전압

##### 2.2 아크전압 계측 기법

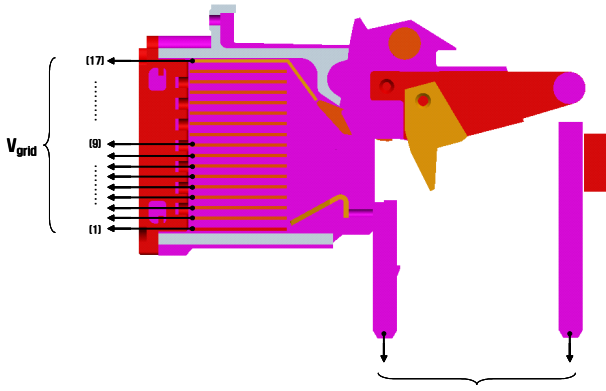
당사 양산용 ACB를 피시폼으로 하여 아크전압을 측정하였다. 그림 2에는 실험장비의 set-up이 나와 있다. 이때 시험조건은 220V 12.5kA이다. 소호그리드에서의 아크전압을 측정하기 위해서는 오실로스코프와의 연결을 위한 인출케이블을 소호그리드에 설치해야 한다. 이때 인출케이블은 아크의 고열에 견디도록 내열성이 우수해야 하며 또한 절연적으로도 우수해야 한다. 이와 같은 이유로 내열성 및 절연성능이 우수한 테플론 피복 케이블을 인출케이블로 사용하였다. 그리고 spot 용접을 이용하여 인출케이블과 소호그리드를 연결하였다. 그림 3에는 소호그리드에 인출케이블을 연결한 예가 나와 있다. 10채널 오실로스코프를 이용하여 입출력 단자간 전압과 소호그리드간 전압을 측정하였다. 피시폼의 소호그리드는 총 17개이므로 상/하부 소호그리드의 전압을 따로 측정하였다. 먼저 소호그리드 17개가 모두 설치되었을 때의 아크전압을 측정하고 소호그리드의 배치를 변경해 가면서 아크전압을 측정하였다.



〈그림 2〉 실험 set-up



〈그림 3〉 소호그리드 전압측정용 케이블



〈그림 4〉 소호그리드 구조 및 전압측정

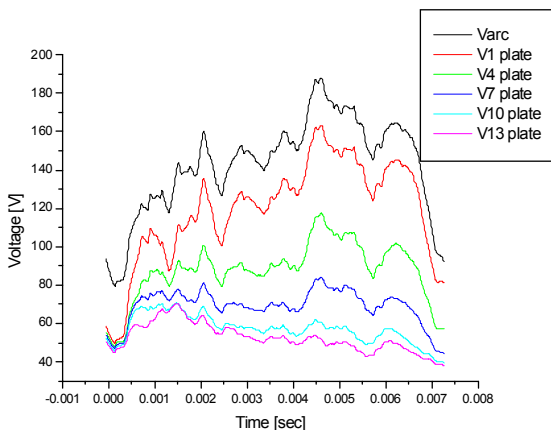
### 2.3 시험결과

피시폼의 소호그리드 개수는 총 17개이다. 이때 소호그리드의 두께는 2[mm]이고, 소호그리드간의 간격은 4[mm]이다. 아크전압은 다음과 같은 3가지 경우로 소호그리드 간격을 변화시키며 측정하였다.

〈표1〉 Case별 소호그리드 개수 및 간격

	개수	간격 [mm]
Case 1	17	4
Case 2	9	10
Case 3	7	16

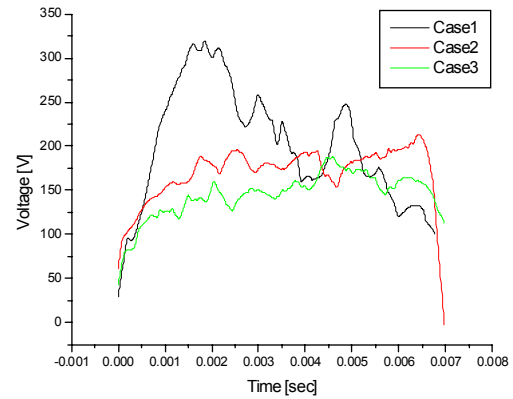
Case 2는 소호그리드를 1개씩 제거한 것이고 Case 3는 소호그리드를 2개씩 제거한 것이다. 그림 5는 Case 3의 아크전압 측정결과이다.



〈그림 5〉 Case 3의 아크전압과 소호그리드 전압

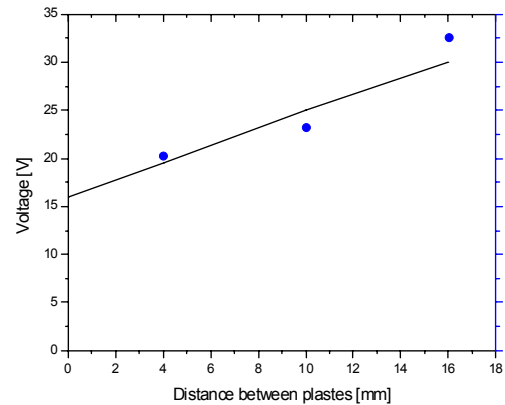
그림 6은 각각의 Case별 아크전압이 나와 있다. Case 1의 아크전압이 가장 크고 Case 3의 아크전압이 가장 작았다. 즉 소호그리드의 개수가 많을 수록 아크전압이 크다는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 현상이

일어난 것은 소호그리드가 아크를 냉각·신장하고 전극전압강하 효과를 발생시키기 때문이다. 따라서 소호그리드가 아크전압을 상승시키는 매우 유효한 방법이라는 것을 확인할 수 있다. Case 1에서 갑자기 아크전압이 급락하는 현상이 나타났는데, 이것은 Back-commutation이 발생하여 아크가 소호그리드에서 빠져나왔기 때문인 것으로 사료된다.



〈그림 6〉 Case별 아크전압

그림 7은 소호그리드간 전압이 나타나 있다. 그리드간 전압은 소호그리드 사이에 있는 아크길이에 대해 선형적으로 상승하고 있다. 이 상승률은 단위길이당 아크양광주의 전압에 해당한다. 그리드로 측정된 데이터로부터 추계직선을 구하여 그 기울기를 구하면 그것이 아크양광주의 단위길이당 전압이 된다. 이렇게 구한 아크양광주의 전압상승률은 2.5[V/mm]이다.



〈그림 7〉 소호그리드간 아크전압

### 3. 결 론

기중차단기의 한류성능에 매우 중요한 아크전압특성을 구하기 위해 ACB에서 아크전압을 측정하였다. 특히 소호그리드 전압도 측정하여 소호그리드의 아크전압에 대한 영향도 분석하였다. 소호그리드의 간격을 변화시키며 아크전압을 측정하여 소호그리드에 의한 아크전압 상승을 확인할 수 있었으며 또한 소호그리드 사이에 존재하는 아크양광주의 전압상승률도 알아 내었다. 향후 본 연구결과를 바탕으로 하여 실험을 확대하여 Back-commutation 현상, 아크거동, 아크전극전압강하 등의 특성을 연구할 계획이다.

### [참 고 문 헌]

- [1] Pierre Schueller, "LV breaking by current limitation", Cahier Technique Merlin Gerin n163, 1994
- [2] K.Nakayama, Y.Yokomizu 등, "Research on Rise in Voltage of High-Current Arc at Atmospheric pressure due to Deion Plates", JIEE, pl-6, 2000