

파퍼식 가스차단기의 소호실 형상 변경에 의한 유동해석 비교

최영길, 송기동, 박경엽, 윤치영(#), 강종호(#)
 한국전기연구소 스위치기어연구팀, (주)현대중공업

An Investigation on Factors Influencing the Interrupting Performance using Gas Flow Analysis

Y. K. CHOI, K. D. SONG, K. Y. PARK, C. Y. YOON(#), J. H. KANG(#)
 Korea Electrotechnology Research Institute, Hyundai Heavy Inds Co(#)

Abstract

Two of the factors to be considered at the design stage of the extinction chamber have been examined numerically. one is the sectional area of puffer cylinder, another is that of nozzle throat. the variation of the sectional area of puffer cylinder allowed us to find the size optimal at the interrupting performance. it is shown that the sizes of nozzle throat influenced the pressure rise of puffer cylinder strongly.

1. 서 론

파퍼방식 가스차단기의 대전류차단에 필요한 조작력은 차단전류의 크기뿐만 아니라 소호실의 형태 및 설계방식 등 다양한 요소에 지배된다. 무부하 개극시에는 소호실 가동부의 질량이 개극특성에 강하게 영향을 주지만, 대전류를 차단하는 유부하 개극시에는, 무부하 개극동작과 비교해서 파퍼실 압력이 보다 높아지기 때문에, 파퍼실 내의 압력이 개극특성에 큰 영향을 미친다. 아크가 발생하는 노즐부근의 형상과 구조를 일정으로 하고, 차단시 파퍼실내 압력을 높이게 되면, 아크의 냉각효과가 증가하여 대전류 차단성능 향상에 기여하게 된다. 따라서, 파퍼실내 압력상승에 영향을 주는 노즐목경과 길이, 파퍼실린더 단면적 등 소호실의 기본적인 요소들을 주어진 조작력과 차단전류의 조건에 대해서 적정히 선정하는 것이 소호실 설계에 있어서 상당히 중요하다. 본 논문에서는 차단전류와 조작력을 고려한 파퍼실린더 단면적의 최적화를 꾀하고 노즐목경의 파퍼실 압력상승에 주는 영향을 알아보기 위해 FLIC법을 이용한 유동해석을 시도하였다.

2. 본 론

2.1 파퍼실린더 단면적이 소호실 특성에 미치는 영향[1]

그림 1은 모델차단기에 적용한 해석결과의 일례로서, 전류 차단점에서 파퍼실 압력, 차단속도를 파퍼실린더 단면적 변화와 다른 두가지 조작력에 대해서 나타내고 있다. 차단전류는 40kA, 아크시간은 3/4 cycle, 조작력은 $F = 1.0 [p.u]$ 와 $F = 0.8 [p.u]$ 으로 설정하

였다. 이와 같은 해석에 있어서 노즐형상은 전부 동일하다.

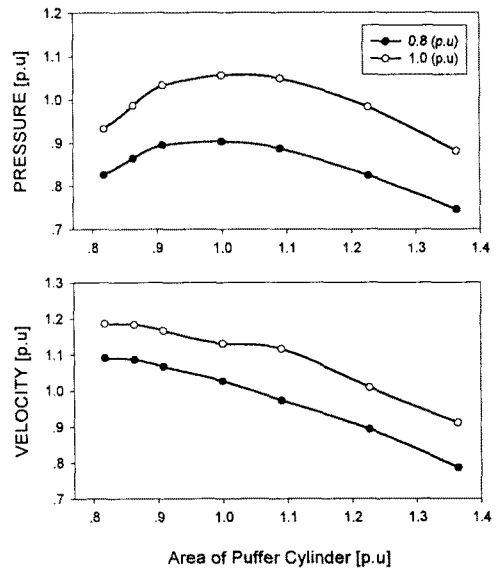


그림 1. 조작력/파퍼실 단면적이 소호실특성에 미치는 영향

그림 1에 의하면, 일정한 조작력으로 파퍼실린더 단면적을 감소시키면서 소호실을 구동하여 차단속도를 증가시키더라도 파퍼실 압력에는 극대치가 존재함을 알 수 있다. 이러한 해석결과는 그림 2를 이용해서 다음과 같이 설명가능 하다. 먼저, 대전류차단을 하지 않는 무부하시 개극에 대해서 노즐목경을 일정하게 할 경우, 파퍼실내 압력이 노즐목부근의 가스흐름을 음속으로 하는 임계압력에 이르게 되고, 이 후부터의 파퍼실에서 단위시간당 유출질량은 파퍼실 압력의 증가로 이어져, 파퍼실린더 단면적의 증가에 대해서 증가한다. 또, 파퍼실린더 용적이 실린더 단면적의 증가에 대해서 증가하기 때문에 결국 노즐목경의 일정조건은 파퍼실 압력을 단면적의 증가에 대해서 단조 증가하도록 작용한다. 한편 차단속도를 일정하게 놓으면, 실린더 단면적의 증가에 대해서 파퍼실 구동에 필요한 에너지를 증가시키기때문에, 역으로 조작력을 일정조건으로 하면, 차단속도와 파퍼실압력을 실린더 단면적에 대해서 단조감소시키는 작용을 한다. 이와 같은 상반된 작용의 결과로서 무부하 개극시의 파

퍼실 압력에는 파퍼실린더 단면적에 대해서 극대치가 생기게 된다. 전류를 차단하는 유부하 개극시에는 노즐목경 부근의 압력상승에 의한 노즐봉쇄 현상과 이에 따른 열가스의 파퍼실내 유입으로 파퍼실내 압력이 무부하시 개극에 비해서 크게 증가한다. 그러나, 이 경우도 압력은 단면적에 대해서 극대치가 존재함을 그림 1을 통해서 알 수 있었다. 이것은 파퍼실린더 단면적에도 최적치가 존재한다는 것을 의미한다. 그리고, 그림 1에 표시한 것과 같이 조작력을 0.8[p.u]로 감소시키더라도, 전류 차단점에 있어서, 조작력 1.0[p.u]의 경우와 같이 파퍼실 압력과 차단속도에 대해서 같은 경향의 결과를 얻을 수 있었다.

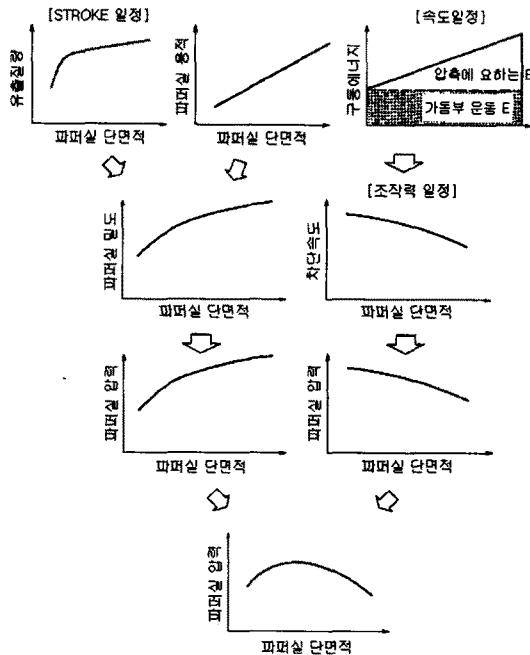


그림 2. 단면적변화에 의한 파퍼실압력 극대치 생성과정

2.2 파퍼실린더 단면적의 최적화

조작력의 감소는 파퍼실 압력과 차단속도를 수% 저하시키지만, 파퍼실내 온도변화에는 큰 영향을 주지 않기 때문에 [1], 파퍼실린더에 유입되는 아크에너지량이 조작력에 대해서 그다지 큰 차이가 없는 것에 기인한다. 다시 말해서, 조작력이 작을수록 아크에너지의 유입으로 인한 파퍼실 압력상승이 전압력 상승에 차지하는 비율이 크다는 것을 의미한다. 또, 차단전류의 크기에 따라서 파퍼실내 압력 극대치를 나타내는 파퍼실린더 단면적의 크기는 다소 차이가 나지만, 극대치 부근의 압력변화는 적기 때문에 실용적인 관점에서 적절한 파퍼실린더 단면적을 정하는 것이 가능하다. 그림 1과 같이, 시제품인 모델차단기의 단면적을 1.0[p.u]로 선정한 후 유동해석을 한 결과, 파퍼실의 극대치 위치 또한 단면적 1.0[p.u] 부근에서 생성됨을 알 수 있었다.

2.3 노즐목경의 크기와 파퍼실 압력상승[2]

대전류를 다수회 차단한 경우, 차단회수에 거의 비례적으로 노즐도 소모된다. 따라서, 노즐과 고정아크점점간의 열가스 누설량이 증대되어, 에너지 흐름에 따른 파퍼실 압력상승을 효율적으로 얻기가 어렵게 되어 소화성능에도 영향을 주는 경우가 있다. 그리고 소형화할 경우, 파퍼실린더내의 체적도 작아져 이러한 노즐목경의 간격에 따른 영향을 쉽게 받게 된다. 따라서, 아크에 노즐이 소모되었을 경우를 대비하여 노즐목경의 증대와 압력상승의 관계를 정량적으로 파악해 놓는 것이 중요하다. 그림 3은 모델 차단기의 노즐목경 $a < b < c$ 에 대해서 압력상승 해석에 대해서 나타내고 있다. 간격의 크기에 따라서 압력상승치가 큰 차이를 보이고 있는데, 이것은 노즐하류상에서의 열가스누설이 주요인으로서 파악된다.

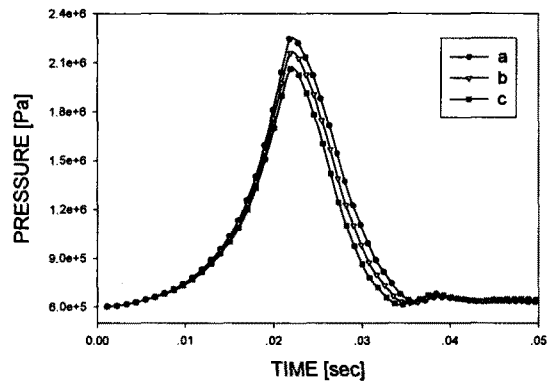


그림 3. 노즐목경과 압력상승치의 해석결과

그림 3에서, (a)경우는 대상 모델차단기의 노즐목경보다 다소 작은 치수를 적용하였으며, (b)경우는 대상 모델차단기의 설계치수를 그대로, (c)경우는 노즐의 용삭을 고려해 대상 모델차단기의 노즐목경보다 다소 크게 설정하여 해석하였다.

3. 결 론

가스차단기 소화실의 차단특성 및 소형화를 위해서 반드시 고려할 필요가 있는 형상설계 부분중 노즐목경과 단면적의 변화에 대해서 그 영향을 살펴보았다. 대상 모델차단기의 파퍼실 단면적 크기는 그 설계가 적절하였으나, 노즐목경에 있어서는 다소 고려의 여지가 있는 것으로 판단된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 吉適敏昭외, 평성3년 전기학회전국대회, No. 1445
- [2] "GCB小型化のための解析技術の適用", 일본 전기학회 연구회자료 SP-94-5
- [3] 최영길외, "가스차단부내 유동해석 프로그램의 적용 및 신뢰성 평가", 제3회 전력기기심포지움, 1999