

개폐기 접점 형상에 의한 전계 분포

(Electronic field distribution with Switch contact configuration)

조국희 · 조문수

(한국전기연구원)

(Kook-Hee Cho · Moon-Soo Cho)

Abstract

본 논문은 개폐기의 접점 형상에 따른 전계 분포 특성을 2차계 전자계 해석 program인 Flux-2D를 통해 살펴보았다. 2개의 모델을 선정하여 전극간 이격거리를 115[mm], 120[mm], 125[mm]로 변화를 주었을 때 최고 전계 강도의 변화를 살펴보았다. 1000[V] 인가시 최고 전계 강도는 (a)모델에서 115[mm]일 때 61.84[V/m], (b)모델에서 115[mm]일 때 66.90[V/m]로 나타났다.

1. 서 론

부하개폐기(LBS)는 한전의 책임분계점과 인접된 수용가 내에 시설되는 수배전반 내에 설치하여 공기절연 상태에서 해당 전로를 개폐하는 역할을 수행한다.

관련분야에서 기술적용 현황은 Knife 형상의 소호부를 아크(Arc)소호의 주된 역할을 수행하고, 보조적으로 지지애자 내에서 발생하는 소량의 Air blast를 결합하여 구성된 Blade 소호방식과 차단기 분야에서 초고압까지 적용영역을 넓혀가고 있는 Puffer 소호방식으로 구분되고 있다.

Blade 소호방식은 아크 소호력이 기구부의 특성에 좌우되므로 투입 및 개방속도를 단순히 Spring에 의존하여 필요로 하는 구동력을 얻는 방식으로서 1세대형으로 구분할 수 있는 것에 반하여 현재는 Puffer 소호방식이 소호 및 차단영역에서 안정적인 성능을 발휘하고 있어 국내·외적으로 과도기적인 개발추세에 있다고 할 수 있겠다. 가스차단기 분야에서 안정성과 신뢰성을 기반으로 적용영역을 확장하고 있는 Puffer 소호방식은 단순한 기구적인 구동력에만 의존하지 않고, 유체역학적인 요소기술을 극대화하여 적은 구동력으로도 필요로 하는 아크 소호력을 순간적으로 발휘하도록 함으로서 신뢰성 있고, 안정적인 성능발휘가 가능한 것이 주된 특징이라고 할 수 있다. 또한, 작업자의 가시적인 작업 환경의 안전성 확보를 통해 사고로 인한 2차적인 인명피해로의 파급진전을 사전에 억제함으로써 기술적인 측면의 진보를 통한 유·무형적인 경제적인 효과도 기대할 수 있다고 할 수 있겠다.

본 논문에서는 서로 다른 두개의 개폐기 접점 형상에 따른 전계 분포 특성을 살펴보았다.

2. 본 론

2.1. 측정대상

그림 1은 puffer 소호방식을 적용한 기중절연 부하개폐기의 해석 모델을 나타낸 것이다. 표 1에 각 해석모델의 세부적인 명칭을 나타내었다.

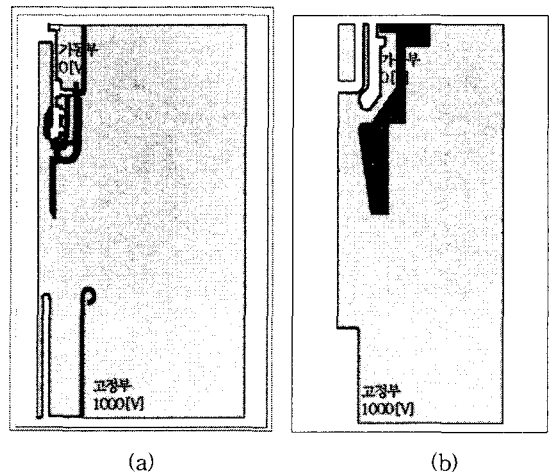


그림 1. 측정 대상의 해석 모델

표 1. 측정 대상 해석 모델의 명칭

부 분	(a)명칭	(b)명칭
Turquoise(청록색)	AIR	AIR
Magenta(자홍색)	ACETAL	POLYCARBONATE
Yellow(노란색)	RUBBER	-
Red(빨간색)	ELEC	ELEC

2.2. 측정방법

본 논문에서 해석 방법은 2차계 전자계 해석 program인 Flux-2D V.8.1을 사용하여 전계를 해석하였다. 비유전율(Relative permittivity, ϵ_r)은: (a) Insulation part는 4.0, Packing용 rubber는 3.0으로 하였으며, (b) Insulation part는 3.0으로 하였다. 해석을 위한 Modeling 과정에 있어서 유한요소로 세분화 하는데 어려움은 실제 형상과 조건을 동일하게 하기 위해서 해석 영역은 크지만 미세한 부분의 곡선화 및 기하학적 형상을 갖고 있는 가동부 도체 접지부분을 분할하는 것이었으며, Modeling은 실제 제작형상에 가깝도록 하였다. 경계조건으로는 고정부 도체 전극부분에 1000[V], 가동부 도체 접지부분에 0[V]의 고정경계조건(Dirichlet Boundary Condition)으로 주었으며, 가동부와 고정부의 양단은 자연경계조건($da/dn=0$, Neumann Boundary Condition)을 주어서 해석을 하였다.

전극간 거리를 115[mm], 120[mm], 125[mm]로 변화 주었을 때 전계의 변화를 살펴보고자 한다.

2.3. 측정결과 및 고찰

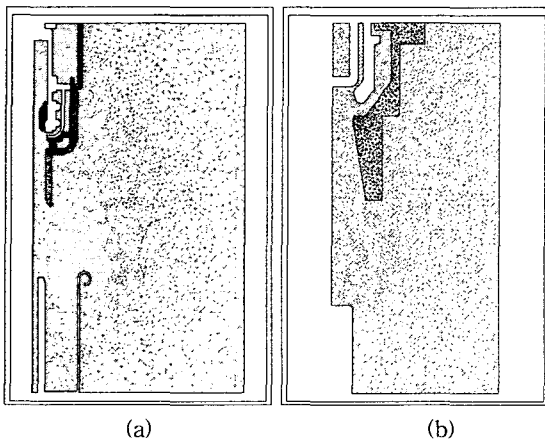
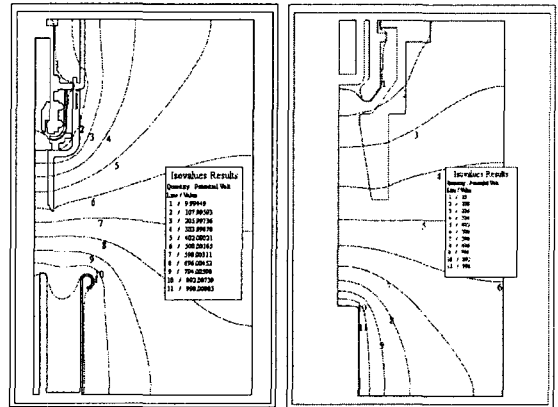


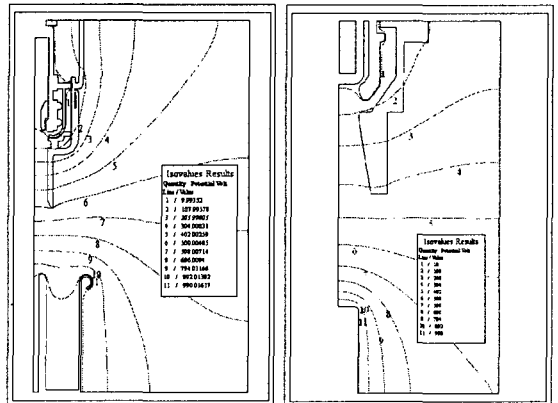
그림 2 해석 모델의 Meshing

그림 1의 해석 Modeling 부분을 영역별로 구분한 다음 전계를 계산하기 위해서 미소한 단순영역(삼각형)으

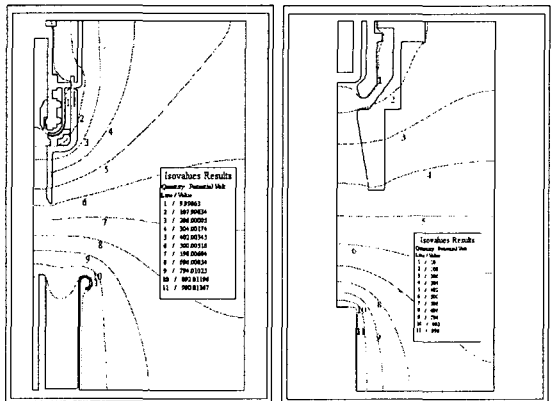
로 잘게 나눈 Meshing을 그림 2에 나타내었다. 우리가 알고 싶어 하는 고정부와 가동부의 도체부분은 미세하게 나뉘어져 있으며, 자연경계조건 부분은 도체부분보다는 큰 영역으로 나뉘어 짐을 알 수 있다. 이는 보다 정확하고 효율적인 해석을 위해 Mesh를 나누기 때문이다.



(a) 115[mm]



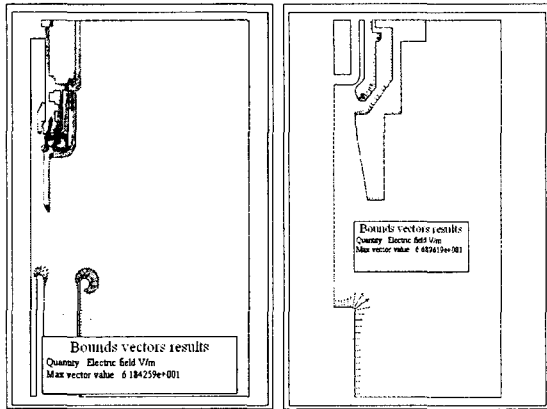
(b) 120[mm]



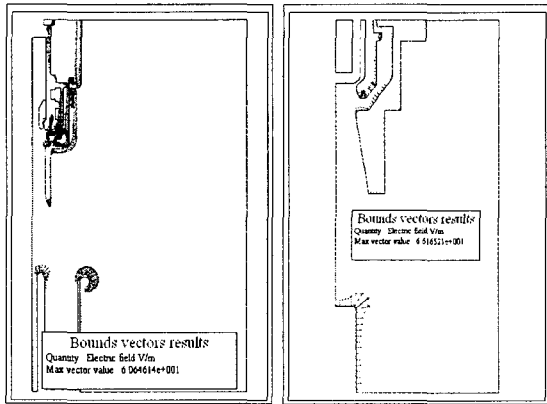
(c) 125[mm]

그림 3 전극간 거리 변화에 따른 등전위선도

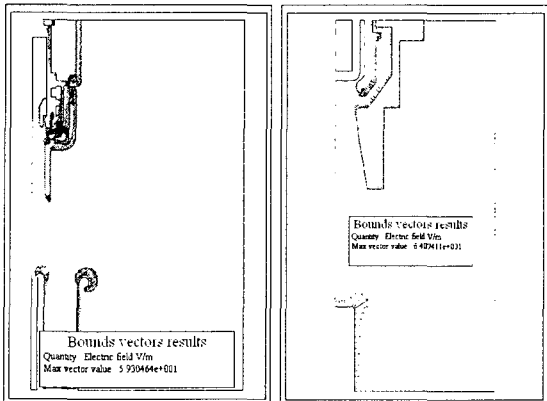
그림 3은 전극간 거리를 115[mm], 120[mm], 125[mm]로 변화를 주었을 때의 등전위선도를 나타내었다. 그림에서 보면 극간 거리가 늘어남으로 인해 등전위선이 고정측으로 이동됨을 알 수 있다.



(a) 115[mm]



(b) 120[mm]



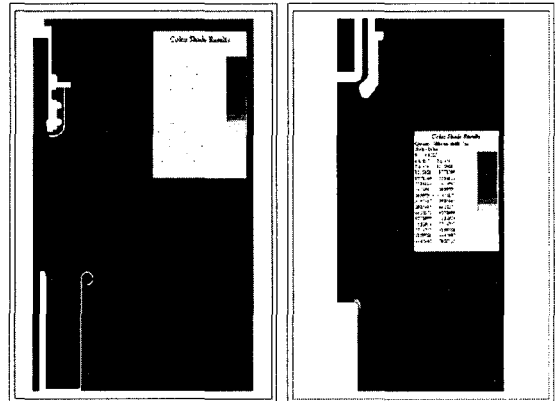
(c) 125[mm]

그림 4. 전극간 거리 변화에 따른 벡터 분포도

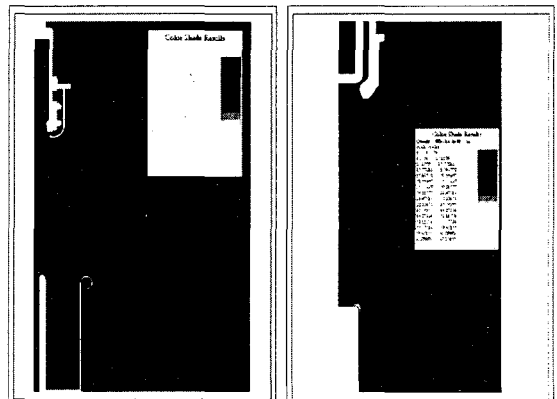
그림 4는 전극간 거리 변화에 따른 벡터 분포를 나타낸 것으로서, 모델 (a)에 1000[V]를 인가했을 경우 전극

간 거리가 115[mm]일 때 최고 전계강도는 61.84[V/m], 전극간 거리가 120[mm]일 때 최고 전계강도는 60.65[V/m]이고, 전극간 거리가 125[mm]일 때 최고 전계강도는 59.30[V/m]이다. 115[mm]에서 120[mm]로 증가시 1.92[%]의 전계 감소를 보였고, 120[mm]에서 125[mm]로 증가시 2.23[%]가 감소하였다. 모델 (b)에 1000[V]를 인가했을 경우 전극간 거리가 115[mm]일 때 최고 전계강도는 66.90[V/m], 전극간 거리가 120[mm]일 때 최고 전계강도는 66.16[V/m]이고, 전극간 거리가 125[mm]일 때 최고 전계강도는 64.07[V/m]이다. 115[mm]에서 120[mm]로 증가시 1.11[%]의 전계 감소를 보였고, 120[mm]에서 125[mm]로 증가시 3.16[%]가 감소하였다. 이는 전극간 거리가 멀어짐으로 인해 가동측과 고정측 사이의 전계가 약해지기 때문으로 사료 된다.

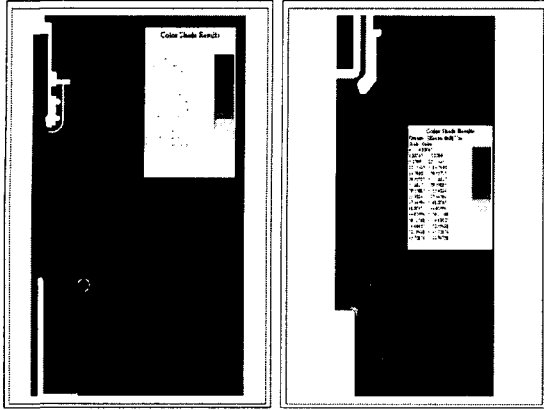
그림 5에서 보면 전극간 거리 변화에 대한 전계(Electric Field)를 색깔로서 구분한 것이다. 흰색에서부터 어두운 청색까지의 난색, 한색 대비로 구분되어진다. 그림에서 보면 전극간 거리가 늘어남으로 인해 전계분포가 약해짐을 알 수 있다.



(a) 115[mm]

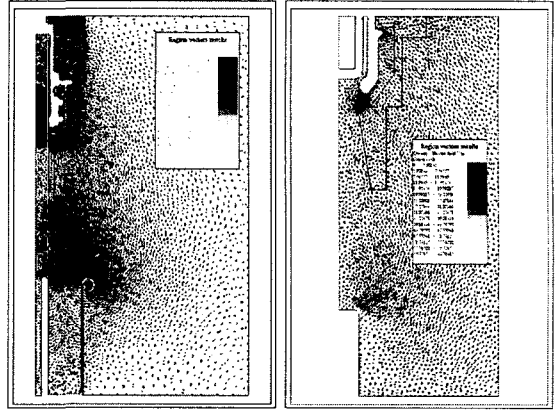


(b) 120[mm]



(c) 125[mm]

그림 5. 전극간 거리 변화에 따른 전계분포도



(c) 125[mm]

그림 6. 전극간 거리 변화에 따른 전위분포도

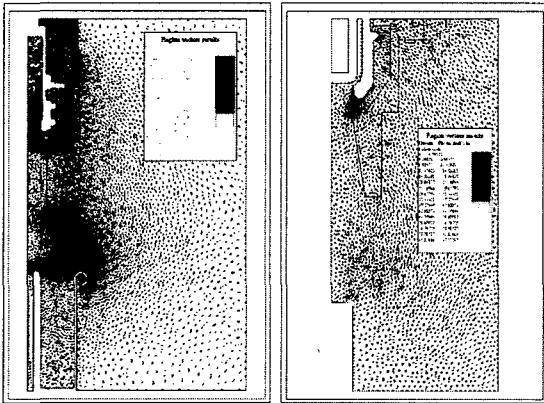
그림 6은 전극간 거리 변화에 대한 전위분포와 방향을 색깔 및 삼각형으로 구분한 것으로 난색일수록 Potential이 높고, 한색일수록 Potential이 낮다. 그림에서 보면 전극간 거리가 늘어남으로 인해 전위분포가 약해짐을 알 수 있다.

3. 결론

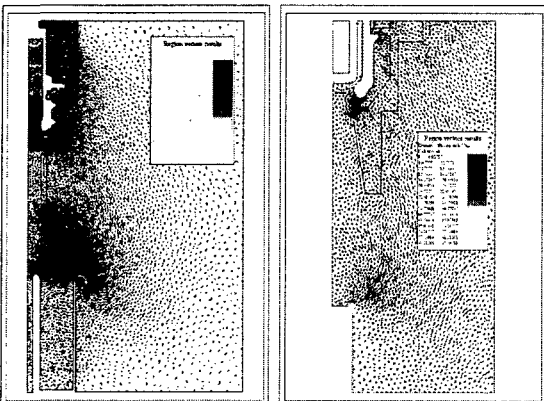
Puffer 소호방식을 적용한 기중절연 부하개폐기의 구조 개선을 위해 기존 제품을 Flux-2D를 통하여 전계분포도 분석을 통하여 문제점을 분석한 후, 여러 가지 모델을 제시하고 전계의 최고값을 낮추는 것이 최적 설계의 목표이다. 이는 전극간 거리를 변화시키면서 전계강도를 완화시켜 최적 형상을 찾을 수 있다. Flux-2D에 1000[V]인가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

극간이격거리 115, 120, 125[mm]일 때, 최고 전계강도

	모델 (a)	모델(b)
115[mm]	61.84[V/m]	66.90[V/m]
120[mm]	60.65[V/m]	66.16[V/m]
125[mm]	59.30[V/m]	64.07[V/m]



(a) 115[mm]



(b) 120[mm]

참 고 문 헌

- [1] Gallix et al., "Gas-blast high-voltage circuit breaker", US5,898,150, 1999
- [2] Kashimura Katsuiichi et al., "Puffer type gas blast circuit breaker", JP8111151, 1996
- [3] Tajima kozo et al., "Puffer type gas breaker", JP10199382, 1998
- [4] Mori Tadashi et al., "Puffer type gas circuit breaker", JP5166442, 1993
- [5] Koyanagi et al., "Puffer type gas circuit breaker, contact cover and insulated nozzle of the breaker", US5,079,391, 1992