

## 안테나를 이용한 VHF대역에서 고체절연체의 연면방전에 기인한 방사전자파의 측정

김충년, 박광서, 김기채, 이광식, 이동인  
영남대학교

### The Measurement of Electromagnetic Waves caused by Surface Discharges of Solide Insulator at VHF Band Using an Antenna

CH. N. Kim, K. S. Park, K. C. Kim, K. S. Lee, D. I. Lee  
Yeung Nam university

**Abstract** - In this paper, electromagnetic waves were measured in accordance with propagating the discharge when positive and negative DC high voltage was applied to needle-plane electrodes and plane-plane electrodes that solid dielectric was inserted between the electrodes. The radiated electromagnetic waves were investigated in bandwidth of VHF(30~230(MHz)) using an biconical antenna. In needle-plane electrodes, high electric field intensity is shown in both frequency band of 90(MHz) and 170(MHz), and gradually decreasing characteristic is appeared at high frequency band. However, high electric field intensity is shown in both 80(MHz) and 140(MHz) in case of plane-plane electrodes configuration. And over 150(MHz) frequency band, rapidly decreasing characteristic is shown. Moreover, electric field intensity of positive DC is about 5~10(dB) higher than negative DC.

## 1. 서 론

현재 많은 전력설비나 기기는 종래의 공기 절연방식에서 탈피하여 절연성능이 우수하고 불활성이 높고 안정한 SF<sub>6</sub>가스를 절연매체로 사용, 환선부를 밀폐하여 외기 및 환경에 영향을 받지 않도록 함으로서 높은 신뢰성과 compact한 구조로 사용하고 있다. 그 대표적인 전력기기로서 가스절연개폐장치(Gas Insulated Switchgear, GIS로 약칭)는 40여년 전부터 상업화가 시작된 이래 22(kV)급에서 765(kV)급까지 광범위하게 사용되고 있다. 특히 GIS의 절연구조는 SF<sub>6</sub> 가스갭, 스페이서의 내부 및 연면, 스페이서와 전극 및 가스와의 삼중점(三重點) 등으로 되어 있으며, 초고압변전소의 경우 그 크기가 종래의 약 1/20까지 축소됨으로써, 설계전계치가 크게되어 미소결함이 존재할 경우 코로나 및 부분방전 등 고전압 특유의 현상이 나타난다. 고전압 특유의 현상 발생 요인으로는 전력설비 및 고전압기기는 운용중 발생하는 진동, 열, 절연물의 경년열화 등에 의해 고전압도체 지지절연물, 전극과 지지절연물의 접촉점 또는 도체표면상의 미소돌기, 금속표면의 산화, 혼입입자 및 기타 파티클(particles) 등의 흠잡으로 인한 복합상태에 의해 발생된다. 이 결합 부위에 국부적인 고전계가 형성되어 부분방전이 발생함에 따라 절연내력이 현저히 저하되어 최종적으로 절연파괴를 일으켜 치명적인 사고를 발생시킬 수 있다[1,2].

지금까지 이러한 결함을 탐지하는 진단기술로는 절연열화시 발생하는 광, 음파, 기계적·전기적 진동, 전자파, 전위변동, 부분방전(partial discharge : PD) 측정법 등이 병용되어 사용되고 있으며, 최근에는 검출감도가 좋고, 검출범위가 넓은 비접촉센서를 이용한 절연진단법(안테나법 또는 방사전자파법)이 활발히 연구되고 있다. 특히 방사전자파를 이용한 절연진단기술은 비접촉센서인 안테나를 사용하여 환선상태에서 진

단할 수 있어 진단기법으로 많은 관심을 받고있다[3-7].

방사전자파의 발생 원으로는 전력설비나 기기내의 이상 전조현상인 코로나방전에 의해 발생하는 코로나스트리마는 시간적·공간적으로 급격한 변화를 수반하여 높은 고주파성분을 포함한 전자파를 방사시킨다. 이 방사전자파를 코로나잡음(corona noise)이라 부르며 잡음전자파의 일종으로 주어진 겹조건에 따라 확률과정에 의해 생기는 코로나전류펄스(코로나펄스)에 기인한 현상으로 알려져 있다. 이러한 코로나 잡음은 RFI(radio frequency interference), TVI(television interference) 혹은 EMI(electromagnetic interference) 등의 장애 원인이 되어 따라 전기·전자시스템에서의 전자파장해의 방지, 억제에 관한 연구가 필요하게 된다. 이러한 전자파장해는 EMI/EMC 규격으로 국·내외에서 규제를 하고 있는 실정이며, 우리나라에서도 송전전압의 격상과 더불어 전자기 환경에 대한 인체 유해 관점에서 환경단체와 정부차원에서 전자계 노출제한치나 권고치에 대한 제정이 논의되고 있는 실정이다[8-10].

이에 본 연구는 전력설비의 내외, 옥외용 애자 및 부싱류 또는 고압전극부 지지 등에 사용되는 고체절연체인 에폭시수지를 사용하여, 전압인가에 따른 열화에 의한 접촉부간의 미소이격 및 고체절연체를 통한 연면방전에 의해 발생될 수 있는 절연파괴 모의를 통하여 방전진전시 발생하는 방사전자파를 조사하였다. 절연파괴를 모의하기 위하여 침대평판전극과 평판대평판전극을 사용하여, 각 전극부 사이에 에폭시 절연체를 직렬배치하였다. 본 연구에 사용한 전원은 정극성 직류와 부극성 직류를 사용하였다. 전극부 사이에서의 고체절연체는 순수 연면방전형과 인가전극측과 고체절연체가 이격된 형태인 공기중+고체연면방전형의 복합형을 이용하여 방전시 발생하는 방전펄스와 이에 수반된 전계신호를 시간영역에서 측정하였다. 또한 방전시 발생되어 전파되는 방사전자파를 안테나를 이용하여 스펙트럼분석기를 통하여 주파수 영역에서 주파수 스펙트럼분포를 조사하였다. 이에 본 연구에 사용한 고체절연체가 직렬배치된 전극부에서 정극성과 부극성 직류에 의한 전압입의 차이에 따라 방사되는 주파수 스펙트럼분포의 차이를 확인할 수 있었다.

## 2. 본 론

### 2.1 실험장치 및 전극부 구성

본 연구에 사용한 실험장비 및 배치도를 그림 1에 나타냈다. 전원부는 고전압 발생장치(slide regulator type : MATSUNAGA MFG. Co. Ltd.)를 사용하였다. 이 전원장치는 1차측 입력전압 220 (V), 50/60 [Hz]이며, 2차측 출력전압은 60 [kV]까지 낼 수 있는 교류 고전압발생장치이다.

본 연구에서 직류를 발생시키기 위하여 교류고전압 출력측에 교류를 직류로 변환시킬 수 있는 silicon rectifier and insulation base(TOKYO Transforme Co. Ltd.)와 capacitor(MARCON Electronics Co. Ltd., type 100A-01SF) 및 Resistor(10kΩ)로 구성된 직류변환장치를 이용하여 정극성·부극성 직류전압을 발생시켜 사용하였다. 인가전압은 각 전극부에서 방전개시전압영역에서 절연파괴가

발생되는 영역의 전압까지 서서히 상승시켰다.

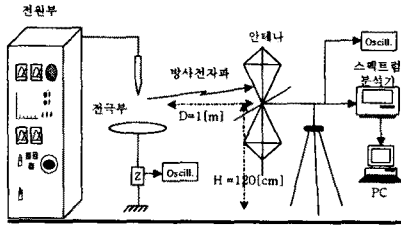


그림 1 실험장치도  
Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus.

본 연구에 사용한 전극부의 형상을 그림 2에 나타냈다. 여기서 전압인가측 전극부와 고체절연체가 이격된 공기중+연면방전의 복합형의 전극형태를 air+surface형으로 표기하였으며, 순수 연면방전의 경우를 surface형으로 표기하여 구분하였다.

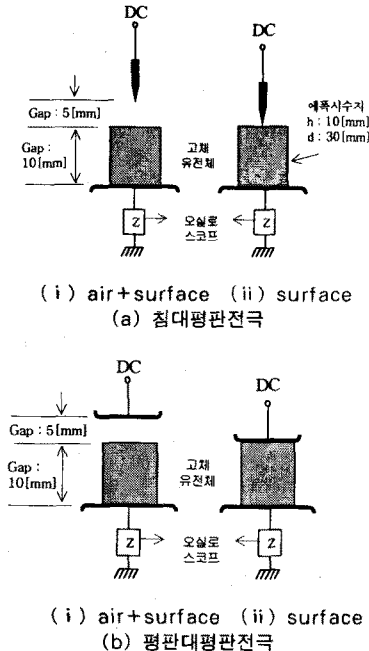


그림 2 전극부의 구성  
Fig. 2 Configuration of electrodes.

그림 2의 침대평판전극과 평판대평판전극에서 침전극은 직경이 2.1[mm], 곡률반경 0.56[mm]으로 전극 몸통에서부터 침선단으로 갈수록 가늘어지는 형태의 시판용 전침을 사용하였다. 평판전극은 그림 2 (b)에 나타난 것과 같이 상부 평판전극은 하부의 평판전극에 비하여 작은 형태를 취하고 있다. 상부 평판전극의 크기는 직경 30[mm]이고, 하부의 평판전극은 직경이 50[mm]인 로고스키전극형태로 재질은 스테인레스 스틸이다.

그림 2의 각전극부에 직렬배치한 고체절연체는 예폭시 수지를 사용하였다. 이 시료는 전기·전자분야의 절연체재료로 많이 이용되는 고온경화용 주형수지로서 비스페놀-A형 (bisphenol-A type, Ciba-Geigy Co.)이며, 경화제(산무수물 계통의 MeTHPA : methy tetra hydro phthalic anhydride)와 배합비율이 100 : 30~35[%]로 높

10[mm], 직경 30[mm]인 원통형으로 내부에 기포가 없도록 제작하였다[11].

각 전극부에서 예폭시 시료는 하부 평판전극에 고정되어 있으며, 상부 전극인 침전극과 평판전극이 예폭시 절연체에 접해진 상태와 이격된 두가지 상태를 취하고 있다. 각 전극부에서의 간극 구성은 상부전극이 고체절연체와 이격시(그림 2의 a-i와 b-i)에는 고체절연체 높이 10[mm]와 공기갭 5[mm]로 전체 15[mm] 간극으로 구성하여 연면방전(또는 갭방전[12,13])을 모의하였다. 또한 상부전극이 고체절연체에 접해져 있는 상태(그림 2의 a-ii와 b-ii)일 때는 상부와 하부 전극사이의 간극은 고체절연체의 높이에 해당하는 10[mm]의 간극을 유지하며 방전시 연면방전을 모의하였다. 전극부에 배치한 예폭시 절연체의 크기가 접지전극의 크기에 비해 작게 한 것은 절연체가 갭사이에 존재하는 이물질 또는 스페이서로서의 역할을 하도록 하기 위함이다.

## 2.2 방전신호의 시간 및 주파수영역에서의 측정

정극성과 부극성 직류를 인가함에 따라 발생하는 방전 펄스의 측정은 접지전극과 대지사이의 무유도저항(50 [Ω]) 양단에 걸리는 전압을 오실로스코프(LeCroy 9350AL, 500[MHz])를 사용하여 측정하였다. 방전전전에 따라 발생하는 방전펄스에 기인한 전계신호를 바이코니칼 안테나로 포착하여 오실로스코프를 통하여 시간영역에서 관측하였다. 방전펄스에 의한 전계파형내에는 주파수영역에 해당하는 주파수 성분이 포함되어 있다고 생각되며, 이것은 방전형식에 따라 전계신호의 분포 변화가 있을 것으로 생각된다.

전압인가에 따라 방전시 발생하는 방사전자파 측정은 바이코니칼 안테나(EMCO 3110, 주파수 범위 : 30~300 [MHz])와 스펙트럼 분석기(Advantest, 주파수 범위 : 10 [kHz]~3.5 [GHz])를 사용하여 측정하였다. 스펙트럼분석기 측정 모드설정은 resolution bandwidth와 video bandwidth를 각각 1[MHz], input attenuator는 0 [dB], sweep time 은 0.2 [sec]로 두고 maxhold로 측정하였다. 실험에 사용한 안테나의 높이(H)는 지상에서 120 [cm]로 고정시켰으며, 안테나의 방향은 전극부와 동일하게 지상에 대하여 수직으로 배치하여 방전원과 안테나간 측정거리(D)를 1[m]로 두고 측정하였다. 이것은 방전시 발생하는 경우 전극부가 송신안테나의 역할로서 전자파를 방사한다고 보았을 때 수신 안테나와 동일한 편파특성을 가지도록 하기 위함이다.

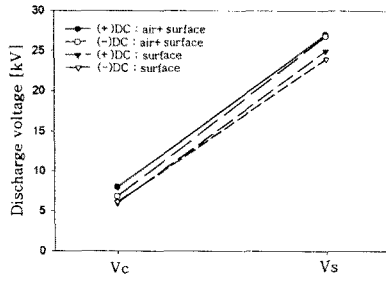
측정에 사용한 바이코니칼 안테나의 tip-to-tip length는 132.1 [cm]이다. 안테나 패터는 거리 1[m]에서 10.8~24.8 [dB]의 범위를 가지고 있지만, 본 연구에서는 스펙트럼 분석기에서 직접 전계강도(dBuV/m)를 측정하였다. 안테나의 이득은 거리 1 [m]에서 -15.0~0.3 [dBi] 범위의 이득특성을 가지고 있다.

본 연구에서 선택한 측정 주파수대역은 30~230 [MHz]를 선정하였다. 이 주파수대역은 스펙트럼 분석기에 설정할 수 있는 바이코니칼 안테나의 주파수 범위내에 해당되며, 또한 국내 전자파장해규정(KS C 0262-1992 : 전기·전자기기의 전자파 장애)이 정하고 있는 일부 주파수대역(30~300 [MHz]) 및 거리를 적용하였다[14].

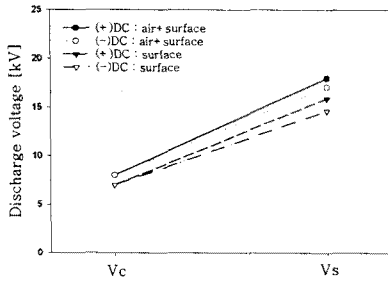
## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 전극별 방전개시전압

그림 3은 그림 2의 침대평판전극과 평판대평판전극 사이에 고체절연체를 직렬배치한 air+surface형과 surface형에 정극성직류와 부극성직류 인가시 방전개시 전압과 절연파괴전압을 나타낸 것이다. 여기서  $V_c$ 는 전압인가시 처음 방전이 개시되는 영역을 나타낸 것이며,  $V_s$ 는 전극부의 형태에 따른 절연파괴전압영역을 나타낸 것이다. 그림 3에 나타난 측정값은 같은 조건하에서 5회 이상 측정된 값을 평균하여 나타낸 값이다.



(a) 칩대평판전극



(b) 평판대평판전극

그림 3 방전개시전압과 절연파괴전압  
Fig. 3 Discharge onset voltages and flashover voltage

정극성직류와 부극성직류의 인가에 따른 절연파괴전압값은 칩대평판전극과 평판대평판전극 모두 air+surface형이 surface형보다 높게 나타났다. 특히 칩대평판전극에서는 같은 형태의 전극배치를 가진 전극부가 서로 비슷한 전압영역을 가지고 있으나 대체적으로 정극성직류가 부극성직류에 비하여 높게 나타나는 경향을 보이고 있다. 평판대평판전극에서는 칩대평판전극에 비하여 절연파괴전압값이 약 33(%) 정도 낮은 전압값에서 절연파괴가 발생하였으나, 방전개시전압은 모두 비슷한 전압영역에서 발생되고 있는 것으로 나타났다.

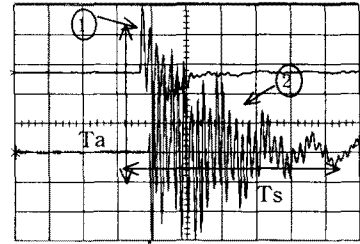
평판대평판전극쪽이 칩대평판전극에 비하여 절연파괴전압이 낮게 나타나는 것은 인가전압의 집중에 따른 공간전하의 분포가 칩전극에 비하여 넓게 분포되며, 또한 고체절연체의 연면에 연하여 대향전극으로 방전전진이 용이하기 때문이라 생각된다. 칩전극은 고체절연체의 중앙상부 및 중앙에 위치해 있으므로 평판전극의 위치에 비하여 대향전극으로 공간전하의 이동 경로가 길어지기 때문에 절연파괴전압이 높게 나타나는 것으로 생각된다.

정극성과 부극성에 의한 극성차이에서 볼 때 정극성직류를 인가한 경우가 전극부 형태의 변화에도 불구하고 부극성직류 인가시 보다 높게 나타났다. 이것은 정극성직류에 의해 발생되는 코로나에 의한 정공간전하의 형성을 집지측에서 발생되어 인가전극측으로 향하여 진전하는 부코로나에 의해 억제되므로 높은 전계강도를 요구하게 됨에 따라 절연파괴전압값이 높게 나타나는 것으로 생각된다. 이때 발생하는 정코로나펄스 또한 부극성직류에 의해 발생하는 부코로나펄스보다 큰 입상 시간과 펄스폭을 가진 방전펄스가 발생할 것으로 생각된다.

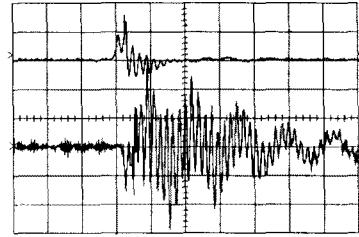
### 3.2 방전펄스와 전계파형

그림 4는 그림 2의 전극부에 정극성직류와 부극성직류를 인가하였을 때 방전시 발생하는 방전펄스와 방전펄스에 기인하여 발생하는 전계신호를 나타낸 것이다. 이때 정극성과 부극성 직류의 인가전압은 모두 10 [kV]일 때 대표적인 신호를 나타냈다. 전계신호는 방전원에서 방사되는 신호를 바이코너 칼 안테나(주파수 대역 30~300 [MHz])로 포착하여 오실로스코프상에서 시간영역으로 관측한 것이다. 그림 4(a), (b)는 정극성 직류를 인가시, 그림 4 (c)와 (d)는 부극성직류 인가

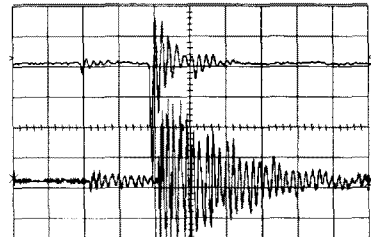
시 air+surface형과 surface형에서 방전시 발생하는 방전펄스와 전계신호를 나타낸 것이다.



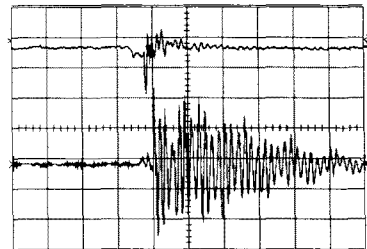
① 0.2[ $\mu$ s/div]2.0[V/div], ② 0.2[ $\mu$ s/div]4.0[mA/div]  
(a) 정극성, air+surface형



① 0.2[ $\mu$ s/div]2.0[V/div], ② 0.2[ $\mu$ s/div]4.0[mA/div]  
(b) 정극성, surface형



① 0.2[ $\mu$ s/div]2.0[V/div], ② 0.2[ $\mu$ s/div]4.0[mA/div]  
(c) 부극성, air+surface형



① 0.2[ $\mu$ s/div]2.0[V/div], ② 0.2[ $\mu$ s/div]4.0[mA/div]  
(d) 부극성, surface형

그림 4 정·부극성 직류인가시 방전펄스와 전계신호  
Fig. 4 Discharge pulse and electric field signal at positive·negative DC

인가전압 극성에 의한 극성차이에 의해 발생하는 방전펄스는 정극성직류인 경우 스트리마코로나, 부극성직류인 경우 트리첼펄스에 의한 영향이 가장 크다고 생각되며, 이와같은 방전펄스는 매질이나 극성에 의해 각각 다른 방전메커니즘의 발생되기 때문에 펄스가 가지는 주파수성분도 다를 것이라 생각된다. 이와 더불어 전계신호 또한 변화가 있을 것으로 생각된다. 여기서 방전펄스에 기인한 전계신호에서 신호세기를 진폭 Ta이라고하고, 펄스지속시간을 Ts라 두고, 먼저 방전펄스의 발생에 기인한 전계신호를 측정주파수 대역의 안테나로 관측

한 이유는 방전펄스가 가지는 주파수 특성이 시간영역에서의 전계신호에 미치는 영향과 변화를 알아보기 위함이다.

정극성 직류인가시 발생하는 정극성펄스에 의한 전계신호는 전계신호 자체의 파형의 굴곡이 심하며, 신호자체에서도 Ta의 변화가 큰 것을 볼 수 있다. 또한 펄스지속시간 Ts가 클수록 과도진동형태와 같은 파형을 보이고 있다. 그러나 부극성 직류인가에 의한 부극성 방전펄스에 기인한 전계신호를 보면, Ta는 초기에는 큰 값을 가지나 Ts가 클수록 완만한 감쇠진동형태의 파형을 보이고 있다. 즉, 상기와 같이 방전펄스에 기인한 전계신호는 방전형식과 인가전압의 크기에 따른 방전펄스의 차이에 의한 전계신호에도 영향을 미치는 것으로 생각되며, 전계신호 속에는 부분방전신호와 주변잡음 신호가 포함된 주파수 성분을 가지고 있는 것으로 생각된다.

### 3.3 방사전자파 분포

그림 5는 실험실내에서 측정된 주변환경잡음을 나타낸 것이다. 이 주변잡음속에는 실험실내의 측정장치 및 외부의 통신, 라디오 주파수 등이 포함되어 있는 것으로 생각되며, 본 실험실내에서는 그림 5와 동일한 주변잡음이 관측되고 있는 곳이다.

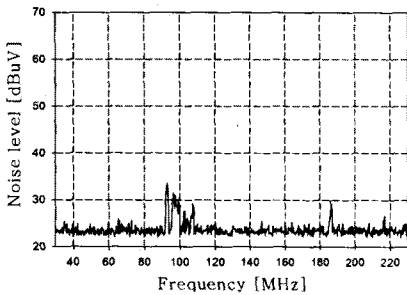


그림 5. 주변환경잡음  
Fig. 5 Background noise(BGN)

주변환경잡음의 크기를 보면 주파수 대역  $100 \pm 10$ (MHz)에서 약 28~34(dBuV), 185(MHz) 대역에서 약 30(dBuV)정도의 잡음레벨이 관측되고 있다. 이 주변잡음을 기준으로 방전시 발생하는 방사전자파의 주파수스펙트럼의 분포와 스펙트럼의 전계레벨의 변화를 비교할 수 있는 기준으로 삼았다.

그림 6은 그림 2의 (a-i)의 침대평판전극의 air+surface형 전극부에 정극성 직류와 부극성 직류 인가시 발생하는 방사전자파의 주파수 스펙트럼분포를 나타낸 것이다. 인가전압은 각각 10(kV)이다.

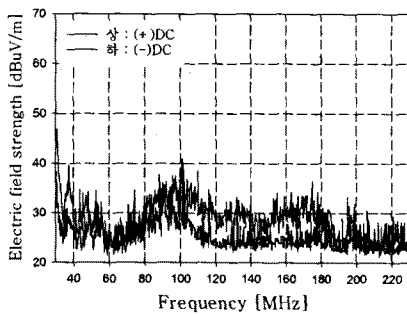


그림 6 침대평판전극 air+surface의 스펙트럼  
Fig. 6 Spectra of air+surface at needle-plane

주파수 스펙트럼상에서 전계레벨은 그림 5의 주변환경잡음

과 비교하면, 정극성 직류 인가시 방사전자파는 주파수대역 60(MHz)이하 대역,  $100 \pm 10$ (MHz) 및  $170 \pm 10$ (MHz) 대역에서 약 36~45(dB)로 주변환경잡음에 비하여 약 10~20(dB)정도 높게 나타나고 있다. 부극성 직류 인가시 방사전자파는 주파수 대역 60(MHz)이하와  $90 \pm 10$ (MHz) 대역에서 약 35~37(dB)정도 주변환경잡음에 비해 약 10~12(dB) 높게 나타나는 경향을 보이고 있다. 이때 정극성과 부극성직류원의 차이에 따른 전계레벨의 차이는 약 2~5(dB)정도 정극성 직류일 때가 높게 나타나는 것으로 관측되었다.

그림 7은 그림 2 (a-ii)의 surface형 전극부에 정극성과 부극성 직류를 인가시켰을 때 발생하는 방사전자파의 스펙트럼분포를 나타냈다. 이때 인가전압은 각각 10(kV)이다.

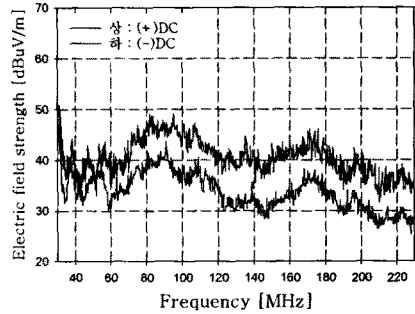


그림 7 침대평판전극 surface의 스펙트럼  
Fig. 7 Spectra of surface at needle-plane

침대평판전극의 surface형 전극부에서 정극성직류와 부극성 직류에 기인한 방사전자파의 주파수 스펙트럼의 분포는 전계레벨의 차이가 있을 뿐 주파수영역에서의 특성은 비슷한 형상을 나타내고 있다. 주파수영역에서 정극성직류 및 부극성 직류 인가시 전계레벨은 주파수 대역 약 80~100(MHz), 160~180(MHz)에서 큰 전계강도를 가지고 있다. 정극성은 부극성 직류에 비하여 약 10(dB)정도 높은 레벨로 정극성과 부극성 모두 고주파영역으로 이동하며 완만한 감쇠특성을 보이고 있다.

그림 8은 그림 2 (b-i)의 평판대평판전극의 air+surface형 전극부에 정극성과 부극성 직류 인가시 방전에 따른 방사전자파 스펙트럼 분포를 나타낸 것이다. 이때 인가전압은 각각 10 (kV)이다.

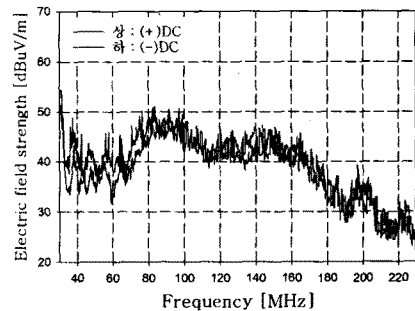


그림 8. 평판대평판전극 air+surface의 스펙트럼  
Fig. 8 Spectra of air+surface at plane-plane

평판대평판전극을 사용한 air+surface형 전극부에 정극성과 부극성 직류를 인가하여 측정된 방사전자파의 주파수 스펙트럼은 거의 동일한 전계레벨로 방사되는 것을 알 수 있었다. 특히 두 전압원의 극성차이에도 불구하고 발생하는 방사전자파의 주파수 스펙트럼의 분포와 전계레벨의 세기는 거의 유사하게 나뉘고 있으며, 최대 전계레벨을 가지는 주파수 대역은 정극성과 부극성 모두 80~100(MHz)에서 약 48~51(dB).

130~150[MHz]에서 약 35~38[dB]정도의 세기를 가지고 있다. 그러나 150[MHz] 이상의 고주파 영역으로 갈수록 급격한 감쇠특성을 나타내고 있다.

그림 9는 그림 2 (b-ii)의 평판대평판전극의 surface형 전극부에 정극성과 부극성 직류 인가시 방전에 따른 방사전자파 스펙트럼 분포를 나타낸 것이다. 이때 인가전압은 각각 10 [kV]이다.

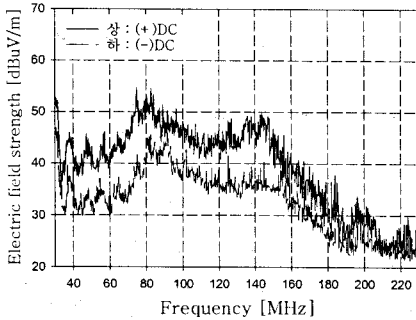


그림 9 평판대평판전극 surface의 스펙트럼  
Fig. 9 Spectra of surface at plane-plane

평판대평판전극의 surface형 전극부에서 방전시 발생하는 주파수 스펙트럼분포로 정극성직류가 부극성 직류에 비하여 150[MHz] 대역이하에서는 정극성직류에 의한 스펙트럼이 부극성에 비하여 약 10[dB] 정도 높은 전계레벨로 분포하고 있다. 또한 정극성과 부극성 직류에 의해 형성된 전계레벨 중 주파수 대역 80(MHz)와 140(MHz) 대역에서 가장 높은 레벨을 보이고 있다. 이때 전계레벨은 주파수 80(MHz)에서 정극성인 경우 약 54(dB), 부극성인 경우 약 46(dB)정도의 전계값을 나타내고 있다. 또한 주파수 대역 140(MHz)에서는 정극성인 경우 약 50(dB), 부극성인 경우 약 40(dB) 정도로 정극성이 부극성에 비하여 약 10(dB) 높은 전계값이 보이고 있으며, 정극성과 부극성에 의한 방사전자파는 150(MHz)이상의 고주파로 갈수록 급격한 감쇠현상을 보이고 있다.

### 3. 결 론

침대평판전극과 평판대평판전극사이에 고체절연체를 직렬배치하여 정극성직류와 부극성직류를 인가하였다. 양전원의 극성차이와 고체절연체의 배치형상에 따라 방전시 발생하는 전계신호와 방사전자파를 안내나로 측정 한 결과 다음과 같은 것을 알 수 있었다.

(1) 양전극부에서 air+surface형이 surface형보다 절연과 과전압이 높게 나타났으며, 평판대평판전극부는 침대평판전극부의 절연과과전압에 비해 전반적으로 약 33(%)정도 낮은 전압에서 발생되었다.

(2) 방전필스에 기인한 전계신호를 시간영역으로 관측한 결과, 정극성직류인가시에는 파형 진폭 변화가 크고 과도진동현상을 나타내며, 부극성 직류인가시에는 완만한 감쇠진동형태를 보이고 있다.

(3) 침대평판전극부에서의 주파수 스펙트럼분포는 주파수대역 90(MHz)와 170(MHz)대역을 중심으로 높은 전계레벨을 보이고 있으며, 60과 150(MHz) 대역에서 낮은 전계레벨을 보이며, 고주파영역으로 갈수록 완만한 감쇠현상을 보이고 있다.

(4) 평판대평판전극에서의 주파수 스펙트럼분포는 주파수대역 80(MHz)와 140(MHz) 대역을 중심으로 높은 전계레벨을 보이고 있으며, 40(MHz)와 120(MHz) 대역에서 낮은 전계레벨을 보이며, 150(MHz) 이상의 고주파 대역으로 갈수록 급격한 감쇠특성을 보이고 있다.

상기의 결과와 같이 침대평판전극과 평판대평판전극부사이에 고체절연체를 직렬배치하여 정극성과 부극성직류 인가시

발생하는 방사전자파를 측정 한 결과 서로 다른 주파수 대역에서 높은 전계레벨과 낮은 전계레벨값을 가지는 주파수 영역이 뚜렷하게 차이가 있음을 알 수 있었다. 또한 방전필스에 기인한 전계신호가 방사전자파에 미치는 영향에 대해서는 앞으로 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

### (참 고 문 헌)

- [1] 정상진, 이형호, "초고압 GIS의 절연진단 기술", 전기학회지, 제 45권 4호, pp. 25-29, 1996년 4월
- [2] 大久保仁, "電力機器の診断技術の現状と今後の課題", T.IEE Japan, Vol.119-B, No.4, pp.434-437, '99.
- [3] 竹下信也 "電力設備の非接触計測・診断技術" J. IEE. Japan, Vol.112-3, pp 143-146, 1992.
- [4] 富田誠悦 "雑音電波で絶縁劣化を予知" J. IEE Japan, Vol. 112-3, pp. 152-156, 1992.
- [5] 電氣學會放電ハンドブック出版委員會編 "放電ハンドブック 下巻, 제8장 전자파" pp.395, 평성 10년
- [6] 장찬수, "전기설비의 진단기술", Proceeding of KIEE, Vol.48, No.5, pp.44-51, 1999, 5.
- [7] 김정태 "최근 전력기기의 부분방전 진단 현황", Proceeding of KIEE, Vol.49, No.2, pp.24-30, 2000, 2..
- [8] Katsuo Okumura, "Investigation of VHF-noise caused by dc corona discharge in needle to plane air gap", T.IEE Japan, Vol.111-A, No.2, pp.89-96, 1991.
- [9] Takashi Kimura etc, "Diagnostic methods for GIS insulating systems using external antenna", T.IEE Japan, Vol.115-B, No.10, pp.1199-1207, '95.
- [10] 이동일 외 2 "전력설비의 전기환경장해와 대책기술 개발" 대한전기협회 전기저널 8, No.272, pp.14-19, 1999.
- [11] 김충년, 이광식, 이동일 etc, "대기중과 절연체 겹에서 방사되는 방사전자파의 전파특성" 조명·전기설비학회논문지 제 15-1호, pp.104-111, 2000, 1.
- [12] 小崎正光, "高電壓・絶縁工学" OHM, 1997
- [13] 電氣書院 "設備診断テクニック" 電氣書院, 昭和60.
- [14] 한국공업표준협회, "전기·전자기기의 전자파 장해 - KS C 0262", 1992