

# 최신 전력케이블 부분방전 진단기술 비교분석

김종식 이사 (주)바이옴텍

## 1. 서론

전력케이블 혹은 접속함 생산 공장 내에서는 품질 검사 및 규격 시험으로서 대부분의 부분방전 시험을 정전차폐가 잘된 실드룸에서 수행하고 있다. 이러한 시험은 IEC60270 규정에 근거하여 대역폭은 Wide-band 측정일 경우 주파수범위가 30 kHz~500 kHz사이이고 Narrow-band 측정일 경우는 50 kHz~1 MHz 정도로 실선로 측정 주파수보다 비교적 낮은 대역에서 측정된다. IEC 규정시험은 저주파 대역에서 측정하므로 시료를 집중정수회로로 가정하면 측정 임피던스의 출력 전압은 방전량과 비례하고 시료의 커패시턴스에 반비례로 나타난다.

그러나 실선로에서는 케이블 길이가 길어 커패시턴스가 크기 때문에 측정감도가 낮고 외부 노이즈의 유입으로 IEC규정에 의한 시험법은 적용하기 거의 불가능하다. 따라서 현장에서 부분방전 측정의 가장 큰 이슈는 효과적인 노이즈 제거 기술이라 말할 수 있다. 현재 주로 사용되고 있는 노이즈 제거 방법으로는 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째는 노이즈의 크기는 작고 신호의 크기는 크게 나타나는 고주파 대역을 Band pass filter 혹은 Tunable amplifier를 사용하여 필터링하는 방법이고, 둘째는 신호의 펄스형상 자체를 측정하여 노이즈와 부분방전 신호를 구분짓는 특성 파라미터를 추출하는 것이다.

일본의 히타찌 전선은 접속함용 박전극 센서를 개발하고 1 MHz~50 MHz의 고주파 대역을 측정하

는 HFDP (High Frequency Partial Discharge)법으로 1993년 장거리 275 kV XLPE 선로 (총길이 26.9 km)의 준공시험에 적용하여 이상 접속함에서 발생된 PD를 검출하는데 성공하였다. 이러한 부분방전 측정시스템은 일본에서 상용화되어 널리 사용되고 있다. 한편, 이탈리아의 Bologna 대학의 Montanari 교수가 제안한 방법으로, 부분방전 펄스 자체를 측정하여 각각 시간영역과 주파수영역에서 표준편차를 구해 부분방전 신호와 노이즈 신호를 구별해 내는 방법이다. 이와 같이 급속한 반도체 및 정보통신 기술의 발달로 아날로그 제품을 대체하는 고속 디지털 처리 기술을 응용한 부분방전 측정장비들이 많이 개발되고 있다.

현재 국내에는 다양한 종류의 부분방전 측정장비가 사용되고 있으며, 부분방전 시험의 중요성이 증가함에 따라 또한 수요도 증가하고 있다. 따라서 본 논문에서 서로 다른 특성을 지닌 장비의 측정 원리를 비교 분석하여 그 활용성을 높이고자 한다.

## 2. 부분방전 센서 종류

### 2.1 정전용량성 센서 (Capacitive Sensor) [1]

#### (1) 동축케이블 센서 (CCS : Coaxial Cable Sensor)

동축케이블 센서는 케이블의 반도체층에 금속 포일을 설치하여, 반도체의 표면저항을 측정 임피던스로 이용하여 부분방전을 측정하는 센서이다. 이 센서는 케이블 및 접속함에서 발생하는 부분방전의 전

압 강하 신호를 반도체의 표면저항  $R$ 과 적절한 정전용량을 가지는 박전극의  $C_{cable}$ 과 표류정전용량  $C_{stray}$ 에 의하여 센서의 특성이 결정된다.

그림 1은 접속함 내부의 케이블 반도체층 위에 설치한 동축 케이블 센서와 회로적인 의미를 나타내었다. 동축케이블 센서의 PD 측정 주파수 대역은 전력 케이블의 고주파 감쇄 특성으로 Low pass filter 역할을 하는 케이블의 주파수영역과, 또한 센서부의 정전용량  $C_{cable}$ 과 표류정전용량  $C_{stray}$  및 반도체 표면저항에 의하여 High pass filter 역할을 하게 되는 센서 주파수영역에 의하여 결정된다. 이러한 센서를 사용하여 케이블 및 접속함에서 PD 측정 시 수 MHz~수십 MHz 정도의 Band pass filter를 가진 증폭기가 적합하다.

동축 케이블 센서를 설치할 때 주의하여야 할 사항은, 동축 케이블의 신호선과 접지선의 리더선이 긴 경우, 리더선에 의한 인덕턴스로 인하여 측정값도가 감소하므로 리더선을 최대한 줄이는 것이 바람직하며, 또한 동축 케이블의 신호선과 접지선의 Loop는 외부 노이즈를 수신하게 되는 안테나 역할을 하므로 가능한 한 이러한 Loop가 작게 되도록 하는 것이 바람직하다.

이 센서는 접속함 내부에 있기 때문에 외부 노이즈의 영향은 적으나 현장 조립 시 설치해야 하므로 기존 선로에 적용하기는 어렵고 접속함 외부로부터 신호선을 인출하여야 하기 때문에 특별히 방수에 유의하여야 한다.

## (2) 박전극 센서 (Metal Foil Sensor)

Hitachi社의 Endo 박사가 고안한 박전극 센서는 절연 접속함 (IJB : Insulation Joint Box)의 PVC 자켓 위에 부착하는 정전용량성 센서의 일종이다. 박전극 센서는 우선 설치가 간단하며, 접속함의 전기적, 기계적 성능에 영향을 주지 않는다는 장점이 있다. 그러나 이러한 외장형 박전극 센서는 동축케이블 센서에 비하여 외부 노이즈의 영향을 받기 쉽다.

박전극 센서는 절연 접속함의 차폐 절연통의 양측 PVC 자켓에 금속 박전극을 부착한 것을 나타낸 것이다. 그림 2의 등가회로에서 보는 바와 같이, 금속전극과 동관 사이의 정전용량 ( $C_3$ 와  $C_4$ )을 통하여

측정 임피던스로 연결되는 것으로 볼 수 있다. 여기에서  $C_3, C_4$ 의 임피던스가  $Z_d$ 에 비하여 충분히 작도록 박전극의 크기를 선택하면,  $C_3$ 와  $C_4$ 의 영향을 무시할 수 있으며, 차폐 시스에 직접 접속한 경우와 동일하게 된다. IJB의 좌측에서 PD가 발생할 경우 그 결합을 정전용량  $C_g$ 라고 하면, IJB의 우측의 정전용량  $C_1$ 이 커플링커패시터로 작용하여, 금속 시스와 절연통 사이에 연된 측정임피던스  $Z_d$ 를 통하여 PD

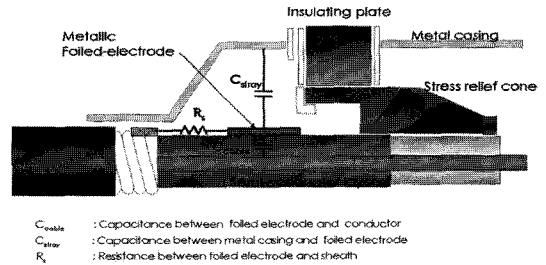


그림 1. 동축케이블 센서의 등가회로도.

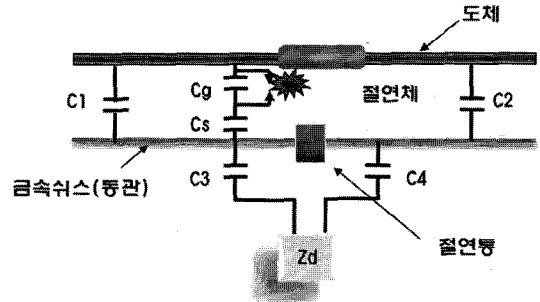


그림 2. 접속함내 박전극 등가회로.

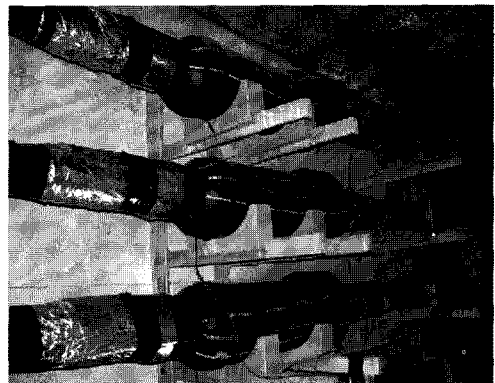


그림 3. 전력구내 초고압 케이블 접속함에 설치된 박전극 센서.

가 검출되게 되는 방식이다.

그림 3은 전력구 내 초고압 케이블 선로의 접속함 외부에 설치한 박전극 센서의 모습이다. 박전극 센서는 기설 선로에 간편하게 설치할 수 있기 때문에 경년 케이블선로의 열화진단으로 많이 사용되고 있다.

## 2.2 유도성 센서 (Inductive Sensor)

케이블 내에서 부분방전이 발생하면 그림 4와 같이 PD펄스는 도체와 차폐층을 따라 진행한다. 차폐층을 타고 진행되는 부분방전 신호에 의해 발생하는 미세한 자기장의 변화를 측정하기 위해 사용되는 것이 유도성 센서이다. 일반적으로 고주파 대역의 전류 신호를 전압으로 변화시켜주기 위해 페라이트 같은 강자성체를 이용하는 HFCT (High Frequency Current Transformer)를 가장 많이 사용된다. HFCT는 출력 크기가 크고 감도가 높으나 Rogowski coil은 변환 임피던스값이 크지 않기 때문에 주파수 대역폭이 좁고 감도가 낮아 일반적으로 잘 사용하지 않는다.

현장에서 운전 중인 접속함의 경우 접지를 통해 흐르는 전류 형태의 부분방전 신호를 측정하기 위해 HFCT를 접지선 혹은 Cross bonding wire에 장착한

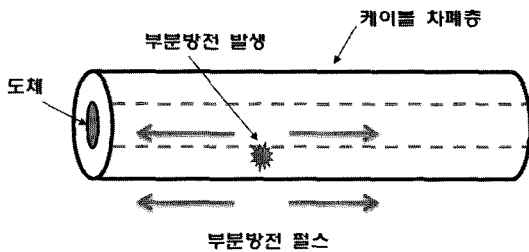


그림 4. 케이블에서 부분방전의 진행.

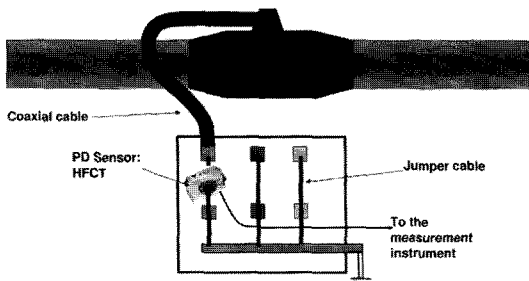


그림 5. Link-Box 내 접지선에 설치된 HFCT (출처 : TechImp 자료).

다. 해외의 경우 국내와 같이 케이블을 전력구나 맨홀 내에 포설되지 않고 땅속에 묻는 직매형태로 포설되는 경우가 대부분이기 때문에 지상에 설치된 Link-Box 내의 Jumper wire에 HFCT를 장착하여 부분방전을 측정한다.

## 3. 측정방법에 따른 분류

### 3.1 Frequency Tuning/Filtering [1]

장거리 선로의 경우 케이블 자체가 안테나 역할을 하기 때문에 많은 주위의 노이즈가 유도되어 측정센서로 유입된다. 주로 중단 접속함에서 유입되어 선로를 따라 진행하기 때문에 노이즈는 저주파 대역에서 크게 나타나며 측정 센서 주변에서 발생하는 노이즈가 유입되는 경우도 있다. 이럴 경우 선로에서 발생한 PD신호와 노이즈가 섞여 있어서 PD검출이 대단히 어렵다.

박전극 센서나 HFCT를 이용한 고주파 측정법의 측정 주파수 대역은 대략 1 MHz에서 최대 100 MHz 이하 대역이다. 이 범위에서 측정되는 모든 신호들에는 PD신호와 함께 해당 영역의 모든 노이즈 신호가 포함된다. 그러나 측정 주파수대역 중에는 신호에 비해 노이즈가 적은 즉, S/N (Signal to Noise ratio)이 높게 나타나는 영역이 존재한다.

그림 6은 실선로에서 측정된 노이즈와 PD신호에 대한 주파수 스펙트럼을 분석한 그래프이다. 우측의 스펙트럼 그래프와 같이 25 MHz 대역에서 노이즈에 비해 PD신호가 상당히 크게 측정됨을 알 수 있다. 신호대 잡음비가 높은 주파수 대역을 Tuning하

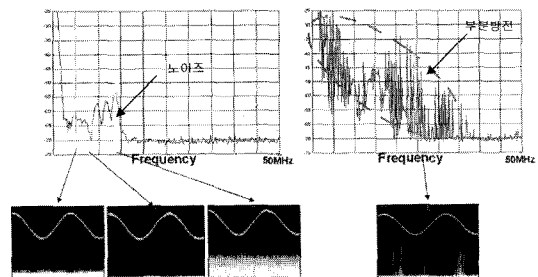


그림 6. 노이즈 스펙트럼과 부분방전 스펙트럼.

면 그림 6에서와 같이 노이즈는 줄고 신호만 크게 나타난다.

### 3.2 Pulse Shape 측정

기존 PD 측정 시스템은 PD 펄스 자체가 아닌 펄스의 최대치와 발생 위상 측정으로 PRPD (Phase Resolved Partial Discharge) 패턴을 구성하여 PD를 분석하였다. 이때 측정되는 펄스는 측정 시스템에 의해 고주파 대역이 필터링된 저주파 성분의 펄스로 원래의 PD 펄스와는 다르다. 따라서 PD의 발생 메커니즘의 차이에 의해 고유한 펄스 형태를 지니는 PD펄스의 형상분석을 위해 고속 디지털 기술을 이용한 광대역 PD 펄스 측정 기술이 도입되었다.

UWB (Ultra Wide Band)영역에서 전력케이블

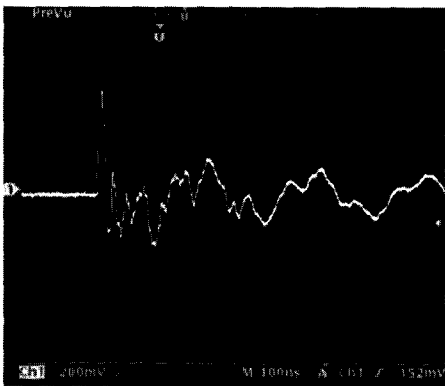
부분방전 측정 시험을 해보면 부분방전 신호뿐만 아니라 노이즈도 함께 측정이 되는데 이들은 각각 다른 펄스 파형을 지닌다. 예를 들어 그림 7과 같이 절연체 내부에서 발생한 부분방전 신호와 선로 외부에서 발생한 노이즈 신호는 서로 다른 펄스 형태를 가진다. 펄스 형태를 구분하는 파라메타로 Rising time, Pulse width, Falling time, Pulse amplitude가 있으며, 또한 펄스 파형을 시간영역과 주파수 영역에서 표준편차를 구하는 방법도 있다. 이러한 파라메타들은 펄스 Peak값이나 위상값 보다 훨씬 더 유용한 방전원 (PD Source)에 관한 정보를 제공한다.

## 4. 분석방법에 따른 분류

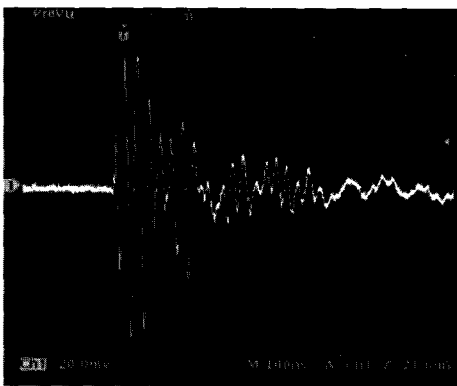
### 4.1 노이즈 제거법

#### (1) Noise Gate [1]

코로나와 같은 펄스성 노이즈는 PD 신호와 유사한 주파수 대역을 차지하므로 주파수 Tuning으로 제거할 수 없다. 그러나 이러한 노이즈는 Gating 회로를 이용하여 제거 할 수 있다. 그림 8의 오실로스코프 화면은 PD센서에서 검출된 신호와 안테나에서 검출된 신호를 Noise gating 회로에서 Gating하여 노이즈는 제거하고 PD신호만 통과시킨 결과를 보여준다. 이와같이 Noise gating 회로는 고속 아날로그 스위치나 디지털 스위치를 이용하여 노이즈가 검출되면 Open되어 신호를 통과시키지 않는다.



(a)



(b)

그림 7. (a) PD 펄스, (b) 노이즈 펄스.

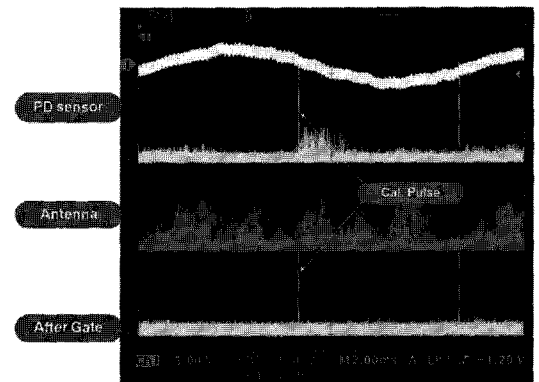
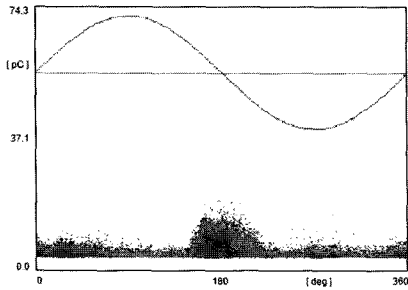
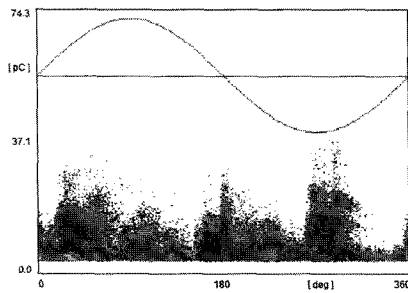


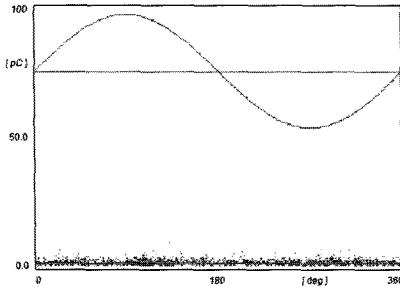
그림 8. 실선로에서 측정된 노이즈와 PD신호의 Gating [2].



(a)



(b)



(c)

그림 9. (a) PD센서에서 측정된 패턴, (b) 안테나에서 측정된 패턴, (c) Noise Gating 후 패턴.

Gate의 Open 시간은 약 1~50  $\mu\text{s}$  정도로 가변이 가능하다. 그러나 Thyristor에서 발생하는 노이즈는 펄스 폭이 길어 약 20~100  $\mu\text{s}$  정도의 Open 시간이 필요하다.

그림 9는 실제 선로에서 PD센서와 안테나에서 측정된 신호를 Noise gating 회로로 노이즈를 제거한 예이다.

### (2) T-F Map [3]

발생원이 다른 신호원은 펄스 형태가 다르므로 아래 수식과 같이 주파수와 시간을 각각 X, Y축으로 하는 그래프 (TF map)로 표현하면 같은 종류의 신호원들은 그래프상에서 Cluster을 이룬다. TF map은 펄스 형태를 표현하는 통신이론에 바탕을 둔 것으로 우선 PD신호를 수식 (1)과 같이 Normalization한 후, 수식 (2,3)과 같이 시간영역과 주파영역에서의 표준편차를 계산한다.

$$\tilde{s}(t) = \frac{s(t)}{\sqrt{\int_0^T s(t)^2}} \quad (1)$$

$$\sigma_T = \sqrt{\int_0^T (t - t_0)^2 \tilde{s}(t)^2 dt} \quad (2)$$

$$\sigma_F = \sqrt{\int_0^\infty f^2 |\tilde{S}(f)|^2 df} \quad (3)$$

$$t_0 = \int_0^T t \tilde{s}(t)^2 dt \quad (4)$$

여기서  $t_0$ 는 Normalization한 신호의 무게 중심이고,  $\tilde{S}(f)$ 는  $\tilde{s}(t)$ 의 푸리에 변환한 값이다. 고속 디지털 장치 (혹은 디지털 오실로스코프)에서 펄스를 캡처해서 위의 수식에 의해 계산된 값을 그림 10과 같이 TF map으로 나타내면 유사한 펄스들이 Cluster를 이루며 각각 분리되어 나타난다. Cluster 내 각각의 펄스들의 Peak값과 발생 위상각을 알 수 있으므로 선택한 Cluster의 펄스로 구성된 PRPD 패턴을 구하면 노이즈와 PD신호를 구별할 수 있다.

그림 11(a)와 같이 PD와 노이즈가 같이 있는 경우 그림 11(b)의 TF map에서와 같이 분리한 후 각

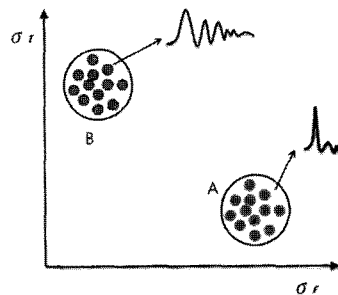


그림 10. TF map.

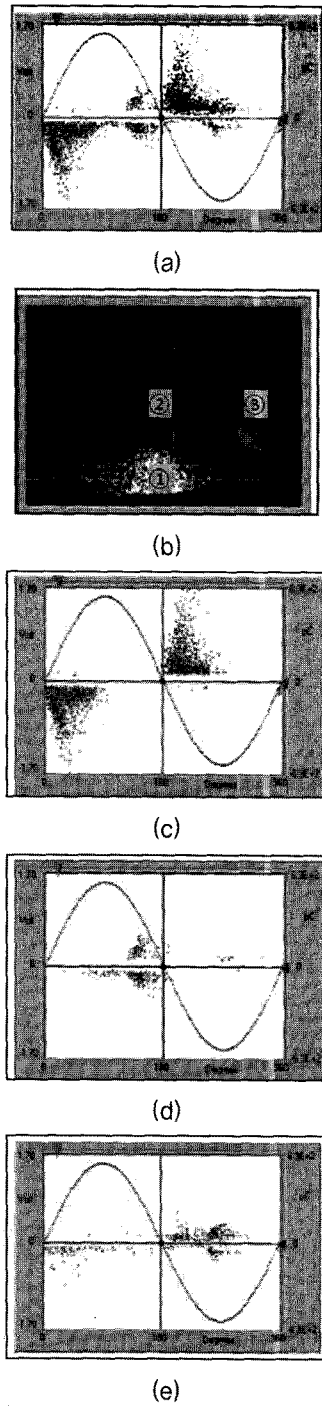
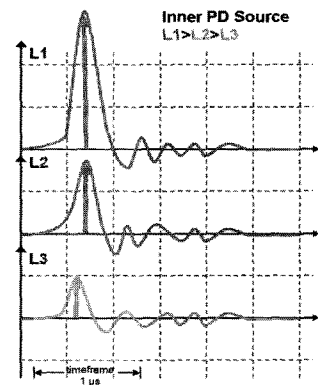


그림 11. (a) 분리 전 PRPD 패턴, (b) TF map, (c) Cluster ①의 PRPD패턴, (d) Cluster ②의 PRPD 패턴, (e) Cluster ③의 PRPD 패턴 [3].

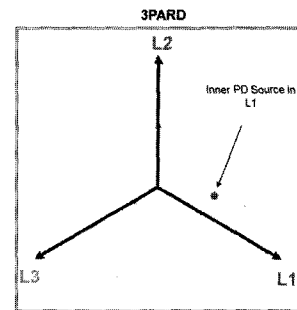
각의 Cluster를 선택하면 그림 11(c), (d) 및 (e)처럼 PD와 노이즈를 분리할 수 있다. (c)는 PD이고 그 외 (d)와 (e)는 외부 노이즈 혹은 타상에서 전파된 신호이다.

### (3) 3PARD (3 Phase Amplitude Relation Diagram) [4]

그림 12와 같이 3상 동시에 PD펄스를 측정하여 그 Peak값을 3차원의 그래프에 표시 하는 것을 3PARD라고 한다. 3상에서 측정된 3개 펄스의 Peak값은 동일 방전원과 노이즈에 대해서 일정한 Cluster를 이룬다. PD이든 혹은 노이즈이든 한 특정 위치에서 발생한 신호는 여러 전달 경로를 통해 타상으로 흘러 전파되면서 원신호보다 신호가 감쇄된다. 그림 12(a)에서와 같이 L1에서 발생한 PD신호를 L1에서 측정하였을 때 가장 크고 기타 다른 상에서



(a)



(b)

그림 12. (a) 3상에서 동시에 측정된 펄스, (b) 3PARD 상에서 한 점으로 표시 [4].

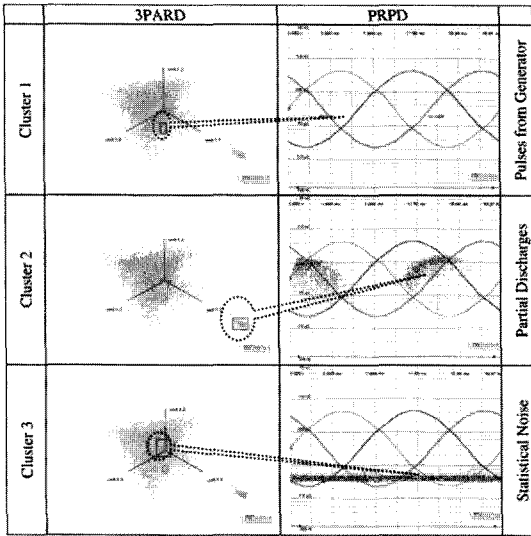


그림 13. 3PARD의 특정 Cluster와 PRPD 패턴 [4].

는 상대적으로 작게 나타난다. 각상에서 동시에 측정된 신호의 Peak값을 3차원 그래프에 한 점으로 표시하면 그림 12(b)와 같이 표시된다. 이와 같이 여러 번 측정하여 표시한 점의 집합인 Cluster가 그래프의 원점에서 멀어지고 어느 한 상에 치우쳐 나타나면 PD가 발생한 상일 가능성이 높다. 그러나 Cluster가 원점 가까이에 집중되어 있으면 각상에서 측정된 신호의 Peak값이 거의 같기 때문에 신호원이 외부에서 3상으로 동시에 전파되어 온 것으로 해석할 수 있다.

그림 13은 3PARD에서 특정 Cluster를 선택한 PRPD 패턴을 보여 주고 있다. Cluster2와 같이 원점에서 멀리 떨어져 있고 L1축과 가장 가깝게 있는 신호의 PRPD 패턴은 L1에서 발생한 PD임을 보여 준다.

## 4.2 자동 진단법

### (1) 뉴럴 네트워크 (Neural Network)

뉴럴 네트워크는 신경세포를 모방한 것으로 기존에 수집된 데이터로부터 반복적인 학습과정을 통해 데이터에 내재되어 있는 패턴을 찾아내는 모델링 기법이다. 비선형적인 문제나 입력력간의 관계를 함수로 표현하기 어려운 문제에 대해서 적용하여 좋은

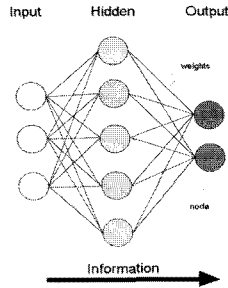


그림 14. 뉴럴 네트워크 구조 (Feed Forward Neural Network).

성과를 얻고 있어 많은 연구와 함께 실용 분야에서 활발하게 응용되고 있다.

그림 14와 같이 부분방전 패턴인식에는 주로 Feed Forward Network가 사용되고 있으며, 입력층 (Input Layer), 은닉층 (Hidden Layer), 출력층 (Output Layer)의 3계층으로 이루어져 있다. 뉴럴 네트워크는 Node와 Weight들로 구성되어 각 Node는 입력을 받아 처리하여 하나의 출력으로 전달한다. Node들간의 연결강도를 반영하기 위해 신경회로망에서는 Weight를 사용하는데, 전달받은 입력값들과 Weight를 사용하여 계산한 후 이를 출력값으로 내 보낸다.

학습방법으로 Back-propagation 알고리즘이 가장 일반적으로 사용된다. Back-propagation 알고리즘은 두 가지의 단계로 나뉘는데, 첫 번째 단계는 각 뉴런에 입력이 들어와서 Node로 전달되고, 출력값이 계산된다. 각 Node에 대해서 모든 현재의 출력들은 원하는 출력과 비교하여, 그 차이인 오차값이 계산된다. 두 번째 단계에서는 첫 번째 단계에서 얻어진 오차로 기존 Weight값을 수정하여 새로운 Weight를 만든다. 이 두 단계를 반복적으로 수행해서 원하는 출력과 같게 되면 학습이 완료된다.

그림 15는 부분방전 PRPD 패턴의 한 예이다. 그림 15(a)는 가로, 세로의 정밀도가 200×200이고, 그림 15(b)는 20×20이다. 일반적으로 부분방전 시스템에서 얻은 PRPD 패턴은 정밀도가 높아 뉴럴 네트워크의 입력으로 사용하기에는 너무 메모리를 많이 차지하고 처리시간이 많이 걸리기 때문에 그림 15(b)와 같이 정밀도를 낮추어 입력값으로 사용한다. (b)의

경우 20×20이므로 1차원으로 바꾸면 400개의 픽셀이 입력이 된다.

PRPD 패턴의 픽셀을 뉴럴 네트워크 입력으로 사용하였으나, 아래 수식과 같은 통계치를 계산하여 입력으로 사용할 수 있다. 주로 많이 사용되는 식별자 (Identification Marker)로는 PRPD패턴의 왜도를 나타내는 Skewness, 첨도를 나타내는 Kurtosis 그리고 정극성과 부극성 패턴의 상호 상관관계를 나타내는 Cross-Correlation 등이다. 또한 부분방전이 최초로 발생하는 위상값, Weibull 분포함수의 Shape parameter ( $\beta$ )와 Scale parameter ( $\alpha$ )가 사용된다.

여기서,  $x_i$ 는 부분방전 크기,  $x_m$ 은 평균값 그리고  $\sigma^2$ 은 분산이다.

- Skewness

$$S_k = \frac{(\sum_{i=1}^{N_T} (x_i - x_m)^3) / \sigma^3}{(N_T \text{는 전체 방전 개수})}$$

- Kurtosis

$$K_u = \left( \frac{(\sum_{i=1}^{N_T} (x_i - x_m)^4) / \sigma^4}{3} \right) - 3$$

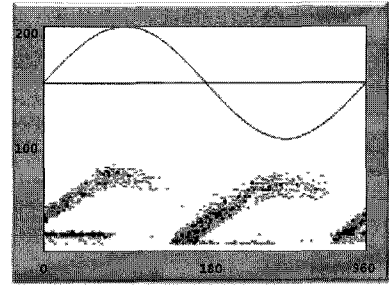
- Cross-Correlation

$$CC = \frac{\sum x_i y_i - (\sum x_i \sum y_i) / n}{\sqrt{[\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n][\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2 / n]}}$$

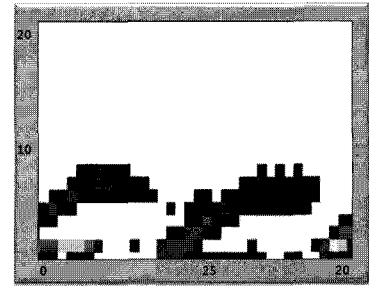
## (2) 퍼지 (Fuzzy) [3,5]

PRPD패턴을 통해 부분방전과 노이즈 혹은 부분방전 현상 중에도 방전원에 따른 차이를 숙련된 전문가는 오래된 경험을 통해 판단할 수 있다. 이러한 판단의 근거는 PRPD 패턴의 형상과, 크기, 분포 그리고 PD발생 시작 위상 등 다양한 정보들을 패턴에서 읽어 내어 PD를 구별해낸다. 이와 같은 전문가의 경험적 판단능력은 수식으로 표현하기 불가능하므로 퍼지 이론을 이용하여 전문가의 식별 능력을 알고리즘화 한다. 우선 식별자로는 위와 같이 Skewness, Kurtosis, Weibull Shape parameter, Scale parameter 등이 사용된다.

예를 들어 그림 16은 방전원에 따른 Weibull Shape parameter ( $\beta$ )의 크기가 표면방전, 내부방전, 코로나 순으로 크기가 점점 크게 나타난다. 따라서 Shape parameter 크기를 “작다”, “중간이다”, “크다”라고 표현하고 그림 17과 같이 퍼지집합을 만든



(a)



(b)

그림 15. PRPD 패턴의 픽셀 수 (a) 200×200, (b) 20×20.

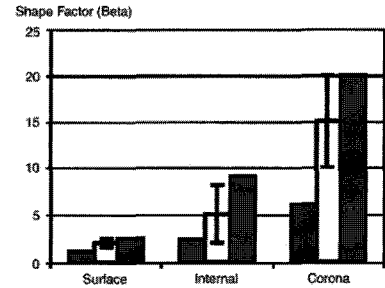
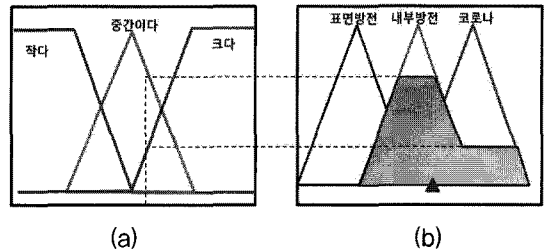


그림 16. 방전원에 따른 Shape parameter값의 차이 [3].



(a)

(b)

그림 17. 퍼지 조건부와 결론부 예 (a) Shape parameter, (b) Output fuzzy set.





다. 이러한 퍼지집합은 위의 식별자들을 이용하여 여러 개를 만들 수 있다. 그리고 IF~ THEN을 이용하여 퍼지규칙을 만든다. 예를 들어 “IF  $\beta$ 가 작으면 THEN 표면방전이다” “IF  $\beta$ 가 중간이면 THEN 내부방전이다” “IF  $\beta$ 가 크면 THEN 코로나방전이다”라는 규칙을 만들 수 있다. 그림 17과 같이  $\beta$ 가 3이면 내부방전으로 판정한다.

## 5. 결론

최근 부분방전 기술 발전의 경향을 보면 첫째, 측정기술에 있어서는 저가의 고속 디지털칩의 등장으로 아날로그 방식을 대체하고 있다. 예를 들어 아날로그 RF칩으로 구성되던 필터 등이 통신, 필터, 계산 등을 동시에 할 수 있는 FPGA로 대체되고, 고성능, 고기능의 DSP칩의 등장으로 크기는 작고 무게는 가벼운 디지털처리 장치가 개발되고 있다. 따라서 측정장비의 저가화, 안정화, 고기능화 및 Compact화가 가능해 졌다. 둘째로 판정기술은 PD펄스 자체를 분석하여 이를 PD를 판정하는데 활용하는 측정장비가 증가하고 있다. 부분방전 판정기술은 전통적인 PRPD패턴 분석기술과 펄스 분석기술을 함께 사용하여 판정 정확도를 높이고 있다. 셋째로 PD판정의 자동화 경향이 증가하고 있다. 이것은 부분방전 시험의 중요성이 증대되고 일반화되면서 이를 시험할 전문가의 부족이 원인으로 판단된다. 또한 모니터링 시스템의 설치가 확대되면서 자동판정 기능의 요구가 증가하고 있기 때문이다.

현재 전력케이블 선로의 초고압화 확대로 부분방전 시험이 증가하고 있고, 또한 정확한 PD진단이 요구되고 있다. 따라서 현재 사용 중인 진단장비간 특성을 좀 더 정확히 이해하여 올바른 부분방전 진단에 도움이 되고자 본고에서 최신 진단기술을 분류하고 그 특징과 원리에 대해서 서술하였다.

## 참고 문헌

[1] 김충식, “전력케이블 시스템에서 발생하는 전자기

- 파 부분방전의 진단기술”, 전기의 세계 2월호, 2009.  
 [2] 김충식 외, “초고압 케이블 중단접속함에 대한 PD측정기술”, 춘계 방전및고전압연구회, 2005.  
 [3] Cavallini and G.C. Montanari 외 “A New Approach to the Diagnosis of Solid Insulation Systems based on PD Signal Inference” IEEE DEI March 2003, Vol. 19, No. 2.  
 [4] Dr.K. Rethmeier, “Experience in On-site Partial Discharge Measurements and Prospects for PD Monitoring” CMD 2006.  
 [5] A.cavallini, “ Inferring partial Discharge Identification through Fuzzy Tools”, 2002 annual report conference on electrical insulation and dielectric phenomena

## 저|자|약|력|



성 명 : 김충식

◆ 학 력

- 1988년 한양대학교 공과대학 전자통신공학과 공학사
- 2003년 나고야대학교 전기공학과 공학박사

◆ 경 력

- 1988년 - 2009년 LS전선 연구소 수석연구원
- 2009년 원광대학교 전기정보통신과 강사
- 2009년 - 현재 ㈜바이오틱 이사

