

HFCT 센서를 이용한 활선케이블 부분방전 검출시스템에 있어, 케이블 길이가 100m이상인 MV급 XLPE (CV)케이블의 PD검출 가능여부 검토

2024년 2월 14일

검토자: 김보경

1. 개 요

본 자료는 그 동안 검토하였던, 케이블 활선PD진단에서 PD Pulse가 케이블 따라 이동 전파하면서 PD Pulse의 크기 감소 및 파형변형에 대해 검토하였던 사항을 정리하고,

일반적으로 활선 On-Line상태에서 MV급 XLPE(CV)케이블의 부분방전(Partial Discharge, PD)를 검출하기 위해 고주파전류센서(HFCT 센서)를 이용하여 PD진단하는 부분방전 검출시스템에 있어서,

산업현장에서 MV급 케이블 선로중 변전소 외부로 송출되는 케이블 포설길이 (극장)는 수십m~수km이고, 케이블 포설길이(극장)은 100m이상으로 보아도 무방할 것이다.

본 자료에서는 케이블 포설길이 (극장)이 100m이상인 MV급 XLPE (CV) 케이블에 있어,

케이블 부분방전을 검출하기 위해 설치한 HFCT센서로부터 약100m이상 위치에서 PD발생시에 케이블 길이방향으로 PD Pulse가 전파하면서 크기가 감소하고 파형이 변형됨에도 불구하고

이러한 상태에서도 HFCT센서에서는 PD상태를 유효하게 검출할 수 있는 가에 대해 다음의 2가지 종류 케이블 상태에 대해 검토하여 정리한다.

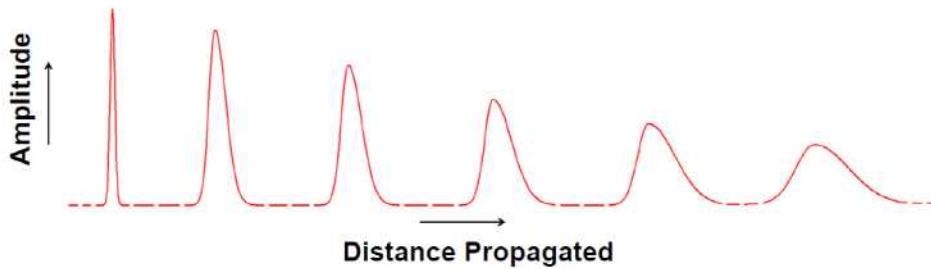
- ① 장기간 사용하지 않아 차폐층 동Tape가 전혀 부식/산화하지 않은 New Cable
- ② 장기간 사용하거나 차폐층 동Tape(Shield)가 부식/산화한 Aged Cable

2. 케이블에 있어 PD Pulse 전파/감쇠 및 파형변형

- ① Objective Methods to Interpret Partial-Discharge Data on Rotating-Machine Stator Windings. Greg C. Stone, Fellow, IEEE Translations, 2006년2월

HVPD PD Pulse Parameters with Distance Propagated

- At the discharge source the PD pulse can be modelled by a Dirac- δ function, with a broad frequency spectrum and a very fast (< 1 ns) rise time.



- As a PD pulse propagates from its source (within the machines' stator winding) to the machine terminals and then along the feeder cable from the machine back to switchgear, **it changes shape (as shown above)**.
- These changes occur due to the effects of attenuation and dispersion as the cable/stator winding acts as a low-pass filter, stripping out the high frequency content of the pulse and developing into a 'Shark-Fin' shape.

위 그림에서 제일 왼쪽에서 PD발생시, 거리가 멀어질수록(오른 쪽으로) 크기는 감소하고 Pulse폭도 증가하고 있다는 것을 알 수 있을 것이다.

- ② Insitu Partial Discharge Detection in Power Plant Cables, 1998년 10월, NUREG/CP-0166 Vol. 3

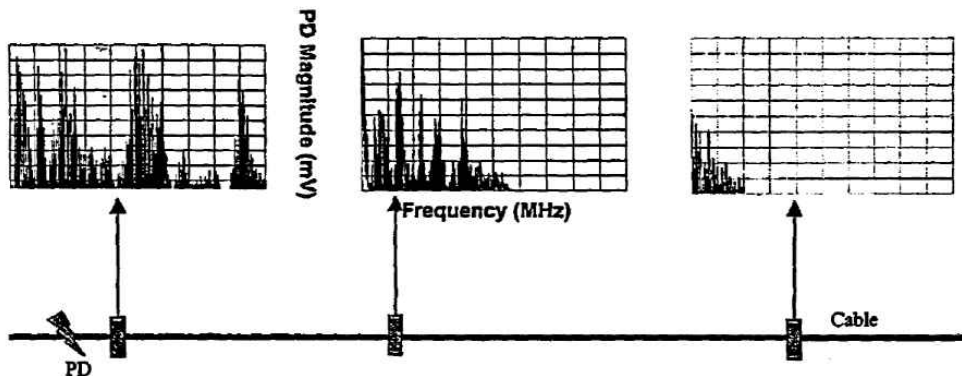


Figure 9 PD detected at several locations of the cable.

PD발생위치에서 멀어질수록 (위 그림에서 오른쪽 방향으로) 크기는 감소하고, 검출할 수 있는 주파수 대역도 낮아지고 있다는 것을 알 수 있다.

③ Partial Discharge XXII: High Frequency Attenuation in Shielded Solid Dielectric Power Cable and Implications Thereof for PD location, STEVEN BOGGS, IEEE Electrical Insulation Magazine, 1996년1월 Vol. 12, No. 1

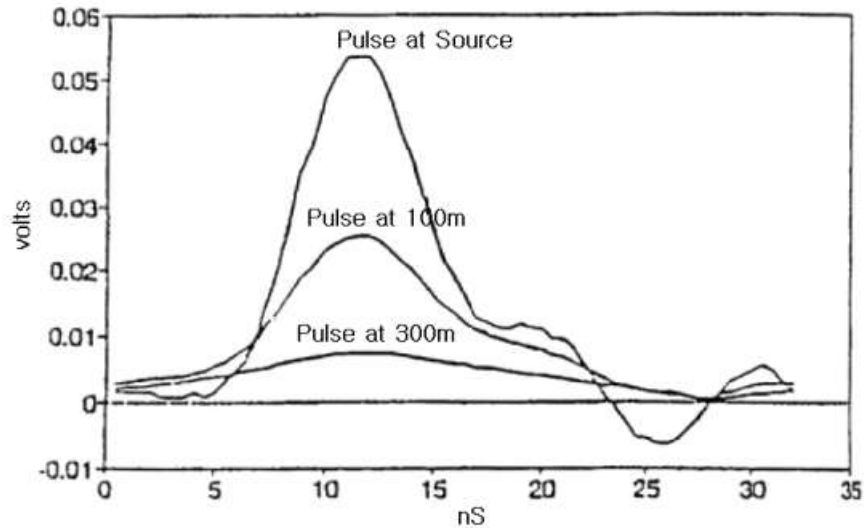


Fig1. Attenuation and dispersion of a pulse as it travels along a cross-linked polyethylene power cable of different lengths.

위 그림에서 PD발생위치 (Source)에서 거리가 멀어질수록 크기는 감소 Pulse폭도 증가.

④ On-line Partial Discharge (OLPD) Monitoring of Complete High Voltage (HV) Networks in the Oil & Gas Industry, 2014년 10월, 영국HVPD사 기술자료

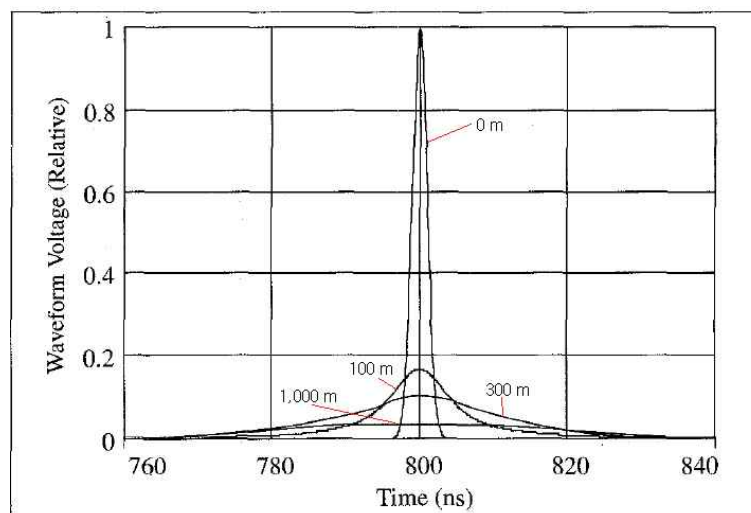


Fig. 4 PD waveforms as a function of distance propagated through a cable with frequency dependent attenuation corresponding to Fig 3. The distances propagated are 0, 100, 300, and 1000 m

위 그림에서 PD발생위치 (0m)에서 거리가 멀어질수록 크기는 감소 Pulse폭도 증가한다는 것을 알 수 있다.

3. New Cable

장기간 사용하지 않아 차폐층 동Tape가 전혀 부식/산화하지 않은 New Cable

- 1) XLPE 11kV cable 100m위치에서 발생한 PD Pulse가 전파하여 HFCT센서로 검출시에 검출되는 PD Pulse크기는 약 60% 감소된 약40% 크기로 검출됨.

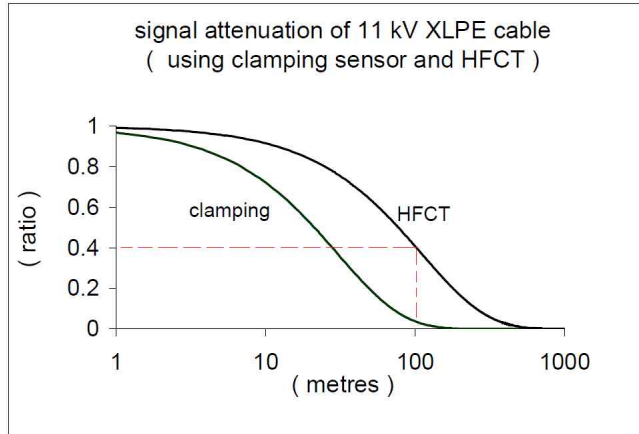


Fig.5: Clamping sensor vs HF-CT.

HFCT
PD센서로부터
100m 떨어진
위치에서
PD발생시

HFCT에서는
약40%크기로
검출

출전: RECENT DEVELOPMENTS FOR ON-LINE PARTIAL DISCHARGE DETECTION IN CABLES, 2001, PhungT. et al.Australia

- 2) Shielded power cable 100m위치에서 발생한 PD Pulse가 전파하여 PD센서로 검출시에 검출되는 PD Pulse크기는 약 58% 감소된 약42% 크기로 검출됨.

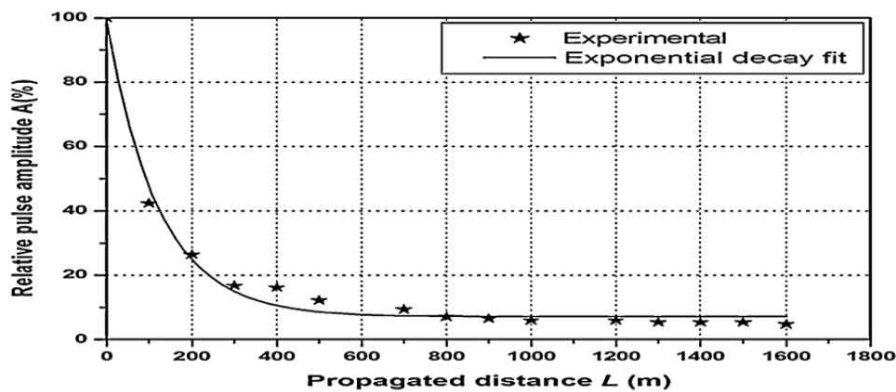


Fig. 10. PD pulse relative amplitude A(%) as a function of the propagated distance L at 28 MHz frequency.

HFCT
PD센서로부터
100m떨어진
위치에서
PD발생시

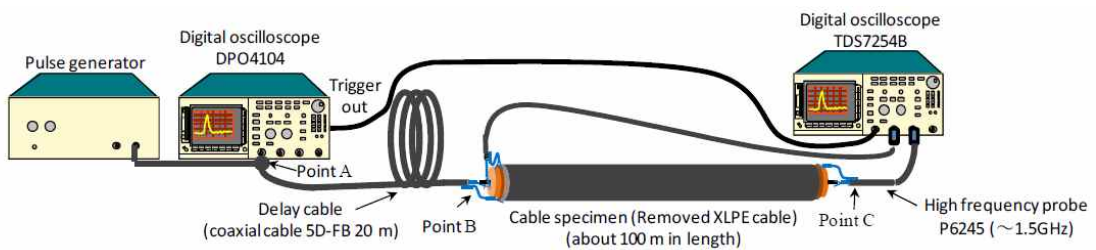
HFCT에서는
약42%크기로
검출

출전: Characteristics of partial discharge pulses propagation in shielded power cable, E. Ouatah et al. / Electric Power Systems Research 99 (2013) 38– 44, Electric Power Systems Research (2013)

3). CV, CNCV케이블 100m위치에서 발생한 PD Pulse가 전파하여 오실로스코프로 검출시에 검출되는 PD Pulse크기는 다음 표와 같이 **약64~85% 감소된 약15~36%크기로 검출됨**

케이블 시료	HFCT로부터 100m 떨어지 위치에서 PD 발생시	
	PD Pulse크기 감소량	HFCT에서 검출되는 PD Pulse크기
77kV CV	약 64~66%	약 34~36%
6.6kV CV	약 76.5%	약 23.5%
66kV CNCV	약 84.8%	약 15.2%

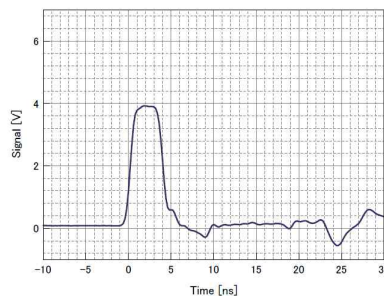
① 시험회로



Measuring setup of the pulse propagation characteristics for the removed XLPE cable

시료에 사용된 케이블은 짧은 길이의 Data로 Simulation한 것이 아니라, **실제 약100m 길이의 케이블을 사용하여 시험**

② 시험에 사용한 PD Pulse신호 파형



펄스전파특성측정에 사용한 펄스신호파형

③ 시험에 사용한 시료 Spec : 사용하지 않은 CV케이블 (New Cable)

	선로a	선로b	선로c	선로d
공칭전압	66kV	77kV	77kV	6.6kV
도체Size	600sq	100sq	250sq	22sq
내도,외도	동시압출(E-E)	동시압출(E-E)	동시압출(E-E)	동시압출(E-E)
차폐층	Wire shield	동Tape (2중)	동Tape (2중)	동Tape (1중)
케이블 길이	99.95m	100.81m	99.76m	101.15m

④ 시험결과

항 목		선로a	선로b	선로c	선로d
기준파고치 (B1)	[mV]	1,899.8	3,131.4	2,561.3	3,518.1
투과파 파고치 (C1)	[mV]	288.0	1,119.1	873.5	826.7
케이블 길이 100m 전파시 측정된 파고치 (C1값 / B1값)		15.2%	35.7%	34.1%	23.5%
CV케이블 파고치 감쇠율	[dB/m]	0.164	0.089	0.094	0.124
전파시간	[ns]	574.8	540.8	541.2	610.4
전파속도	[m/us]	173.9	186.1	184.3	165.7

검토: 1) 77kV CV (선로b, 선로c) : PD Pulse가 케이블100m 전파시 약64~66% 감쇠
 2) 6kV CV (선로d) : PD Pulse가 케이블100m 전파시 약 76.5% 감쇠
 3) 66KV CNCV (선로a) : PD Pulse가 케이블100m 전파시 약 84.8% 감쇠

CV케이블에서 6.6kV급 케이블의 감쇠량이 크고, CNCV케이블도 감쇠량이 크므로, PD진단시 케이블 규격에 따른 검출 주파수 대역 또는 검출기법을 고려할 필요.

출전: 일본 전력중앙연구소 기술보고 H-11031 (2012년 7월)

4. Aged Cable

장기간 사용하거나 차폐층 동Tape (Shield)가 부식/산화한 Aged Cable

XLPE(CV)케이블에서 장기간 사용하고 차폐동Tape Shield에 전류가 흐르게 되거나, 케이블 외상 손상으로 인한 수분, Gas성분이 동Tape 또는 Shield의 동(CU)와 화학반응으로 동Tape가 산화/부식 등이 발생하게 되고, 산화/부식으로 인해 동Tape의 저항성분이 증가하고 또한 고주파 주파수에서는 인덕턴스로 작용하게 되면서, 고주파 PD 전류의 흐름을 방해하는 역할을 하게 됨.

4-1. 차폐층 동Tape의 산화/부식 케이블의 PD감쇠관련 자료

- 1) 일반적으로 활선상태의 PD장비에 사용하는 10MHz 주파수 대역보다 매우 낮은 주파수를 적용하고 있는 VLF-PD에서도 차폐층 동Tape가 산화/부식한 케이블에서는 적용이 힘들다고 하고 있음.

① IEEE 400.2-2013

Table 2—Usefulness of VLF ac voltage testing methods for selected cable and/or insulation conditions

Cable condition	Diagnostic test methods				
	Simple withstand test methods	VLF-MW	VLF-TD VLF-DTD VLF-TDTS VLF-DS	VLF-PD	VLF-LC VLF-LCH
Cables with metallic shield corrosion	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Poor (see Note 1)	Poor
Extensive water treeing	Acceptable	Good	Good	Poor (See Note 2)	Good
Few large defects or few localized electrical trees	Good	Acceptable/ Good (see Note 3)	Acceptable/ Good (see Note 2)	Acceptable/ Good	Acceptable/ Good (see Note 3)
Defective splices and terminations	Acceptable/ Good (see Note 4)	Acceptable/Good (see Note 3)	Acceptable (see Note 3)	Acceptable (see Note 2)	Acceptable (see Note 3)
Mixed insulation (extruded and/or laminated)	Good	Good (see Note 4)	Poor/Good (see Note 4)	Good (See Note 5)	Poor/Good (see Note 4)

NOTE 1—PD testing can be less sensitive on aged taped shielded cables due to corrosion of the shield overlaps that causes attenuation of the PD signals (Guo and Boggs [B15]). PD sensitivity can decrease with increasing length of the cable under test.

NOTE 2—PDs are detectable only if there are one or more active electrical trees or tracking sites or there are gas-filled voids in the cable insulation or accessories. Moreover it should be noted that PD inception conditions at VLF can be different from those at other frequencies.

금속Shield가 부식된 케이블에서 VLF의 TD, DTD, TDTS, DS값으로는 어느 정도 유효하지만, VLF PD는 검출감도가 감소되기 때문에 실용성이 떨어짐.

② BAUR사의 Cable diagnostic in MV underground cable networks 자료



Table 2—Usefulness of VLF ac voltage testing methods for selected cable and/or insulation conditions

Cable condition	Diagnostic test methods				
	Simple withstand test methods	VLF-MW	VLF-TD VLF-DTD VLF-TDTS VLF-DS	VLF-PD	VLF-LC VLF-LCH
Cables with metallic shield corrosion	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Poor (see Note 1)	Poor
Extensive water treeing	Acceptable	Good	Good	Poor (See Note 2)	Good
Few large defects or few localized electrical trees	Good	Acceptable/Good (see Note 3)	Acceptable/Good (see Note 2)	Acceptable/Good	Acceptable/Good (see Note 3)
Defective splices and terminations	Acceptable/Good (see Note 4)	Acceptable/Good (see Note 3)	Acceptable (see Note 3)	Acceptable (see Note 2)	Acceptable (see Note 3)
Mixed insulation (extruded and/or laminated)	Good	Good (see Note 4)	Poor/Good (see Note 4)	Good (See Note 5)	Poor/Good (see Note 4)

Note 1: PD testing can be less sensitive on aged taped shielded cables due to corrosion of the shield overlaps and the resulting changes of current distribution within the tape.

Note 2: PDs are detectable only if there are one or more active electrical trees or tracking sites or there are voids in the cable insulation or accessories. Moreover it should be noted that PD inception conditions at VLF can be different to those at other frequencies.

Note 3: Supplemental testing is recommended to distinguish a severe localized defect from general overall deterioration.

Note 4. As this test technique measures the average of all the insulations under test, supplemental testing is recommended to measure individual sections of the insulation. VLF-TD, VLF-DTD, VLF-

Shield부식으로 인한 감쇠 때문에 PD검출이 힘들다.

pattern, which (from a practical point of view) results in changed characteristics of the measured PD signals. Specifically, a corroded shield typically gives rise to additional attenuation of propagation for high-frequency PD signals. From a strict measurement point of view, PD measurement on shielded cables having shield corrosion is best performed by connecting directly to the high-voltage conductor. Such measurements require permanently or temporarily installed PD couplers. This approach is generally feasible for plant cables but often not for distribution- and transmission-class cables. For an unshielded cable, the transfer function is not easily determined because the surge impedance axially along the cable is primarily determined by the surroundings (that is, by the proximity to ground).

The currents induced as a result of PDs may be measured by the following:

- Attaching a sensor directly to the high-voltage copper conductor
- Clamping a high-frequency current transformer around the ground lead to a cable
- Using a suitable capacitive sensor placed around the cable jacket

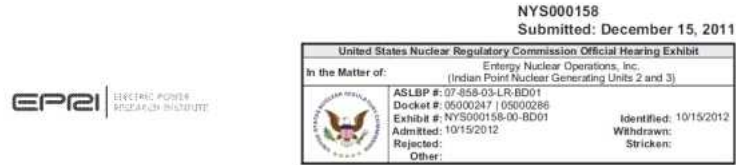
Shield부식은 PD신호를 감쇠시키므로, 실드선을 이용한 PD검출하는 것보다 도체를 이용하여 PD검출하는 것이 좋다.

Test and Test Issues

- Dominant useful tests are Tan Delta and Partial Discharge (high voltage tests)
- Tan Delta testing measures ratio of resistive leakage current to capacitive current in insulation
- Sensitive to water treeing if it is occurring in a significant section of cable (highly localized degradation may not be found unless very severe)
- Partial discharges are breakdowns in voids in the insulation. Void conducts, insulation stops further conduction, but small increment of damage occurs. Radio frequency signal occurs
 - PD occurs very late in degradation cycle. May cause rapid failure of cable (days to weeks)
 - Attenuation from shield corrosion may make detection very difficult (not a problem for continuous shields (copper tube or neutral wires))

Shield부식으로 인한 감쇠 때문에 PD검출이 힘들다.

⑤ EPRI(미국전력연구소)_2011년 자료



Plant Support Engineering: Aging Management
Program Guidance for Medium-Voltage Cable Systems
for Nuclear Power Plants

Offline partial discharge testing is an elevated voltage test that can be performed at line frequency or VLF. Partial discharge testing can locate the site of the discharge along the length of the cable. Partial discharge testing may be most useful in detecting termination and splice problems, especially on off-site cable feeds and is useful for commissioning tests of new installations. However, water-related degradation, such as water treeing, does not produce partial discharge signals. In addition, in the case of helical tapes, corrosion of the tapes from long-term wetting is likely to severely attenuate partial discharge signals and impede their detection. Accordingly, partial discharge testing is likely to be unsuitable for evaluation of most of the wetted medium-voltage cables in use in nuclear plants.

동Tape부식은 부분방전 신호를 감쇠시켜 검출을 어렵게 할 수 있음.

Corrosion of a helical copper tape shield is the most problematic for high-frequency diagnostic techniques such as time domain reflectometry and partial discharge testing. When the copper tape is new, the tape shield acts as a tube providing a good conducting path for high-frequency signals. If partial discharge were present, the new tape shield would present little attenuation. However, with a light corrosion on the surface of the tape, the lapping of the tape becomes insulated from one wrap to the next. At this point, the helical tape acts as an inductor, especially to high-frequency signals such as partial discharge. Accordingly, deteriorated tape shields are likely to occur at the same time as the potential for deteriorated insulation. In cases in which the attenuation resulting from metallic shield corrosion prevents a reflection of the test signal from the far end of the cable, it prevents the detectability of partial discharge signals that may occur in or near the wet section. To a lesser extent, the insulation also attenuates the high-frequency

동Tape가 부식하지 않은 신규 케이블인 경우에 Tape Shield는 고주파신호를 양호하게 전파하고 PD가 발생하면 PD신호는 어느 정도만 감쇠하지만,

동Tape표면에 부식이 발생하게 되면, 동Tape Lap간에 절연성이 발생하고, 특히 PD등의 고주파신호에 대해서는 Inductor로 작용하여,

동Tape/금속Shield 부식에 의한 감쇠에 의해 PD신호를 검출어렵게 함.

2) Georgia Tech Research Corporation (2016년, CDFI) 자료

중성선 또는 동Tape가 부식한 케이블 System에서, PD검출은 확실하지 않음.

Copyright © 2016, Georgia Tech Research Corporation

Advantages	<ul style="list-style-type: none"> Identifies single or multiple localized void-type defects. Applicable for all cable types. If PD test interpretation indicates that cable circuit is PD-free then there is a high probability that the circuit will not fail within the next several years. Offline techniques allow for the detection of PD at voltages above U_0. Can detect electrical trees, interface tracking, voids. Basic results available at end of test. Test can be stopped if "unacceptable PD" is observed.
Open Issues	<ul style="list-style-type: none"> It is unknown whether cycles or time at elevated voltage is the critical parameter in determining the risk of damage to the cable system. PD results on cable systems are not directly comparable to the factory test results on individual components. Different providers perform PD measurements using different measurement methods, sensors, measurement frequencies, bandwidth, metrics, and sensitivity assessment. Results from different PD providers/equipment are difficult/impossible to compare with each other. Interpretation of PD signals is very challenging (i.e. the test results can be provided as "Good/Bad", "Acceptable/Unacceptable", "Pass/Not Pass", "Defer/Repair/Replace", "1/2/3/4/5", etc.). Locating and characterizing PD sources can be difficult because of noise, attenuation, dispersion, cable accessories, and cable system complexity. Not clear which PD features provide information on the severity (i.e. whether or not the defect will lead to failure). Results for hybrid circuits are difficult to interpret. Neutral corrosion (wire or tape) can lead to false negatives (i.e. absence of PD). Voltage exposure (impact of voltage and time on cable system) caused by elevated 60 Hz AC, DAC, and VLF has not been established.
Disadvantages	<ul style="list-style-type: none"> Cannot detect all possible cable system defects – only those that discharge and are detected by the measurement equipment. Does not directly detect water trees. Does not assess global degradation (high density of defects such as water trees or contaminants distributed over a significant portion of the system length). No uniform Pass / Not Pass criteria established for field testing. Only a small percentage of PD sites detected actually fail in service.

4-2. 차폐층 동Tape의 산화/부식 케이블 모델의 Simulation Data

출전: The study of semiconductor layer effect on underground cables with Time Domain Reflectometry (TDR) , IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE) e-ISSN: 2278-1676,p-ISSN: 2320-3331, Volume 7, Issue 6 (Sep. - Oct. 2013), PP 01-07

1) 장기간 사용된 XLPE케이블 모델의 반도체층의 저항값에 따른 감쇠비교 (25MHz)

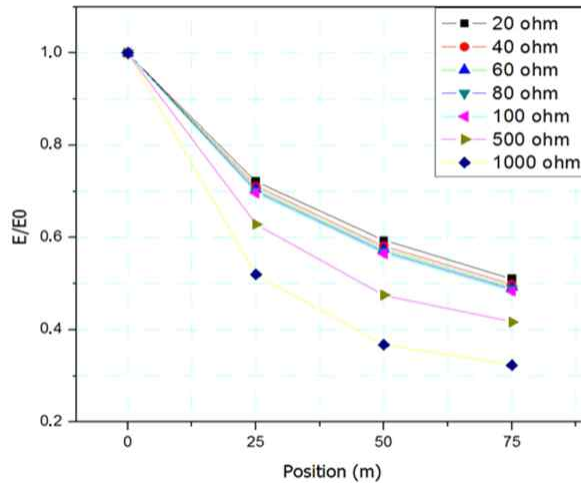


Figure 14 – Comparison of the attenuation along the cable with different resistance values

상기 그림에서 반도체층이 거의 부식/산화하지 않은 저항값에서도 케이블 길이 75m까지 전파하면 약 50% 감쇠하고 있으며, 부식/산화되어 저항값이 증가할수록 감쇠가 증가하고 있으며,

차폐층 동Tape가 부식/산화시에 인덕턴스로 작용하는 것을 추가로 고려하면 고주파 PD Pulse 크기의 감쇠 정도는 더욱 증가할 것이다.

2) 장기간 사용된 XLPE케이블 모델에 있어, 반도체층 저항값(100Ω)일때의 감쇠주파수 특성

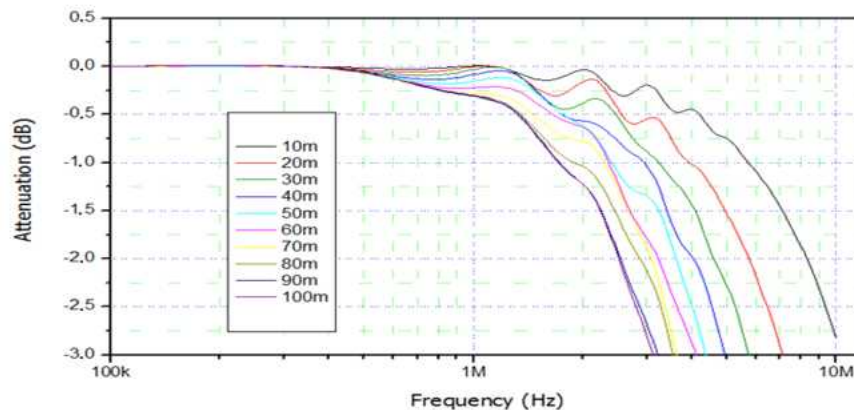


Figure 15 – Attenuation spectrum simulated for a cable with semiconductor layer resistance of 100 Ω.

상기 그림에서 케이블 100m에서는 3dB 감쇠되는 주파수는 불과 약 3MHz이므로 케이블 길이 100m에서 6dB(50%) 감쇠되는 주파수를 추정해보면 10MHz 이하일 것이다. 따라서, 20MHz 주파수대역의 PD Pulse를 검출하는 부분방전 검출시스템에서는 장기간 사용된

CV케이블의 100m이상 위치에서 부분방전 발생시 PD검출은 거의 불가능할 것이다.

5. 검토결론

- 1) 위에서 검토한 Page 3~Page 5의 실제 사용하지 않은 New Cable에서도
활선상태에서 일반적으로 약 20MHz대역을 사용하는 HFCT센서를 이용하는
PD진단 장비에서도
XLPE (CV)케이블의 약100m위치에서 PD방전 발생시에 케이블 100m따라
PD Pulse가 전파하면서 약60%정도 이하(CNCV는 약80%이상)로 크기가 감소되어
HFCT에는 약40%이하 크기로 검출되고, 변전소내부 또는 케이블 포설환경에서
발생되는 다양한 주파수 대역의 Noise가 HFCT센서에 PD Pulse와 Noise가
중첩되어 검출되어 지게 되므로 정확하게 PD Pulse를 분리하는 것이 어렵다.

PD신호 감쇠량 : $CNCV > CV$, $6.6kV CV > 77kV CV$ [Page 6 참조]

차폐층 동Tape가 부식/산화하지 않은 New Cable과 같은 XLPE케이블에서도
HFCT센서로부터 100m이상 떨어진 위치에서 PD발생시에는 PD상태를
유효하게 검출하여 진단할 수 있다고 할 수 없을 것이다.

- 2) 장기간 사용한 Aged케이블에서는 실제로 차폐층 동Tape가 부식/산화하는 경우가
많이 발생하는 데, 이때 동Tape의 저항이 증가하는 것은 물론 인덕턴스로
작용하기 때문에 차폐층 동Tape가 부식/산화하지 않은 New Cable보다
감쇠 크기가 증가하는 데, 부식/산화 정도에 따라 감쇠정도는 달라지겠지만
New Cable의 감쇠량보다 수배(수백%)이상 감쇠된다는 일본전력중앙연구소의
보고도 있다.
- 3) 차폐층 동Tape가 부식/산화한 케이블에서 활선상태 PD장비에 사용하는
주파수 대역보다 매우 낮은 주파수대역을 사용하는 VLF-PD에서도
PD검출 진단이 어렵다고 기술하고 있는 것을 보면,
- 4) 따라서, 활선 On-Line상태에서 MV급 XLPE (CV)케이블의 Shield접지선에
HFCT 센서를 설치하여 PD를 검출하여 진단하는 시스템에 있어,
HFCT센서로부터 100m이상 떨어진 위치에서 PD발생시 PD검출은
차폐층 동Tape가 부식/산화하지 않은 New케이블에서도 PD검출이 어려운데

장기간 케이블 사용으로 인한 차폐층 동Tape Shield가 부식/산화가 진행되는
Aged케이블에서의 PD검출은 불가능하다고 할 수 있을 것이다.

6. 후기

본 자료와 관련있는 여담으로, 작년(2023년)하반기에 케이블 절연진단하는 회사의 관계자와 전화통화중, 사선상태에서 VLF장비로는 케이블진단에 유효한 실적들이 있고 하여, 정전시켜 사선상태에서 진단이 어려운 조건의 MV급 케이블도 활선상태에서 HFCT를 케이블 Shield접지선을 통과시켜 진단할 수 있어 사용이 간편하고 여러 가지로 활선 PD진단장비가 매우 유용한 것으로 생각했는데, 유효하지 않더라고 말씀하시던데,

이것은 활선상태 PD장비는 Noise 때문에 고주파대역의 주파수 영역으로 검출할 필요가 있고 주파수대역이 높을수록 Noise와 PD Pulse의 구별이 용이하지만, PD Pulse의 전파에 따른 검출되는 PD Pulse의 크기 감소 및 파형왜곡이 많아져 구별이 더욱 힘들게 됨. 또한 다른 전력설비들은 사용환경 장소가 일정한 공간에 있는 C(정전용량)의 1개 또는 수개(GIS의 경우)로 구성된 집중정수로 취급할 수 있는 반면에

케이블은 케이블 사양, 포설환경조건(직매,관로,가공 등), 포설길이, 사용환경 장소가 다양한 공간에서 사용하고 있어

C(정전용량)이 다른 전력설비에 비해 수배~수십배의 수량이 존재하는 분포정수로 취급해야 하는 것과,

케이블 시스접지선에 흐르는 누설전류의 주파수 대역과 크기도 다양하고, 케이블 규격전압, Shield구조, 절연체 구조, Size등에 따른 PD Pulse의 전파 특성 등의 다양한 검토할 조건이 너무 많다는 사항까지 고려할 필요가 있기 때문에

활선상태에서 케이블 진단은 다른 전력설비에 적용하는 검출센서, 센서간 거리, 검출주파수 대역 등의 진단방법을 적용하는 것을 달리하여야 하는 것이 당연할 것이고,

HV케이블에서 가능한 활선진단방법도 MV케이블에서는 유효하지 않을 수 있기 때문에, 더더욱 활선상태에서 케이블 PD진단이 어려운 것은 아닐까.

-끝-