

電氣設備의 診斷技術

(22)

第 2 編 應 用

4.2 애자의 不良檢出

송배전선에 사용되고 있는 碍子는 제조기술이나 품질 관리기술이 향상되어 감에 따라 현재 공장에서 출하되고 있는 애자는 거의 불량률이 없을 만큼 신뢰성이 높아졌다. 그러면서도 송전선의 架線工事中 損傷 등으로 因하여 磁器部에 크랙이 들어간 다든지 雷擊 등에 의하여 애자의 頭部가 전기적으로 절연 파괴되는 등 불량이 발생하는 일이 있다.

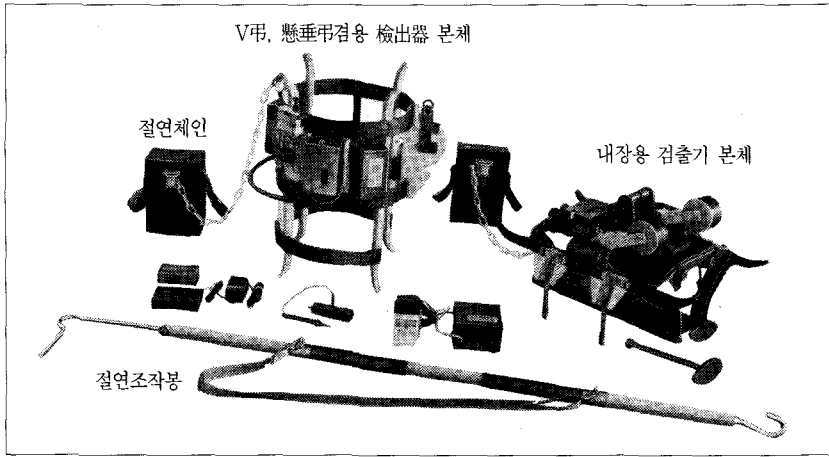
불량애자가 健全 애자와 다른 점에 착안하여 보면 다음과 같은 요소가 고려된다.

- ① 不良碍子 내부의 미소간격에서 발생하는 微小放電에 의한 전파, 초음파 및 잡음전류의 발생
- ② 애자의 절연저항 저하
- ③ 碍子連中에 있어서 不良 碍子の 分擔電壓의 저하
- ④ 微小放電에 의한 發熱
- ⑤ 漏洩電流에 의한 發熱

이들의 요소를 근거로 한 不良碍子檢出器를 표 4.8에 나타내었다. 이 중에서 대표적인 불량애자 검출기의 구조와 원리에 대하여 다음에 기술한다.

〈표 4.8〉 不良碍子 檢出器

적용	기	종	검출 요소	검출요건		비	고
				과 전	무과전		
송 전 선	교류용 자주식 불량애자 검출기		②	○	○		
	음향펄스식 불량애자 검출기		③	○			
	EO형 (광펄스식) 불량애자 검출기		③	○			
로	정지선용 불량애자 검출기		②		○		
	직류용 자주식 불량애자 검출기		②	○	○		직류송전선용
	네온램프식 불량애자 검출기		③	○			275kV 이하 적용
배 전 선	갭식 불량애자 검출기		③	○			275kV 이하 적용
	群단위의 불량애자 검출기		①	○			
	1000V메가에 의한 불량애자 검출기		②		○		
로	적외선 영상장치에 의한 불량애자 검출기		⑤	○			
	고주파 잡음을 이용한 불량애자 검출기		①	○			
	초음파식 울트라 혼		①	○			
	1000V 메가에 의한 불량애자 검출기		②		○		



〈그림 4.19〉 自走式 不良碍子檢出器의 구조와 구성

4.2.1 送電線用 애자

1. 交流用自走式 不良碍子檢出器(메거식)

本器의 구조와 구성을 그림 4.19에 표시하였다. 이 검출기는 구동기구상 耐張用과 V形, 懸垂用 檢용의 2종류가 있다. 내장용은 2連에 걸친 말(馬)안장형 구조로서 검출기 자체에 축전지, 직류전동기 및 1輪 回轉 롤러로 구성된 구동기구를 갖추고 있으며 직류 전동기로서 碍子連을 이동시키고 또한 절연체인(Chain)에 의하여 자유로이 되돌려 보낼 수 있다.

V形, 懸垂用檢용은 애자의 1連에 덮어 씌우는 농형구조로서 자체 무게에 의하여 碍子連을 이동시키기 때문에 구동부는 설치되어 있지 않다. 本器의 검출시스템을 그림 4.20에 나타내었다.

이 檢出器는 碍子에 비하여 매우 큰 정전용량을 가지는 콘덴서를 피측정 애자와 병렬로 접속하여 피측정 애자의 交流分擔電壓을 낮추고 직류 1,000V를 課電해서 절연저항치를 측정한다. 이 절연저항치

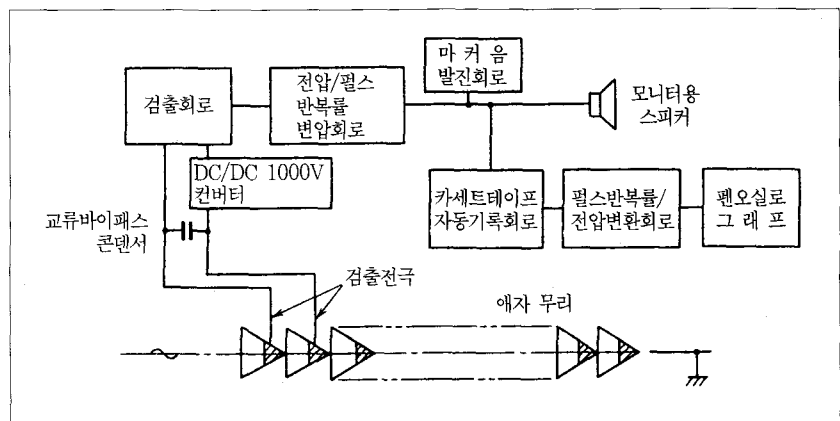
에 대응한 반복률의 펄스로 변환하고 이 펄스로서 모니터용 스피커로부터 音波를 발생시켜 애자의 良不良을 표시한다. 녹음된 데이터는 별도로 설치된 재생장치로 재생한다.

불량애자의 판정은 측정애자의 절연저항치가 미리 설정된 불량표시용 설정저항치(300MΩ/50MΩ)보다도 낮은 경우 모니터용 스피커로부터 나오는 不良表示音의 可聽音을 청취함으로써 행한다. 또한 녹음된 데이터의 再生 오실로그래프로부터 애자 절연저항값을 읽어들여서 애자의 양부를 판정할 수 있다. 그림 4.21에 그 일례를 나타낸다.

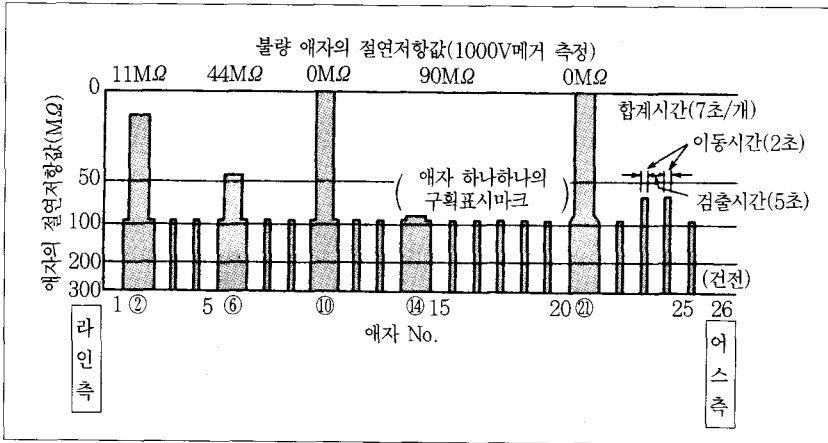
이 경우 ②, ⑥, ⑩, ⑭, ⑰은 불량애자이다.

통상의 운영방법으로서는 불량표시용 절연저항 설정값을 300MΩ으로 측정하는 것을 원칙으로 한다. 만약 이 때에 연속해서 불량표시음이 발생하면 즉시 검출기를 되돌려 설정값으로 50MΩ으로 전환한다.

이유는 동일 碍子連中에 불량애자를 연속적으로 개재하는 것은 現狀의 애자성능面에서 볼 때 거의 없는 것이 좋으며 不良音의 發生原因은 오히려 애자표면의 汚損濕潤에 의한 영향이라고 판단되기 때문이다.



〈그림 4.20〉 自走式 불량애자 검출기의 검출시스템



〈그림 4.21〉 自走式 불량애자 검출기의 불량애자 검출재생 오실로그램(耐張碍子装置)

더욱이 實線路에 있어서 健全碍子の 절연저항값은 맑을 때에는 300MΩ 이상이나 汚損濕潤條件下에서는 60~300MΩ 정도로 그 조건에 따라서 변화하여 저해된다. 이와 같이 자연조건하에 健全碍子の 절연저항값은 여러 가지 조건으로 변화함을 알 수 있기 때문에 이와 같은 狀況을 충분히 관찰하여 運用하는 것이 매우 중요하다.

2. 音樂펄스식 不良碍子 檢出器

이 機器는 接觸子, 絶緣棒, 把持部, 指示미터로 구성 되어 있으며 애자의 分擔電壓을 측정하는 것이다. 이 기기의 검출시스템은 그림 4.22와 같다.

이 機器는 애자의 分擔電壓을 정류기로서 직류로 변환한 후 저항을 통하여 콘덴서에 충전하고 충전전압이 放電管의 방전개시전압에 도달하면 방전한다. 이때 스피커(SP)에서 음향펄스를 발생한다.

충방전(음향펄스 발생)의 반복률은 애자의 分擔電壓에 비례하는데 여기서 스피커로부터 발생된 음을 마이크로폰(MIC)으로 受信하여 미터로 전압을 표시한다. 이 분

단전압의 크기로부터 애자의 양부를 판정한다.

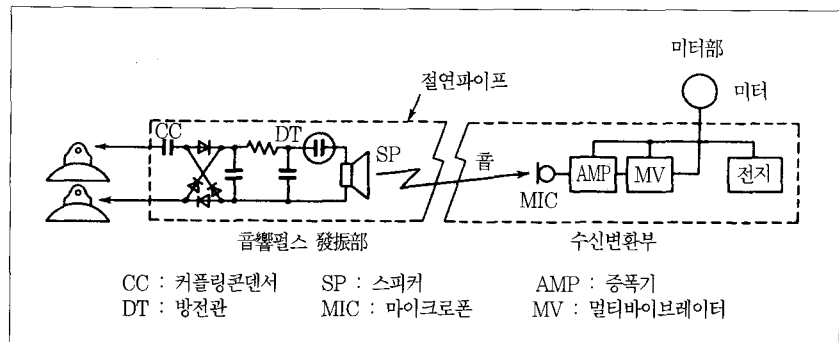
불량애자의 판정은 分擔電壓의 크기로써 행하고 있으나 실제로는 碍子連의 分擔電壓은 그림 4.23과 같이 애자의 위치에 따라서 크기가 다르기 때문에 健全碍子連의 표준 분담 전압특성과 對比시키는데 인접한 애자의 分擔電壓과 대비하여 分擔電壓이 현저하게 저하되는 경우 불량애자라고 판정할 필요가 있다.

이 기기는 乾燥條件下에서의 檢出作業을 원칙으로 하므로 碍子が 濕潤되어 있는 경우에 分擔電壓키브는 툭날狀으로 되어 碍子の 良否판정이 어렵게 된다. 또한 接觸子는 애자의 鉗金具에 완전 접촉되도록 有意할 필요가 있다. 그림 4.24는 本器와 동일한 檢出原理인 EO形(光펄스式) 不良碍子檢出器의 시스템을 나타낸다.

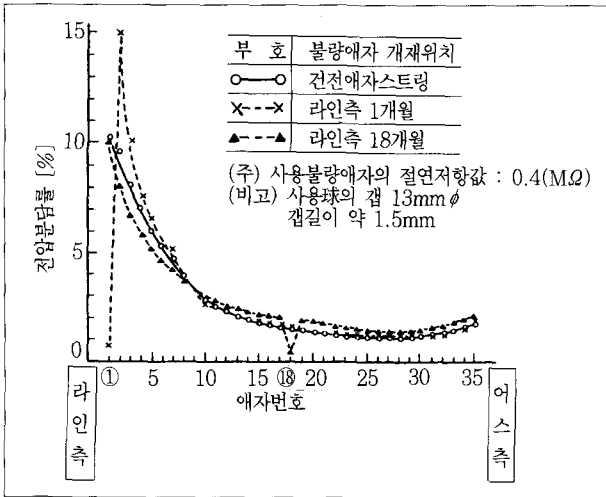
이 검출기는 分擔電壓의 傳送을 光펄스로 행하고 있으며 음향펄스식 불량애자 검출기와 똑같은 分擔電壓을 측정해서 애자의 良否를 판정하는 것이다.

3. 停止線用 不良애자 檢출기

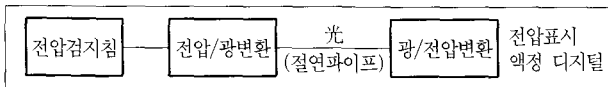
이 기기는 절연조작봉의 先端에 메거식 검출부를 장착한 것으로서 停止線에서 작업자가 碍子連 위에서 上體를 앞으로 내밀면서 일할 필요가 없고 또한 他回線의



〈그림 4.22〉 음향펄스식 불량애자 검출기의 검출시스템



〈그림 4.23〉 500kV 애자장치의 전압분담률 특성



〈그림 4.24〉 EO형(광펄스식) 불량애자 검출기 시스템

誘導를 받지 않고 불량애자의 검출이 가능한 매거식 검출기인 것이다.

이 기기는 無課電狀態에서 검출기에 내장된 직류 1,000V 전원에 의해서 애자의 절연저항값을 측정하고 그 값이 不良表示用 絶緣抵抗 設定值 이하가 되면 부저가 동작하게 되어 불량표시를 하는 것이다.

애자의 절연저항값은 汚損濕潤에 의해서 저하되므로 불량표시용 절연저항설정값을 300/100/50MΩ의 3단 轉換方式으로 하였다. 더욱이 檢出電極이 不完全接觸인 경우 저항값은 ∞가 되기 때문에 不良碍子를 健全碍子로 誤認하게 된다.

이러한 現象을 피하기 위하여 이 검출기는 검출전극이 완전히 접촉되어 있을 때 不良表示音(高音)이라는 異質의 접촉표시음(低音)을 내도록 연구되어 있다.

4. 直流用 自走式 不良碍子檢出器

이 기기는 교류용 自走式 불량애자 검출기와 동일한

自走式 驅動機構를 구비한 것으로서 절연저항값을 측정하는 點에서도 교류용과 동일하다. 그러나 교류용인 경우와 달라서 직류인 경우에는 운전전압에 따라 被測定은 碍子連에 흐르는 누설전류를 이용하는 방법을 취하고 있다. 검출원리와 검출방법을 표 4.9에 나타내었다.

耐張用은 驅動機構를 이용하는 것으로서 메모리회로, 差動回路 및 5kV 내장전원 스위치 轉換 등의 조작은 자동적인 안전형으로 기능을 다할 수 있으므로 표 4.9(b)를 채용하였다.

懸垂用은 구동기구를 구비하고 있지 않아도 충분히 검출할 수 있는 표 4.9(a)를 채용하였다.

碍子良否의 판정은 절연저항값에 따라서 모니터용 스피커로부터 나오는 가청음 청취에 의하며 또한 자동기록테이프의 재생 오실로그래프으로부터 절연저항값을 읽어서 행한다. 절연저항값의 측정범위는 20~2,000MΩ이다.

4.2.2 配電線用 애자

배전선용 불량애자 검출기로서 개발된 주요한 것들 기술하면 다음과 같다.

1. 赤外線 映像裝置에 의한 不良碍子檢出器

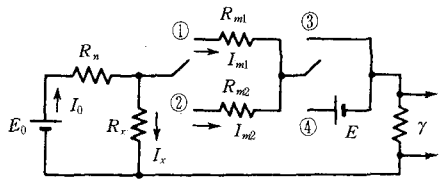
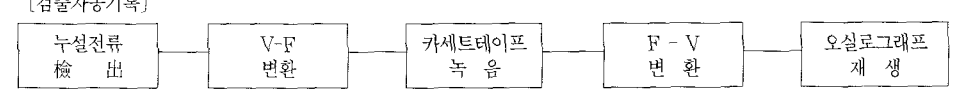
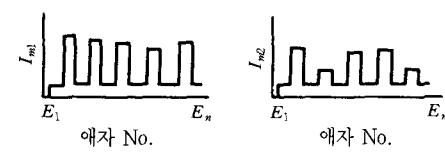
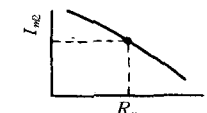
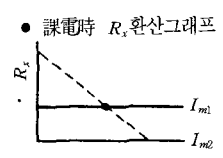
이 기기는 물체표면으로부터 자연히 방사되는 赤外線을 검지해서 그 強度에 따라 對象物體를 映像化하고 健全碍子和 不良碍子和의 온도차로부터 불량애자를 검출하는 것이다.

이 기기는 碍子표면온도를 적외선센서로서 감지하고 텔레비전에 온도별로 컬러를 표시하는 것이다. 누설전류가 2~3mA 이상인 불량애자는 健全碍子和의 온도차이가 4℃ 이상을 나타내어 식별이 가능하다.

또한 晝像을 전기적으로 4배 확대하는 기능이 있으므로 애자로부터의 거리가 25m 정도 떨어져도 충분히 측정할 수 있다. 그러나 애자의 濕潤상태나 태양광에 의한 애자표면의 온도상승 등으로 인하여 測定精度에 영향이 나타나는 경우가 있다.

앞으로 측정정도를 높이기 위해서는 氣象條件, 汚損

(표 4.9) 직류용 불량애자 검출기의 검출원리와 검출방법(a)

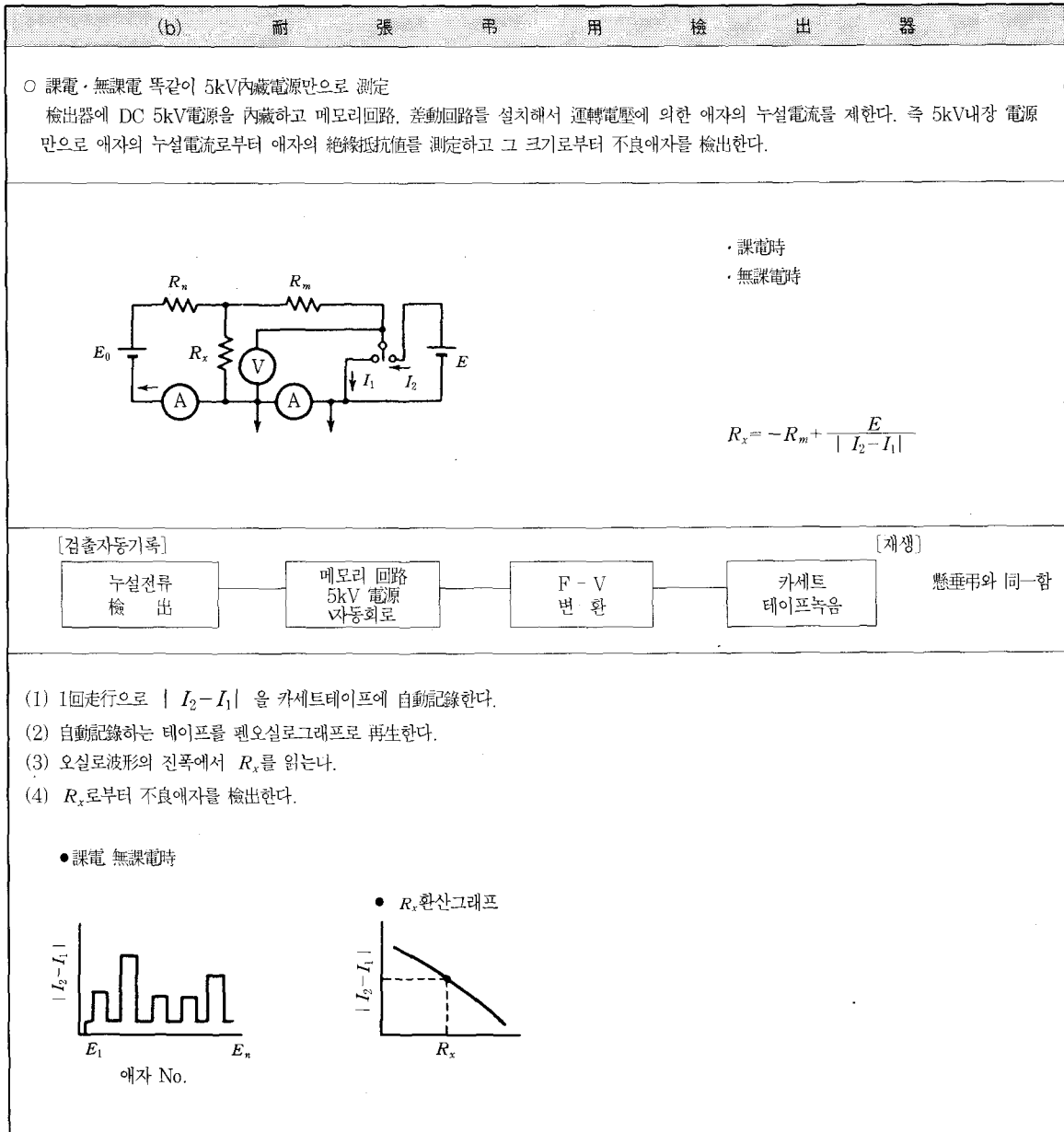
項 目	(a) 懸 垂 吊 用 檢 出 器
檢 出 原 理	<p>基本原理解說</p> <p>○과전시 : 운전전압에 의한 애자연의 누설전류를 이용하여 애자절연저항치를 측정하고 이 크기로부터 불량애자를 검출한다.</p> <p>○ 무과전시 : 검출기에 DC 5kV의 전원을 내장하고 이 전압에 의한 누설전류로부터 애자의 절연저항치를 측정하여 이 크기로부터 불량애자를 검출한다.</p>
等價回路 計算式	 <p>· 課電時 ① ② ③</p> $R_x = \frac{I_{m2}}{I_{m1} - I_{m2}} \times R_{m2}$ $\therefore \frac{I_{m2}}{I_0 - I_{m2}} \times R_{m2} \quad (I_0 \approx I_{m1})$ <p>· 無課電時 ② ④</p> $R_x = \frac{E}{I_{m2}} - 200$ <p>R_0 : 운전전압 E : 내장전원전압 R_n : 磗子連抵抗 R_x : 被測定抵抗 R_{m1}, R_{m2}, γ : 檢出抵抗</p>
檢 出 方 法	<p>[검출자동기록]</p>  <p>(1) 검출저항 2MΩ으로 1회 주행하고 카세트테이프에 I_{m1}을 자동기록한다.</p> <p>(2) 검출저항 200MΩ으로 1회 주행하고 카세트테이프에 I_{m2}을 자동기록한다.</p> <p>(3) 자동기록 테이프를 펜오실로그래프로 재생한다.</p> <p>(4) 오실로파형의 진폭으로부터 I_{m1}, I_{m2}을 읽는다.</p> <p>(5) I_{m1}, I_{m2}, R_x의 노모그래프로부터 애자의 절연저항 R_x를 구한다.</p> <p>(6) R_x에서 불량애자를 검출한다.</p>  <p>● 無課電時 R_x 환산 그래프</p>  <p>● 課電時 R_x 환산 그래프</p> 

餘件의 변화에 의한 검출정도에의 영향경감, 赤外線카메라의 分解能 등의 형상이 바람직하다.

2. 高周波 雜音을 이용한 不良磗子檢出器

이 검출기는 磗子の 局部放電이 磗子에 課電된 교류전압의 正, 負의 최대치 근방에서 발생하기 때문에 방법에 의해서 발생하는 애자 잡음이 印加電壓 주파수의 2배를

〈표 4.9〉 직류용 불량애자 검출기의 검출원리와 검출방법(b)



基本波로 하는 變調波로 되는 것을 이용해서 碍子の 劣化檢出을 행하는 것이다. 애자의 劣化檢出을 현장에서 시행한 결과 的中率(劣化碍子が 介在한 電柱數/檢出器가 열화되었다고 판단된 전주수)이 약 30% 정도였다.

앞으로 檢出精度를 높이기 위하여는 外來雜音電波와 對象物로부터의 噪音 구분, 불량애자와 健全애자와의 判別精度 향상 등을 改善할 필요가 있다.
 (다음호에 계속)