

전기설비의 고장진단 ⑥

전기설비를 운전·관리하는 전기 기술자는 설비가 안전한지 항상 마음을 쓰게 될 것이다.

전기설비를 장기간 안전하게 사용하는 것은 바람직한 일이지만 최근 그런 경향이 강해져, 과거에 시행했던 사후보전을 넘어서 예지보전의 요망이 점차 높아가고 있다.

이와 같은 전기설비의 예지보전을 목표로 고장진단기술에 관한 근본적인 고찰과 그 응용기술을 전기기술자에게 제공, 활용토록 하기 위하여 그 내용을 연재한다.

<편집자주>

계기용 변성기와 2차 회로의 고장진단 요령

1. 머리말

계기용 변성기에는 저압회로에 사용되는 전식인 소형의 것부터 고압, 초고압계통에 사용되는 철조형, 애자형 및 콘덴서형 계기용 변압기 등 여러 가지가 있다. 따라서 점검, 보수나 고장시의 처치도 그 기기에 적절한 방법으로 대응하도록 해야 한다.

계기용 변성기는 전력기거나 송배전계통을 보호하는 것으로서, 함께 구성되는 계기, 계전기와 협조하여 고도의 신뢰성을 유지하여 그 목적이 충분히 발휘되어야 한다. 계기용 변성기의 사고는 물론 계기, 계전기로 파급되는 경우도 있고 결국 계통 차단에 이르기도 한다.

따라서 계기용 변성기와 2차회로에 이르는 보호시스템의 신뢰성 확보는 전력의 안전공급을 위해서는 불가결의 조건으로, 계기용 변성기의 열화, 이상현상 등을 고려한 일상의 올바른 점검, 보수가 중요하다. 또한 그 통계적인 데이터에 의해 기기의 이상을 판단하는 것이 가장 적절한 방법이다.

2. 계기용 변성기의 적용과 그 실상

계기용 변성기(PT, PD, CT)는 계통의 정상시나 이상시의 양상을 충실하게 찾아내어 계기, 계전기에 전달하는 전력 시스템의 신경이라고 할 수 있다. 따라서 종래로부터 CT의 과전류강도, 과전류정수 및 2차 개로시의 내절연 강도, 선로용 PD의 절연 레벨의 10% 업 등 다른 전력기기에 비하여 높은 신뢰성이 요구되고 있다. 한편 계기용 변성기는 그 구조, 절연방식에 따라 여러 가지가 있으며 그 사용장소에 따라 구분 사용되고 있다.

다음에 440V~255kV 계통에 사용되고 있는 계기용 변성기의 적용과 그 신뢰성에 대하여 설명한다.

<표 1> 적용구분

구 조	전압[kV]	1차전류[A]	적용되는 형식	
계기용 변압기	권선형	11 이하	건식형, 콤팩트형, 몰드형	
		11 이상	탱크형, 에자형	
		66 이상	에자형, 가스절연형	
	콘덴서형	66~110 이상	에자형	
변류기	권선형	22 이상	건식형, 콤팩트형, 몰드형	
		66	0~2,000A	에자형
		154		
	275			
	관통형	22 이하	2,000A 이상	건식형, 콤팩트형, 몰드형
		66		에자형, 부상형
154				
275				

(1) 적용구분

계통전압, 전류에 따라 그에 적합한 방식과 구조의 것이 사용되고 있으며 그 적용범위는 표 1과 같이 구분된다.

(2) 점검, 보수면의 성능

계기용 변성기는 그 구조가 단순하고 부속기가 적다는 점에서 실용상 점검, 보수의 필요성이 문제가 되는 것은 절연 성능으로 집약된다고 할 수 있다.

표 2에 구조를 대별하여 그 특징을 들었다.

(3) 고장의 개요와 신뢰성

계기용 변성기에 발생하는 고장을 원인에 따라 대별하면 다음과 같다.

- (i) 낙뢰, 계통의 단락, 지락 등에 의한 이상 전압, 전류 및 태풍에 의한 염진해 등의 기상조건에 의해 주로 1차회로에 발생하는 고장
- (ii) 2차단락, 2차개로 및 1차회로의 서지성 전압 이행 등에 의해 발생하는 2차회로의 고장

(iii) 흡습 또는 N₂ 가스 누설, 오일 누설 등에 의한 기기의 결함으로 인한 고장 등으로서, 발전전소 기기고장 중 낙뢰로 인한 55~275kV급의 기기에 대하여 10년간에 걸친 피해상태 종합예를 표 3에 들었다.

CT 11%, PT(PD) 5.2%로 다른 기기에 비하여 적고 CT는 PT(PD)의 2배로 되어 있다.

또한 태풍으로 인한 염해통계의 기기별 피해율은 차단기 : 21.2%, LS, DS: 20.5% 인데 비해서 CT : 9.9%, PT: 9.3%, PD, CC: 0.7%로서 다른 기기에 비하여 매우 신뢰성이 높다는 것을 알 수 있다.

3. 점검 보수의 포인트와 판정

계기용 변성기는 앞에서 설명한 바와 같이 구조, 방식에 따라 종류가 많고 각각 특징이 있기 때문에 그 점검기준도 다르지만 점검, 보수의 포인트는 공통점이 있다.

(1) 일상점검

일상점검은 통상 1회/일에서 1회/주 정도의 순시점검시에 실시하는 것으로, 육안검사 외에 귀 또는 촉수 등 인간의 5감을 중심으로 이상음, 냄새, 발열 등에 대하여 점검하는 것이다. 이 일상점검에 의하여 중대사고로 발전할 가능성이 있는 것을 미연에 방지하는 경우도 적지 않으므로 중요한 작업의 하나로 소홀히 할 수 없다.

(a) 외관점검: 오손, 균열, 변형 또는 기름, 콤팩트형의 유출 유무, 접속부의 이완 등의 육안 점검으로, 구조마다 포인트가 다르다.

(b) 이상음: 변성기에서 발생하는 소리는 코로나음이나 정전적인 방전음 등의 전기적인 것과 철심의 자기왜곡진동 등의 기계적 진동음이 있다.

전기적인 것의 하나로서 애관 표면에 이물이 부착하여 극부적으로 더러워진 곳에서 생기는 일이 있는데 이상한 소리가 들린다.



<표 2> 구조와 성능

절연방식	건 식	콘 드 형	유 입 형	
			개 방 형	민 봉 형
주요 절연재료	종이, 락, 프레스보드, 와니스크로스 및 합질용 와니스	에폭시 수지 브릭 고무 EP 고무	유침지유(油浸紙油)	유침지유
	권선을 위의 재료로 절연하고 충분히 건조하여 내습성이 나쁜 진장 합침시킨 구조	권선을 에폭시 수지로 몰드하거나 전 권선을 고무몰드한다. 철형으로 세트하고 에폭시 수지, 또는 고무로 주입하고 고온에서 성형한다	절연지로 절연한 권선 및 견심을 에판 또는 외함에 수납하여 충분히 건조시킨 후에 건조, 탈기된 오일은 주입한다 개방형은 탱크 내에 공기층이 있고 이 공기는 외기와 공 통적이며 오일의 유동에 의한 체적변화로 공기의 호흡작용이 생긴다	밀봉형은 용기를 밀봉하여 공기의 호흡작용을 방지한 것으로 N ₂ 가스 밀봉식과 완전유 민봉식(OF 식)이 있다
장기사용에 대한 절연성능	흡습에 의한 열화가 생긴다	장기에 걸쳐 식인성능이 안정되어 있으므로 열화의 우려는 없다	흡습에 의한 열화가 생긴다	외기와외의 설착이 없으므로 흡 습도 없고 열화의 염려도 없다
사용장소	육내용	육내용(육외용도 있다)	육외용	육외용
점검, 보수상의 주의점	서서히 절연열화가 생기므로 절연 저항측정 등의 정기적인 보수점검이 중요하다	흡습 등 절연열화의 염려가 없으므로 콘래크 등의 외관 체크가 중요하다	흡습에 의한 열화가 있으므로 절연저항, tanδ 등은 정기적으로 측정 기록하여 절연성능을 체크한다	N ₂ 가스, 오일누설이 없는한 절연열화는 생기지 않으므로 보상은 외관점검 등 간단한 점검보수만 하면 된다

<표 3> 발변전소 기기의 벉락 피해상태

피해기기	백분율[%]
에 자	16.6
변 압 기	15.1
LS, DS	14.4
C T	11.0
차 단 기	10.5
피 리 기	10.2
PT, PD	5.2
회 전 기	1.5
기 타	15.5

또한 기계적인 진동음은 기기 정격주파수의 2배 주기로 진동하여 부응하는 소리가 나는데 가대와 공진 또는 볼트, 너트 등의 죄임이 이완되어 공진, 크게 들리는 경우가 있고 설치장소에 따라 외부환경과 공명하여 크게 들리는 경우가 있다. 이같은 때에는 조속히 발생원인을 찾아 대처하도록 한다.

(c) 이상한 냄새 : 냄새에 대해서도 일상적으로 주의하여야 전기설비의 중대한 사고를 미연에 방지할 수 있다.

전식 변압기는 절연물 열화에 기인하여 발생하는 연소 등의 냄새, 유입기기는 기름이 외부로 누설되었을 때의 기름 냄새 등을 생각할 수 있으며 이상한 냄새가 확인되었을 때에는 즉시 원인을 명

확히 규명하여 처치하여야 한다.

(2) 정기점검

정기점검은 1년에 한번 정도 실시하는 것이 적당하며 무인변전소 등과 같이 일상점검이 충분하지 않는 기기는 특히 정기점검이 중요하고 장기간의 점검 데이터를 보관하여 판정에 참고로 사용하여야 한다.

(a) 외관점검 : 일상점검과 같다.

(b) 절연저항 측정 : 절연저항의 측정은 기기 본체측과 2차회로로 구분하여 실시한다. 기기 본체의 절연저항 판정기준치는 그 구조 및 1차, 2차회로에 따라 다르며 습도, 진에의 부착상태 등 외부 환경에 따라서도 좌우되므로 판정기준 저항치에만 의존해서 판정하는 것은 잘못이며 측정 데이터를 기초로 하여 다음과 같이 판정하도록 한다.

(i) 절연저항 기준치는 가능으로 한다.

(ii) 정기적으로 측정된 값은 습도, 기온 등과 함께 기록해 두고 현저한 저하가 없다는 것을 확인한다.

(iii) 같은 장소, 같은 시기에 측정된 같은 형의 다른 기기와 비교할 때 현저한 차이가 없

〈표 4〉 절연방식과 $\tan\delta$

절연 방식	$\tan\delta$ [%]
에폭시 몰드	0.5~1.5
EP 고무 몰드	2~4
지유절연	0.2~0.5

는지 확인한다.

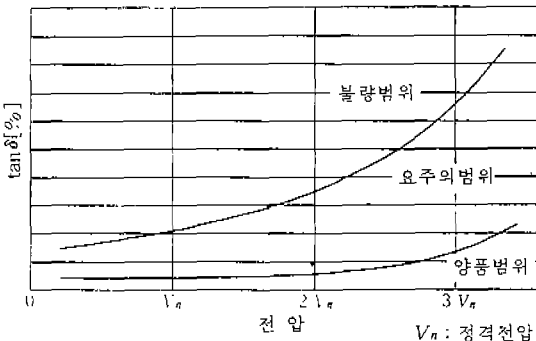
(iv) 애관, 부상, 인출단자부 등의 표면은 깨끗이 하여 조건을 일정하게 하여 측정한다.

상기에서 절연저항에 이상이 있다고 판정된 경우에는 절연열화의 의심이 강하므로 $\tan\delta$ 측정 등에 의한 절연열화의 판정을 한다.

(c) $\tan\delta$ 의 측정 : 절연열화 및 절연물의 흡습 등의 정도를 판정하는 방법으로서 유전체손실($\tan\delta$)의 측정이 있다.

$\tan\delta$ 도 정기적으로 측정하고 기록함으로써 절연열화의 판정에 유효한데 $\tan\delta$ 는 온도특성이 있어 측정기에 따라 다르므로 같은 측정기로 측정하여 동일온도로 보정해 두도록 한다. 또한 이 방법은 절연저항 측정 또는 기타의 트러블로 절연열화가 의심되는 경우에는 $\tan\delta$ -전압특성의 측정에 의하여 판정할 수 있다. 그림 1에 그 예를 들었고 표 4에 상온에서의 유전체 손실($\tan\delta$)을 들었다.

전압특성의 측정은 곤란한데 100V전압에서의 $\tan\delta$ 는 시판의 간이형 세링브리지 또는 $\tan\delta$ 계를 사용하면 간단하게 현장에서 측정할 수가 있다. 그림 2에 측정회로의 예를 들었다.



〈그림 1〉

(3) 점검기준

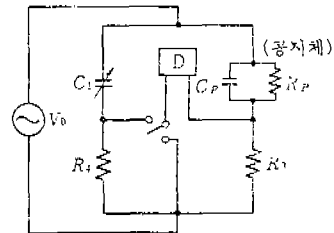
변성기의 점검기준은 기기구조에 따라 다르며 건식 및 유입형으로 대별되는데 콘덴서형 계기용 변압기는 그 절연구성 및 부속설비가 크게 다르므로 분리하여 표시한다. 절연저항의 기준치 또는 점검주기 등을 결정하는 것은 곤란하지만 참고적으로 표 5~8에 기준을 종합적으로 들었다.

4. 고장진단 및 사고시의 실제적인 체크

최근의 계기용 변성기는 건식의 것은 와니스 콤파운드에서 몰드형으로, 유입형은 개방형에서 밀봉형으로 개선된 것이 많이 사용되고 있다.

그 결과 변성기 본체의 사고는 극히 적어졌으나 실제적 트러블은 변성기와 2차회로의 구성협조 문제, 또는 PT, PD의 2차단락 등에 기인하는 문제도 적지 않다. 또한 보수 점검시에 발견된 이상에 대해서는 앞에서 해설한 보수, 점검기준 또는 판정 포인트를 기초로 실시하면 되는데 사고시에는 그 사고현상에 적절한 체크가 필요하다. 사고현상은 크게 분류하면 다음과 같다.

- (i) 계통에서의 이상전압, 전류의 침입 또는 절연열화 등에 의한 접지사고
- (ii) 2차회로에 기인하는 이상현상



- C_1 : 표준콘덴서
- C_2 : 공시체의 등가 병렬 캐패시터
- R_2 : 공시체의 등가 병렬 저항
- R_3, R_1 : 무유도 저항
- D : 고임력 임피던스 증폭기봉이 전압계

〈그림 2〉



<표 5> 건식계기용 변성기 점검기준

점검대상	주 기	점검항목	점검방법	점검기구	판정기준	비 고
외함본체	D	오손, 먼지	육안			
	D	온도 상승	육안, 후각			
	D	울림	청각			
		폼파운드, 물드	육안			
		표면의 균열	육안			
		녹발생, 칠의 벗겨짐 빛물이나, 이물질침입	육안			
부싱	D, Y	오손, 파손	육안			코로나를 시멘팅
단자	D	과열, 변색	육안	시온 테이프	65~70℃	
퓨즈	D	단자의 과열, 변색	육안			PT의 경우
절연저항	Y	1차 어스간 1차-2차-3차간 2차-3차-어스간	측정	(정격전압 1kV 이상) 1,000V 메가 (정격전압 1kV 이하) 500V 메가	특고...100MΩ 이상 고압... 30MΩ 이상 저압... 10MΩ 이상	
접지선 및 접지저항	Y D Y Y	접지선 부식 접지선 단선 접지선 단자이완 접지저항	육안 육안 촉수 측정	접지저항 측정기	고압 이상...10Ω 이하 저압...100Ω 이하	

* D : 1회/분~1회/주, Y : 1회/연

<표 6> 유입계기용 변성기 점검기준

점검대상	주 기	점검항목	점검방법	점검기구	판 정 기 준	비 고
외함	D	유량, 누유, 오손	육안		기름이 상하의 적선 눈금 범위내에 있을 것	밸브, 용접구, 패킹
	D	온도 상승	후각	청진봉		
	D	울림소리	청각			
	D	녹발생, 칠의 벗겨짐	육안			
부싱	D, Y	오손, 파손, 누유	육안			코로나를 시멘팅 염해
단자	D, Y	과열, 변색	육안	시온 테이프		
퓨즈	D	단자의 과열, 변색	육안			PT의 경우
밸브 유연계	Y	손상	육안			
절연저항	Y	1차 어스간 1차-2차-3차간 2차-3차-어스간	1,000V 메가 500V 메가		특고...100MΩ 이상 고압...30MΩ 이상 저압...10MΩ 이상	
tanδ	Y		측정	tanδ계		특고의 경우
접지선 및 접지저항	Y Y, D Y Y	접지선 부식 접지선 단선 접지선 단자이완 접지저항	육안 육안 촉수 측정	접지저항 측정기	고압 이상...10Ω 이하 저압...100Ω 이하	
절연유 내압시험	Y			오일 시험량 오일산화 측정	직경 12.5φ, 겹 2.5mm의 원형전극 으로 시험 300V 이상 : 양호, 25~ 30kV : 요주의, 25kV 미만 : 불량 0.2 미만 : 양호, 0.2~0.3 : 요주의, 0.3 이상 : 불량	

(iii) (i)의 현상에 의한 2차회로에의 영향
이같은 사고발생시에 실시하는 체크포인트를 표

9에 들었는데 이 표를 참고로 하여 발생현상에 적
합한 방법으로 체크한다.

<표 7> 콘덴서형 계기용 변압기 점검기준

점검대상	주 기	점검항목	점검방법	점검기구	판정기준	비 고	
변성기부 본체	D	누유, 오손	육 안				
	D	온도상승	촉 수				
	D	울림소리	청 각				
	D	녹반생, 철의 벗겨짐	육 안				
중합 콘덴서 부품본체	D	오손, 애관 파손	육 안				
	D	누유	육 안				
부속설비 (변성기부 외함내)	Y	본 깎의 훼손	육 안				
	Y	퓨즈	육 안				
	Y	부싱균열, 오손	육 안				
	Y	나이프스위치(KS) 이완	촉 수				
	Y	ZD 개방바 위치	촉 수				
	Y	RO 저항치 깎길이 체크	촉 정	테스터 깎 게이지	5k Ω ~ 30k Ω	기준에 따라 다르다	
	Y	(Co 회로부)	육 정		3mm	기준에 따라 다르다	
Y	(Ry부)		0.8mm		기준에 따라 다르다		
Y	(CF 회로부)		2mm		기준에 따라 다르다		
절연저항	Y	1차~절지간	측 정		1,000V 메가	100M Ω 이상	
	Y	2차~3차간			500V 메가	50M Ω 이상	
	Y	2차, 3차 접지간				50M Ω 이상	
접지 단자부	D	전지선 부식, 단선	육 안				
	Y	단자의 이완	촉 수				
퓨즈리스 2차단락 보호방식(모선용) PD				퓨즈블이(선로용) PD			
<p>C₁, C₂: 콘덴서 Tr: 변성기 L: 공진리액터 C₀: 공진콘덴서 R₀: 소호용저항기 G: 2차단락 보호깎</p> <p>ZD: 억제부담 Ry: 2차단락 경보릴레이 J: ZD개방바 KS: 2차개폐기</p>				<p>C₁, C₂: 콘덴서 Tr: 변성기 L: 공진리액터 WT: 웨이트트랩 ZD: 억제부담 J: ZD개방바</p> <p>CF: 절합필터 SW: CF 단락개폐기 g: CF 보호깎 KS: 2차개폐기 f: 퓨즈 G: 2차단락 보호깎</p>			

다음에 사고에 또는 예상되는 현상에도 들어 설명하기로 한다.

- (1) 유입 CT 2차회로의 절연저항 저하
(원인: 2차 부상 불량)

77kV 애자형 유입 CT에서 2차-대지간의 절연

저항이 수M Ω 으로 저하되어 있는 것이 정기점검 시 발견되었다.

[체크 검사]

- (i) 지상 CT와의 비교 지상 CT는 모두가 수 10M Ω 이상
- (ii) 인출 부싱을 청소하고서 다시 측정했으나



<표 8> 2차회로 점검기준

점검대상	주 기	점 검 항 목	점검방법	점검기구	판 정 기 준	비 고
배선관계	D	오손 더러워짐	육 안			
	Y	터미널부의 이완	촉 수			
	D	온도상승	촉 수			
	D	접촉단자의 발청	육 안			
저항측정	Y	변성기 접속점과 배선반간	측 정	브리지	CT회로에서는 부단으로서 계산하여 체크한다. PT회로에서는 전압강하를 체크한다	
절연저항 측 정	Y	PT회로-대지간	측 정	500V 메가	5M Ω 이상	
	Y	CT회로-대지간			2M Ω 이상	
	Y	DC회로-대지간			5M Ω 이상	
	Y	PT, CT, DC회로 상호간			5M Ω 이상	

<표 9> 사고시의 점검 포인트

사고현상	점 검 항 목	비 고
절연과괴 등으로 인한 설지사고	(1) 외관 점검 (2) 절연저항 측정 (3) CT 2차전류 측정 (4) PT 변성비의 측정 (5) 전연유 특성시험 (6) 해체 점검	특히 파괴부분의 확인 정상품과의 비교 설계치와의 비교 실계치와의 비교 절연기준과의 비교 과괴장소의 상황 및 경로
2차회로에서의 이상현상	(1) 현상 파악 (2) 2차 접속회로 체크 ○ 절연저항 측정 ○ 2차 리드선 저항 측정 ○ 2차 부단치의 측정 ○ 부단내용 조사 (3) 변성기 절연저항 측정 (4) 권선저항 측정 (5) CT 2차 여자전류 측정 (6) PT·PD 부단특성 측정 (7) PD 변성기 외함 점검 ○ 퓨즈 ○ 2차단락 보호회로의 보호켄, R, C, 경보 릴레이 ○ 결합필터 (8) PD에 접속되는 보조 PT의 여자특성 측정	오실로 등에 의하여 2차회로에 발생한 현상을 체크한다 변성기에서 2차회로를 분리하여 체크한다 설계치와의 비교 설계치와의 비교 0%, 100% 부단시의 전압특성 정격전압에서 자속밀도가 3,000가우스 이하의 것이 요구된다

절연저항치는 저하된 상태에서 변화하지 않았다.

[판 정]

“2차권선-대지간 절연에 불량” 또는 “인출 부상 불량”으로 인한 것으로 생각되므로 2차인출 부상부를 포함하여 2차회로의 해체, 조사가 필요하다.

(2) PD의 철공진 현상에

퓨즈리스 2차단락 보호방식 PD의 2차회로에서 2차단락이 발생하여 수사이클 2차단락이 지속된

후에 복구되었는데 PD의 2차전압이 동요되어 파형이 진동하고 있었다(원인 : 보존 PT의 부적격).

[접속회로]

3상회로중 단상분만을 그림 3에 들었다.

[조 사]

- (i) PD 2차개폐기 KS를 열고 PD의 2차전압 치 파형을 측정하여 확인한 결과 PD단체 에는 이상이 없었다.
- (ii) 이상현상 발생시의 2차전압 파형 및 2차 부단회로에 대하여 체크

PD 2차회로의 철공진 발생시의 2차전압파형 예를 그림 4에 들었다.

- (iii) (i)에서 이상이 없고 (ii)에서 전압파형이 철공진 현상파형을 나타내고 있으므로 보조 Tr의 여자특성을 측정하여 그 성능을 체크

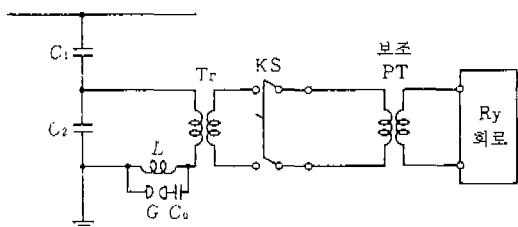
그 측정결과 및 소망하는 특성을 그림 5에 들었다.

[판 정]

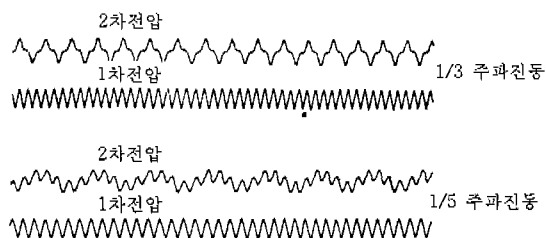
이상의 결과에서 PD 2차회로에 사용하는 PT는 정격전압에서 자속밀도 3,000가우스 이하로 설계된 것을 사용해야 되는데 보조 PT가 분수주파 진동 등으로 쉽게 포화되는 특성이기 때문에 2차단락을 계기로 PD의 콘덴서와 보조 PT 회로에서 철공진 현상이 발생한 것이다(또한 명확하게 하는 방법으로는 PD의 2차단락과 복귀시험을 실시하여 재현하는 것도 가능하다).

[대 책]

- (i) 보조 PT를 정격전압에서 자속밀도가 3,000가우스 이하가 되는 PD용 PT로 교



<그림 3>



<그림 4>

체한다.

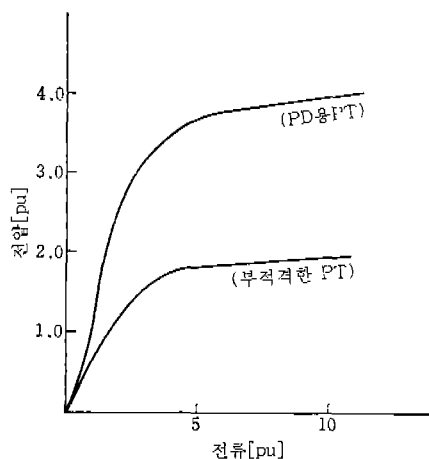
- (ii) 또는 실부담이 PD의 정격부하에 비하여 적은 경우에는 저항부담을 접속하여 억제한다. 저항부담을 접속하는 경우에는 2차단락 복귀 테스트를 10회 정도 실시하여 현상 억제효과를 확인하고 부담치를 결정한다.

(3) 유입개방형 CT의 1차권선-2차권선, 철심간 절연파괴

상규전압으로 통전중 절연파괴가 발생했다.

[조 사]

- (i) 외부에서 체크할 수 있는 내용으로 다음 측정을 한다.
 - 절연저항 측정
 - 권선저항 측정
 권선저항에는 이상이 없으나 절연저항이 수 MΩ으로 저하되어 있었다.
- (ii) 절연유 특성의 측정 : 내부파괴로 특성면에서 판단하기는 곤란하고 절연파괴전압, 함유수분량을 측정한 결과 모두 열화상태를 표시하고 있었다.



<그림 5>



연재

전기설비의 고장진단

(iii) 선체조사 : 절연파괴는 1차코일→절연→2차코일→철심으로 관통 파괴되고, 그 파괴상태는 인펄스 등에 의한 순시파괴가 아니고 AC에 의한 장시간 파괴의 양상을 나타내고 있었다. 외함 바닥에 녹이 있었고 다소의 슬러지도 확인되었다.

[판정]

10여년간 사용하였는데 그 동안 절연열화를 체크하는 점검, 보수가 실시되지 않았고 해체조사 결과 경년열화에 의한 것으로 판단되었다.

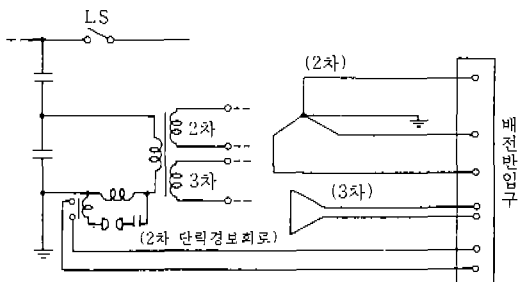
(4) CT·PD 2차회로에 대한 서지성 전압의 영향

발변전소 접지계에 벵락침입 또는 변성기를 포함한 1차회로를 단로기(LS)로 개폐할 경우 구내 접지계에 서지성 전류가 유입되고 2차회로에 서지성 유도전압이 발생한다. LS 개방에 의한 서지성 전압의 2차회로에의 이행(예)을 들고 그 대책을 설명한다.

[설치상태]

154kV 모션에는 타이의 차단기가 설치되어 있지 않고 단로기(LS)로 모션이 전환되고 있었다.

모션에는 154kV PD가 설치되어 있고 PD의 2차회로는 집합단자함내에서 접속되어 비차폐 다심비널케이블로 배전반실까지 배선되어 반측에서 중성점이 접지되고 기타 3차회로, 2차단락 경보회로(직류회로)가 PD에서 배전반까지 배선되어 있다.



<그림 6>

[현상]

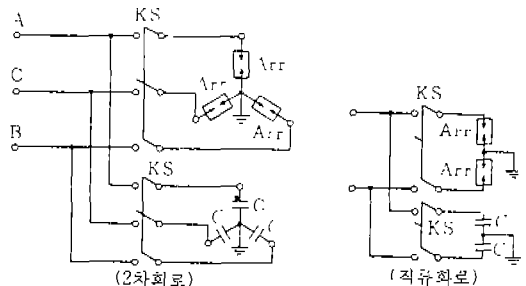
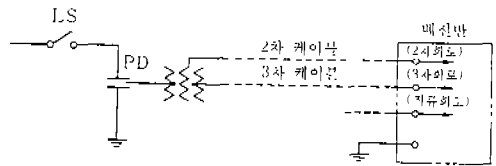
이 모션에서 모션 타이의 LS를 개폐할 때 배전반에 연결된 직류회로(2차단락 표시회로)의 단자간에서 스파크를 일으키는 사고가 발생했다.

[조사]

- (i) 스파크가 발생한 조건은 계통상 또는 회로상 어떤 때인가? 어떤 조작을 했을 때인가?를 확인
- (ii) 2차 케이블의 배선상황, 스파크 부분의 절연거리 등을 조사한 결과 서지성 전압이 상당히 높은 것으로 상정됐다.
- (iii) (i), (ii)의 조사에서 LS 개폐시의 서지성 전압으로 생각되므로 시험에 의하여 확인하기로 했다.

[시험 및 대책]

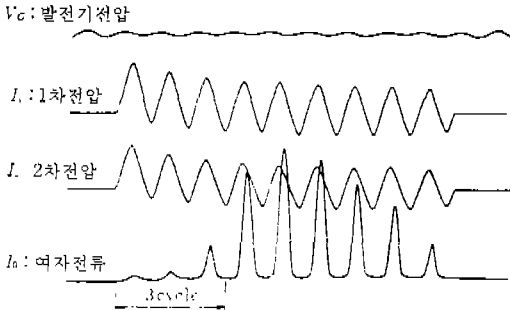
LS 개폐로 인하여 발생하는 서지 전압으로 추정되므로 서지 어브소버용 콘덴서(0.5μF)를 배전반



(2차회로) (직류회로)

KS : 나이프 스위치
 Arr : 진공피뢰편
 C : 서지 어브소버 콘덴서

<그림 7>



<그림 8>

반에 설치하고 이것을 접속한 경우와 접속하지 않은 경우에 대하여 LS 개폐시의 전압으로 추정했다.

그림 7에 시험회로 서지 어브소버용 콘덴서 및 전압측정용의 진공 어레스터 설치상황을 들었다.

[결 과]

- (i) 서지 어브소버용 콘덴서 미접속으로 LS를 개폐했을 때는 2차, 3차, 직류회로의 전압이 매우 크고 1,050V의 진공방전관까지 방전했다.
- (ii) 그림 7과 같이 각 회로에 서지 어브소버용 콘덴서를 설치했을 때는 서지 전압을 거의 완전히 흡수하였고, 200V의 진공방전관은 전혀 방전하지 않게 되었다.

(5) 과도전류 유입시의 CT 2차에의 영향
(일반적으로는 2차회로에 케이블이 사용)

선트리액터, 변압기 등을 포함한 회로를 투입했을 때 CT 2차회로에 언밸런스 전류가 흘러 과전류계전기가 동작하는 일이 있다.

[원 인]

이것은 리액터, 변압기를 투입했을 때의 여자돌입전류 등을 포함한 직류분을 중량한 과도전류가 CT 1차에 유입되어 철심이 포화되어 생기는 것으로 생각된다. CT 1차전류에 직류분이 중첩되면 CT 철심은 직류분 자속에 의하여 현저하게 포화되기가 쉽고, 1차회로 시정수에 따라서도 다른데 교류자속의 수배 이상이 된다.

그림 8에 CT 1차로 고장전류를 흐르게 했을 때의 2차전류 및 여자전류예를 들었다.

[대 책]

- (i) CT의 과전류 청수를 크게 한다.
 - (ii) CT 부담을 가급적 가볍게 한다.
 - (iii) 과도특성분이 CT로 한다.
 - (iv) 여유가 있으면 Ry 정정을 변경한다.
- 등의 방법을 그 케이스별로 적용한다.

5. 맺음말

계통보호상 계기계전기와 함께 구성하여 사용되는 변성기의 일상적인 점검, 보수는 극히 중요하고 또한 변성기와 2차회로의 구성 협조에 대해서도 변성기 시방 결정시에 충분히 검토해야 된다.

고장진단은 결국 일상적인 올바른 보수, 점검과 데이터들을 기초로 하여 기기의 특징과 성능을 파악해 줌으로써 정확한 판정을 할 수 있는 것이다.

여기서는 보수, 점검의 기본과 2차회로의 트러블을 포함한 고장예를 들어 설명했는데 일상적인 유지·보수 업무에 도움이 된다면 다행이겠다.

