

計 器 用 變 成 器

Instrument Transformers

鄭 在 俊

京 甫 電 機 (株) 常 務

1. 計器用 變成器

1. 變壓器의 種類

(1) 비접지형 계기용 변압기(P.T)

비접지형 변압기는 문자 그대로 1차측 단자를 전선로 간에 접속하여 사용하는 P.T이며 3상용과 단상용이 있다.

3상을 사용시는 단상기 2대로 사용하며 3상기는 단독으로 사용한다. 어느 경우나 V결선으로 하여 사용한다.

그 이유는 P.T는 사용하는 용량이 작으므로 경제성을 생각한다면 V결선이 유리하기 때문이다.

(2) 접지형 계기용 변압기(G. P. T)

접지형 변압기는 1차를 전선로에 접속하고 중성점을 매지와 접속하여 쓰는 P.T이며 3차 권선을 가진 3권선 구조로 되어 있으며 3상용과 단상용이 있다.

3상을 사용시는 단상기 3대를 사용한다. 어느 경우나 1차 Y, 2차 Y, 3차 Δ 로 결선하여 2차측은 계측기, 계전기를 사용하며 3차측은 지락점출 계전기를 사용하며, 최근에는 3차측에 고장시 사고 전압을 계측할 수 있는 계측기도 사용한다.

2. 變壓器의 特性

(1) 樹脂 몰드式

볼드용수지에는 폴리에스텔 수지와 에폭시수지가 있으나 폴리에스텔 수지는 저압용의 일부에 사용되고 그 이외는 에폭시 수지로 진공 중에서 에폭시 수지를 투입시켜 고온에서 경화시킨 제품이므로 전기적 특성 및 물리적 특성이 뛰어나며 기계적으로 강하고 금속과의 접착도 좋기 때문에 몰드 재료로서는 최적이며 사용상태에서도 Corona 발생이 적어 신뢰도가 높은 장점을 갖고 있다.

3. 規格 및 特性

(1) 정격 1차전압

가. 3상계통에서 1상과 매지 사이에 걸린 단상 P.T의 정격 1차전압의 표준치는 3상계통의 공칭 전압의 $1/\sqrt{3}$ 이다.

나. 계기용 변압기 및 계전기용 변압기는 정격 1차전압에 기초를 둔다.

다. 정격절연 계급은 최고계통 전압에 준한다.

(2) 정격 2차 전압

가. 접지형 $110/\sqrt{3}V$

나. 비접지형 110V

(3) 충격과 내전압 및 상용주파 내전압

최고회로 전압에 따라 표 1의 시험조건에 의하여

〈표-1〉

Europe 계			America 계		
최고외로 전압 (r. m. s)	상용주파 내압 (1분) (r. m. s)	충격파 (1.2 × 50μs) (peak)	최고외로 전압 (rms)	상용주파 내압 (1분) (rms)	충격파 (1.2 × 50μs) (peak)
0.6	3	-	0.6	4	10
1.2	6	-	1.2	10	30
2.4	11	-	2.75	15	*45 / 60
3.6	16	45	5.5	19	*60 / 75
7.2	22	60	9.52	26	*75 / 95
12	28	75	15.5	34	*95 / 110
17.5	38	95	25.8	50	150
24	50	125	38	70	200
36	70	170	43.3	95	250
52	95	250	72.5	140	350
72.5	140	325			

시험을 5회하고 방전에 의한 단락이 있으면 5회를 추가로 시험하여 방전에 의한 단락이 없으면 합격이다.

첫째 : 1차권선의 상용주파 내전압은 비접지형은 1차권선과 2차권선 및 외함, 접지형은 접지단자와 외함을 2KV (r. m. s)로 1분간인가 하여 이상이 없어야 한다.

둘째 : 2차권선의 상용주파 내전압은 2차권선과 대지간에 2KV (r. m. s)를 1분간 인가하여 이상이 없어야 한다.

(4) 유도 내전압 시험

시험되는 상의 한단자(1차, 2차)와 외함 및 취부판을 접지하고 상대지간에 전압을 인가하여 시험하며 시험시간의 결정은 다음과 같다.

$$\text{시험시간} = \frac{\text{정격주파수} \times 2 \text{ 배}}{\text{시험주파수}} \times 60 \text{ 초}$$

단, 시험시간의 상하한치는 60초~15초로 하여도 된다.

(5) 변압기의 정격부담 및 오차계급

첫째 : 부담

한상의 정격 2차부담 및 정격 3차 부담은 표 2에 의한다.

둘째 : 비오차

계기용 변압기의 비오차 및 위상각의 허용차는 정격 주파수에서 정격 2차 전압의 80%~120%와 정격 부담의 25%~100%에서 허용오차가 표 3에 의한다.

(6) P, T의 온도상승 허용한도

계기용 변압기의 온도상승은 표 4의 조건으로서

〈표-2〉

○정격부담 (VA)	○오차계급
10, 15, 25, 30, 50	계기용 : 0.1급, 0.2급, 0.5급, 1.0급, 3.0급 계전기용 : 3p급, 6p급
75, 100, 150, 200, 300	
400, 500	
○부담역율 (Pf)	
0.8	

〈표-4〉

○시험 조건				○온도상승 한도				
Voltage Factor	정격시간	1차권선결선 및 제통접지방식	내 용	권선	전 식 유입식	저항법	A 종	B 종
							55C	75C
1.2	연 속	선간 및 중성점과 대지	1.2배전압, 연속 Voltage Factor (1.5혹은 1.9) 배 의 전압, 30초	油	온도계법	50C		
1.2	연 속	상대지간						
1.5	30 초	유효접지계통						
1.2	연 속	상대지간, 비유효접지계통	(자동지락보호장치가 있을 경우)					
1.9	30 초	상대지간, 자동지락보호장치가 없는 경우의 비유효접지계통 및 resonant earthed system						
1.2	연 속	상대지간, 자동지락보호장치가 없는 경우의 비유효접지계통 및 resonant earthed system	1.2배전압, 연속→1.9배전압, 8시간					

〈표-5〉

〈표-3〉

○오차한도				
구 분	비오차(%)	위상각(분)	전 압	
계기용	0.1급	± 0.1	± 5	정격전압의 80~120%
	0.2급	± 0.2	± 10	
	0.5급	± 0.5	± 20	
	1.0급	± 1.0	± 40	
	3.0급	± 3.0	-	
○부담범위				
25~100%				
○부담역율(Pf)				
0.8				

험하여야 하며 허용한도는 표5의 값이하이어야 한다.

2. 計器用 変流器

1. 変流器의 種類

(1) 권선형

1차도체가 2회이상 감긴 것으로 C.T의 특성은 1차측의 암페어·턴 (정격 1차전류×1차권수)이 클수록 특성이 좋은 것을 제작할 수 있기 때문에 정격 1차 전류가 작을 경우는 권선형 구조로 적용된다.

(2) 막대형

1차를 도체로 1차 권수가 1회로 한정되는 관계로 특성면에서 1차 전류가 400A 정도 이상의 큰 것에 적용되며 구조가 간단하며 전기적 특성이 뛰어나며 과전류 강도에 대하여 강한 기계적 특성이 있어 고전압, 대전류에 에폭시물드형으로 많이 사용되고 있다.

(3) 관통형

1차 도체가 없는 구조로 되어 있어 사용할 때에 관도체나 케이블, 부싱등을 삽입하여 사용하여야 한다. 따라서 철심과 2차 권선뿐인 간단한 구조로 되어 있으므로 고압측의 절연은 불필요하며 2차측만 절연하면 된다. 또 관통형은 구조상 1차

권수가 1회로 한정되기 때문에 정격 1차 전류가 적은 경우 부담 특성에 제한을 받는다.

(4) 3차 권선부 변류기

고저항 접지제통에 있어서 지락 고장시의 지락전류를 검출하는 방법으로서 변류비가 적은 300/5A이하에서는 잔류회로 방식이 적용되며 400/5A 이상의 큰 전류에서는 2차 권선되는 별도로 영상전류 전용의 3차권선으로 영상전류를 얻어 지락 계전기의 감도를 향상시키고 있다.

3차 권선은 2차 권선과 동일 철심에 감아 권수비는 20 : 1 (100/5 A)로 하여 영상전류를 얻게한다

(5) 영상변류기(Z. C. T)

비접지 계통 배전선동의 지락 고장시의 지락전류는 아주 작은 값이기 때문에 지락전류계전기는 고감도의 것이라야 한다.

또한 여러개의 선로에서 한곳의 지락 고장이 발생시 고장 부분의 영상변류기와 짝지어진 계전기는 반드시 선택차단 하여야 한다. 이 때문에 계전기에 상시 유입하는 잔류 전류는 아주 작게 제한할 필요가 있어 Z.C.T를 사용한다.

그러나 3차 권선부의 잔류회로 방식의 경우각상 마다의 C.T의 특성이 서로 다르고 여자전류의 값에 차이가 있으면 잔류회로에 상시 그 차이분의 전류가 잔류전류로서 흐른다.

그러므로 계전기의 선택은 영상변류기와 짝지을 계전기는 선택접지계전기(S.G.R)로 사용하며 3차 권선부 변류기와 짝지을 계전기는 방향접지계전기(D.G.R)을 사용하는 것이 바람직하다.

2. 變流品の 特性

(1) 樹脂물드式

물드용 수지에는 폴리에스텔 수지와 에폭시 수지가 있으나 폴리에스텔 수지는 저압용의 일부에 사용되고 그 이외는 에폭시 수지로 진공 중에서 에폭시 수지를 투입시켜 고온에서 경화시킨 제품으로 전기적특성 및 물리적 특성이 뛰어나며 기계적으로도 강하고 금속과의 접착도 좋기 때문에 물드 재료로서는 최적이며 사용상태에서도 Corona 발생이 적어 신뢰도가 높은 장점을 갖고 있다.

3. 規格 및 特性

(1) 정격 1차 전류

변류기의 정격 1차전류는 단일비, 2중비, 다중비로 구분되어 있으며 표 6에 의한다.

〈표-6〉

단	일 비	2 중 비
10	800	25 / 50
15	1200	50 / 100
25	1500	100 / 200
40	2000	200 / 400
50	3000	300 / 600
75	4000	400 / 800
100	5000	600 / 1200
200	6000	1000 / 2000
300	8000	1500 / 3000
400	12000	2000 / 4000
500		

다 중 비
500 / 100 / 450 / 400 / 300 / 250 / 200 / 150 / 100 / 50
1200 / 1000 / 900 / 800 / 600 / 500 / 400 / 300 / 200 / 100
2000 / 1600 / 1500 / 1200 / 1100 / 800 / 500 / 400 / 300
3000 / 2500 / 2200 / 2000 / 1500 / 1200 / 1000 / 800 / 500 / 300
4000 / 3500 / 3000 / 2500 / 2000 / 1500 / 1000 / 500
5000 / 4000 / 3500 / 3000 / 2500 / 2000 / 1500 / 1000 / 500

(2) 정격 2차 전류

변류기의 2차 전류는 5A로 한다.

(3) 충격과 내전압 및 상용주파 내전압

충격과 내전압은 표 7의 시험 조건에 의하여 시험을 5회하고 방전에 의한 단락이 없으면 합격이고 만약 1번 방전의 의한 단락이 있으면 5회를 추가로 시험하여 방전에 의한 단락이 없으면 합격이다.

첫째 : 1차권선 상용주파 내전압은 1차 권선이 2개 또는 그 이상으로 분리되어 있는 경우 각 1차 권선 사이에 2KV (r.m.s)를 1분간 인가하여 이상이 없어야 한다.

〈표-7〉

Europe 계			America 계		
최고피로 전압 (r.m.s)	상용주파 내압 (1분) (r.m.s)	충격과 (1.2 × 50μs) (peak)	최고피로 전압 (rms)	상용주파 내압 (1분) (rms)	충격과 (1.2 × 50μs) (peak)
0.6	3	-	0.6	4	10
1.2	6	-	1.2	10	30
2.4	11	-	2.75	15	*45 / 60
3.6	16	45	5.5	19	*60 / 95
7.2	22	60	9.52	26	*75 / 110
12	28	75	15.5	34	*95 /
17.5	38	95	25.8	50	150
24	50	125	38	70	200
36	70	170	43.3	95	250
52	95	250	72.5	140	350
72.5	140	325			

〈표-8〉

2차권선	1.0급 3.0급	정격 2차 부담					
		5	10	15	25	40	60 100
3차권선	3G급	정격 1차전류	정격 3차 부담				
	5G급	800A 이하	5 10				
	5G급	정격 1차전류	10 15 25 40				
10G급	1000A 이상	10 15 25 40					

둘째 : 2차권선 상용주파 내전압은 2차 권선과 대지간에 2KV (r.m.s)를 1분간 인가하여 이상이 없어야 한다.

(4) 변류기의 정격부담 및 오차계급

첫째 : 부담

정격 2차 부담 및 정격 3차 부담은 표 8에 의한다.

둘째 : 비오차

변류기의 비오차 및 위상각의 허용차는 정격 주파수에서 정격 2차전류의 10% - 120%와 정격부담의 25% - 100%에서 허용 오차가 표 9에 의한다.

(5) C. T의 온도상승 허용한도

계기용 변류기의 온도상승은 표 10의 값이하 이어야 한다.

(6) C. T의 과전류 정수

변류기의 계전기용 과전류 정수는 정격 2차 부담 역률 0.8에서 변류 비오차가 10%이하로 될 때 1차 전류를 정격 1차 전류로 나눈 값이며 n < 5 배, n <

〈표-9〉

구 분	정격전류의 %에 대한 ±%전류비 오차					아래 정격전류의 %에 대한 ±위상각								부담범위
						Minutes				Centiradians				
	10	20	100	120		10	20	100	10	10	20	100	120	
계 기 용	0.1	0.25	0.2	0.1	0.1	10	8	5	5	0.3	0.24	0.15	0.15	25-100%
	0.2	0.5	0.35	0.2	0.2	20	15	10	10	0.6	0.45	0.3	0.3	
	0.5	1.0	0.75	0.5	0.5	60	45	30	30	1.8	1.35	0.9	0.9	
	1	2.0	1.5	1.0	1.0	120	90	60	60	3.6	2.7	1.8	1.8	
	3	50(정격)→3		120(정격)→3										50-100%
5	50(정격)→5		120(정격)→5											
계 용	5p	1차정격전류에 대한 전류 오차% ±1				minutes: ±60, centiradians: ±1.8, 합성오차: 5%								100%
기 용	10p	" " ±3				" " : 10%								

(주) : 역률 (PF) 0.8(5 VA이하는 1.0)

〈표-10〉

40℃ 주위온도		55℃ 주위온도
권선	55	30
선	80	55
油	55	-
단자및기타 금속부분	근접절연물이 상하지 않을 온도	

격전류로 되는 전압치중 적은 값을 택한다.

시험시간 : 1분

(8) 변류기의 과전류 강도

첫째 : 열적 내전류

10배, $n < 20$ 배 등이 있다.

(7) C. T의 개로시험 (2차권선 유도전압시험)

2차 개로시험

아래의 2가지 방법중 제조자가 선택한다.

방법 1 : 2차권선 개방, 1차권선에 전류를 1분간 통전하여 1차 정격전류치를 발생시킬 때 나타나는 2차전압과 2차개로 단자간의 전압이 3.5KV (peak) 치로 되는 전류치중 적은 값을 택한다.

방법 2 : 1차권선 개방, 2차권선에 전압을 1분간 인가 전압치는 3.5KV (peak치)와 2차전류가 정격전류의 전통전 시간에 발생하는 열이 모두 권선의 온도상승에 소비된다고 생각하여 정격부담, 정

〈표-11〉

과 전 류 치		2차부담	최고허용온도
열 적			
회로전압 (KV)	정격과전류 (KV)		
7.2	12.5 25 31.5	2차단락	온도상승 55℃ : 250℃
	40		온도상승 80℃ : 350℃
25.8	12.5 25 40		
72.5	12.5 20 31.5		
170	31.5 40 50		
	63		
362	40		
2. 기계적 : 열적과전류치의 2.5배 (순시peak치)			
3. Bushing CT 및 Window CT는 제외			

격 주파수로 정격과전류 (정격단시간전류)에 상당하는 1차 전류 (실효치)를 2차권선은 단락하고 1초간 흘렸을 경우에 권선의 최대온도는 250℃이하 이어야 하며 표11에 따른다.

둘째 : 기계적 내전류

계통의 단락전류는 단락위상에 의해 직류분을 포함한 파형이 된다. 기계적 내전류는 최초의 최대진폭이 크게 영향을 미치므로 열적내전류의 2.5배 (순시peak치)로 시험한다.

*