

전기설비의 검사, 점검 및 시험 ⑬

글/ 한국공항공사/ 전력시설부장 권 순 구

삼화EOCR(주)/ 마케팅이사 김 기 욱

(주)기술사사무소 금풍엔지니어링 대표이사/ 기술사 이 규 복



목 차

1. 일반적 사항
2. 전기설비점검과 측정의 실무
3. 전기설비의 측정방법과 판정
4. 전기기기의 시험방법과 판정
5. 특고압차단기 및 보호계전기 점검, 시험
6. 전기설비의 이상상태 확인
7. 시험, 측정 기구류와 공구류

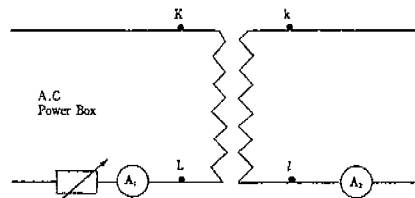
(4) 변류기 시험

(가) 극성 시험

극성은 감극성이어야 하며 시험방법은 Kick법으로 시행하며 그 시험방법은 단상 변압기의 극성시험 방법중 D.C로 하는 방법과 동일하므로 여기서는 생략하며 감극성일 경우 표시는 ()로 하고 ()와 같이 전류가 흐른다.

(나) 변류비 시험

일반 전류계를 그림과 같이 전원에 연결하고 A.C Power Box로 적당한 전류를 인가시켜 이때의 전류계 A_2 치와 A_1 치의 비가 실제 변류기의 사양상 (명판) 변류비가 일치하는가를 확인한다.



〈그림 1.36〉 변류비 시험

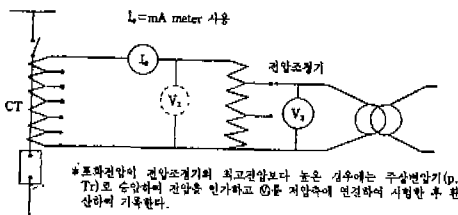
3차 권선이 있는 변류기는 시험시에 시험하지 않는 권선은 개로하고 시험하여야 한다. 측정 후의

비오차 계산식은 아래식과 같다.

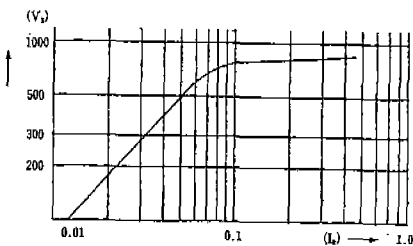
$$\text{비오차} = \frac{\text{공칭변류비} - \text{측정변류비}}{\text{측정변류비}} \times 100(\%)$$

(다) 변류기의 2차 여자 특성시험

- ① 변류기의 포화전압특성 또는 오차특성을 확인하는 시험으로 제작자의 시험성적과 비교 시험한다.
- ② 시험절차는 변류기 1차단자를 개방하고 2차단자에 정현파 전압을 인가하여 시험하며, 전압(V_2)를 낮은 값에서 서서히 높이면서 이때 흐르는 전류(I_e)를 측정하여 대수눈금 모눈종이에 전압(V_2)와 전류(I_e)의 관계를, 그리고 전압이 충분히 포화되는 지점에 이를 때까지 시험을 계속한다. 이 경우 시험결선도와 전압, 전류관계도(2차 여자특성곡선의)의 모형은 다음 그림과 같다.



〈그림 1.37〉 변류기의 2차 여자특성시험



〈그림 1.38〉 2차여자 특성곡선

- ③ 2차 여자특성시험은 특별히 지정하는 사항이 없는 한 변류비가 최대인 Tap에서 실시하고 아울러 변류비가 최대인 Tap에서 2차권선저항과 그때의 온도를 측정기록한다.

(라) 절연저항측정

절연저항 측정은 각 권선 및 연결회로의 절연상태를 확인하는 시험으로 1차측 권선과 대지간의 측정, 1차측 권선과 2(3)차 권선간의 측정은 1000V 또는 2000V 메가를 사용하고, 2(3)차 권선은 제어 케이블을 포함한 상시 사용상태에서 대지와의 사이에 500V 메가를 사용하여 측정하며 사용회로 전압에 따라 다르나 다음표의 값 이상이면 양호한 것으로 본다.

구분	1차권선-대지	1차권선-2(3)차권선	2(3)차권선-대지	2차권선-3차권선
절연시험(MΩ)	수100~수10	수100~10	10	5

※ 보호계전기용 변류기의 정격부담 및 2차 계급은 다음에 의한다.

1. 170kW급 변류기의 오차계급은 10L800 (=C800)부담은 $B_8(200VA)$ 이상이어야 하며 Knee Point Voltage는 800V 이상이어야 한다.
2. 72.5kW급 변류기의 오차계급은 10L400 (=C400)부담은 $B_4(100VA)$ 이상이어야 하고
3. 25.8kW급 변류기의 오차계급은 10L200 (=C200)부담은 $B_2(50VA)$ 이상이어야 한다.

※ A, B, C, \emptyset 의 포화특성곡선이 거의 근사하여야 하며 만약 이 곡선이 차이가 크면 선로 사고시 변류기 오차가 커서 계전기 오동작 가능성이 있으므로 주의를 요함.

CT별 전류(mA)	A \emptyset		B \emptyset		C \emptyset		
	A	U	B	V	C	W	
40	52	50	40	59	47	52	
60	64	64	52	77	57	69	
80	77	81	63	93	66	84	
100	94	100	75	110	79	100	
120	116	125	85	150	97	135	
140	160	165	97	215	130	180	
160	225	240	110	320	185	260	
180	350	410	130	520	270	420	
200	535	750	160	750	425	650	
220	750		200	1155		610	

〈표 1.43〉 CT 포화특성시험

※ 시험결과로 미루어

A core CT 포화점 140V 정도 (20V 증가시 CT 전류가 50% 증가)

B core CT 포화점 220V 정도

C core CT 포화점 216V 정도

U, V, W core CT의 포화점은 140V 정도

여기서 A, B, C core CT는 명판상 C200V에서 포화되어야 하므로 A core는 다소 낮은 편이고

U, V, W core CT는 명판상 12.5VA 즉 VA = I²Z 에서

$$125 = 5^2 \times Z \quad (I=5A) \quad Z = \frac{12.5}{25} = 0.5(\Omega)$$

$$20\text{배전류} = 20 \times 5A = 100A$$

$$V = I^2 Z = 100 \times \frac{1}{2} = 50V$$

즉 C50 이므로 50V 이상에서 포화되므로 양호하다.

6. 누전차단기의 시험

가. 테스트 버튼에 의한 시험

테스트 버튼에 의한 시험의 회수에 대하여는 노동부의 규정에서는 사용전이라 되어 있으나 사용전의 의미에 대하여는 반드시 명확하지 않은 것 같다. 일본 전기공업회 발행의 「누전차단기 매뉴얼」에 의하면 사고를 미연에 방지하고 기능점검을 위하여 월 1회 필요하다고 기술되어 있기 때문에 메이커가 누전차단기에 월 1회 테스트버튼에 의한 동작시험을 하여야 한다고 쓰여 있는 것은 이 매뉴얼을 근거로 한 것 같다.

월 1회 테스트버튼에 의한 동작시험을 할 때 주의하여야 할 것은 과거의 실례로 보아 동작시험후 투입불능이 된 것이 극히 소수이기는 하지만, 있었던 일을 고려하면 그 시험을 하는 시각은 작업종료시가 적당하다고 본다. 종료 영향을 방지할 수 있기 때문이다. 작업 종료시가 되면 꼭 전기안전관리사 등이 전부 실시하는 것은 곤란하므로 그때에는 사

업장 책임자에게 시험방법을 잘 설명하여 시험을 부탁할 수 있다.

나. 동작 전류의 측정

시판되고 있는 시험기에 의하든가 자기제작의 것이라도 좋으나 고속 동작형의 것에서는 전류의 증가율은 전류계의 읽어내기가 가능한 범위에서 빨라도 좋다. 그러나 시연형 및 반한시형의 것에서는 전류가 동작치에 도달하면서부터 일정시한을 거쳐 동작하므로 천천히 증가시켜가지 않으면 외견상의 동작치가 큰 치가 된다.

구체적으로는 감도전류의 1/2 까지 단숨에 증가시켜, 그 후는 2초간격 정도로 조금씩 증가시켜고 동작치를 취하는 것이 좋다고 본다. 이때, 동작치가 정격감도 전류의 50% 이상 100% 이하의 범위를 좋다고 판정한다. 감도가 저하한 것 (동작전류가 감도전류보다 큰 것)은 노화되었다고 생각되므로 양품과 교환할 필요가 있다.

다. 동작시간의 측정

시험기에 의하여 누전차단기의 1극에 <표 1.44>에 의한 시험전류를 급히 흘려 차단기가 동작한 시간을 측정하는 것으로 그 값은 <표 1.44>에 의하여 판정한다.

종 류	시험전류	동작시간 [초]
고속형	정격감도전류	0.1초 이내
		0.1초 넘고 2초 이내
반한시형	정격감도전류	0.2초 넘고 1초 이내
	정격감도전류의 1.4배	0.1초 넘고 0.5초 이내
	정격감도전류의 4.4배	0.05초 이내

<표 1.44> 누전차단기의 시험전류와 동작시간

7. 전동기의 시험

각종 전동기 중 유도전동기는 구조 견고, 가격 저렴이라는 유리성으로 가장 많이 사용되는 것으로 이 전동기의 시험에 대하여 기술한다.



가. 절연저항의 측정

전동기의 권선과 대지간의 절연저항을 측정한다. 고압 전동기의 경우는 1000V 절연저항계로 측정하고 6kV 전동기는 6M Ω 이상, 3kV 전동기는 3M Ω 이상을 양으로 한다. (<표 1.18>고압관계 절연저항 최저기준치 참조) 저압전동기는 500V 절연저항계로 측정하고, 200V 전동기에서는 0.2M Ω 이상, 400V 전동기에서는 0.4M Ω 이상을 전기에서는 양으로 하고 있으나, 실제적으로는 갱년열화를 고려하여 1M Ω 이상인 것이 바람직하다.

나. 절연내력시험

고압전동기는 신설되었거나 수리되었을 때, 또는 장기간 미사용 일 때에는 교류 절연 내력시험을 하고 이에 견디는 것을 확인한다. 방법과 판정에 대하여는 1.3절을 참조할 것.

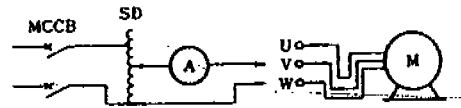
다. 온도상승의 측정

최근의 전동기는 고온에 견디는 절연물을 사용하고 있기 때문에 옛날의 전동기와 비교하여 운전중의 온도가 각별히 높아지고 있다 (일반적으로 A종 및 E종 절연물을 사용, 그 최고 허용온도는 A종이 105 $^{\circ}$ C, E종이 120 $^{\circ}$ C) 전동기의 과열의 원인이 되는 것은 전동기 내부에 다량의 먼지가 부착, 과부하, 축반이 불량, 냉각공기 입구의 먼지 등에 의한 막힘 등이 있으나, 실제로는 축반이 불량에 의한 과열 때문에 전동기가 소손하는 사고가 많다. 이렇기 때문에 전동기의 정기적인 분해·청소 온도 관리를 병행하는 것이 필요하다. 또 단상운전에 의한 전류 증가에 의하여 소손하는 일도 있으므로, 단상운전 방지도 있어서는 안된다.

온도상승 측정의 간단한 방법으로는 고정자단선·축수 등을 측정하고자 하는 부분에 온도계·테이프 등을 붙여서 측정하고, 측정치에서 주위온도를 뺀 것이 온도상승치가 된다. 이를 메이커의 시험성적표 및 전기의 절연물의 최고 허용온도 (주위온도+온도상승)와 비교하여 양부를 판정하면 된다. 온도 상승측정은 정기적으로 실시하고, 그 변화에서 이상을 찾아내어 대책을 세울 필요가 있다.

라. 축간단락(리어쇼트) 시험

전동기에 이상 (이음, 고온, 전류의 언밸런스 등)이 생겼으나 절연저항은 양이라는 경우 부하의 기계적인 점검에 이상이 없으면 리어쇼트의 의심이 난다. 이때는 <그림 1.39>와 같이 단상전원에서 스라이더스를 통하여 적당한 전류를 흘려 각 선간의 전류를 측정한다. 전압을 서서히 올려가면 이상이 있는 경우 전류가 언밸런스가 되므로 바로 알 수 있다. 브러지 등 저항을 측정하여도 알기 어려운 것이다.



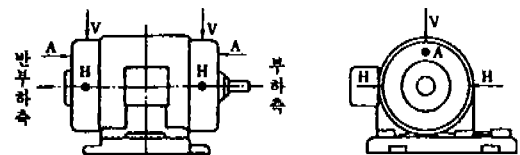
<그림 1.39> 축간 단락 시험

마. 소음의 측정

소음이 문제가 되는 때는 소음계를 이용하여 정격전압, 정격주파수, 무부하로 측정한다. KSC 4202에서는 전폐형, 2극 30kW로 91dB, 1.5kW에서 75dB, 4극 30kW에서 84dB, 1.5kW에서 67dB와 전동기의 소음레벨은 출력, 구조, 형식 등이 다르나, 소음계는 KSC 1502 (보통 소음계)에 적합한 것을 사용하고, 주파수 보정은 A 특성으로 한다. 1kW 이상에서는 전동기 표면에서 1m의 거리에서, 1kW 미만에서는 0.5m의 거리에서 전동기 고정자 케이스 중심의 수평면상 4점에서 측정한다.

바. 진동의 측정

전동기 자체의 진동은 적으나 대형의 전동기를 측정하여 두면 보전관리상의 자료가 된다. 측정에는 KSC 1507에 규정된 진동레벨계를 사용한다. 측정위치는 <그림 1.40>과 같이 전후좌우, 상부, 부하측, 반부하측을 측정한다.



<그림 1.40> 진동측정

8. 특수설비의 점검·시험

전기설비이기는 하나, 규제는 전기사업법 관계외에 소방법 및 건축법 등의 규제를 받는 것이 여러 가지 있다. 따라서, 이들의 점검·시험을 할 때에는 각 기의 자격이 필요하다. 여기서는 관련 주의 사항만 설명한다.

- (1) 자동화재탐지설비
- (2) 소방기관에 통보하는 화재탐지설비
- (3) 비상경보설비 (비상벨, 비상방송 등)
- (4) 가스누설 화재경보설비
- (5) 누전화재경보기
- (6) 소화설비

이상의 6종에 대하여 전기안전관리사 등으로서는 주로 전원측, 즉 대개는 분전반에서 전용의 차단기로 전용선을 끌고 있으나, 이 회로의 체크까지 하여야 한다. 그러나 본체에 대하여는 점검이나 정비를 할 때에는 소방설비사의 자격이 필요하다. 점검 뿐이라면 소방설비 점검 자격자라도 된다. 파이롯 램프의 교환정도면 아무나 하여도 된다.

또, 자동화재 탐지설비, 누전 화재경보기는 설치 의무가 없는 곳에 임의로 설치되고 있는 때도 있으나, 이와 같은 때는 점검·정비에 대한 규제는 없다.

(7) 유도등

통로 유도등, 객석 유도등이 있다. 전지 내장인 것은 분전반에서 회로로서의 체크만을 하도록 되어 있다. 비상전원(축전지)에서 전용선으로 끈 것에 대하여는 소방설비사, 소방설비 점검 자격자와 타협한 후 점검해야 한다. 램프의 교환은 누가 하여도 관계 없으나 램프의 종류에 관하여는 규제가 있으므로 주의할 필요가 있다.

(8) 비상콘센트

전기설비이긴 하나, 소방법에 의한 규제도 많으므로, 소방설비사, 소방설비점검자격자와 타협한 후 점검한다.

(9) 비상전원설비

축전지에 의한 것, 발전기에 의한 것, 전용수전설비에 의한 것이 있어 모두 전기설비 그 자체이고, 관리는 거의 전기안전관리사 등이 하여야 하나, 소방법에 의한 규제를 받아 때에 따라서는 건축법의 규제도 받을 때가 있다. 따라서 그 설비 등의 법률의 규제를 받고 있는가를 조사하여 소방설비사, 소방설비점검자격자, 발전설비전문 기술자, 건축설비검사자격자 등과 타협한 후 점검·시험이 필요하다.

조작용의 축전지, 예비전원으로서의 자가발전 등은 외관적으로 동일하여도 상기와 같은 규제는 없고 전기안전관리사 등의 판단만으로 점검·시험을 하여도 문제는 없다.

(10) 배연설비

부하설비이나 소방법 또는 건축법의 규제를 받고 있다. 소방설비사 및 소방설비점검자격자와 타협하여 예비전원(축전지, 자가발전 및 그 병용)에 의하여 점검할 필요가 있다.

(11) 비상조명

유도등과 혼동하기 쉬우나 이들은 건축법의 규제를 받고 있다. 정전시는 예비전원(축전지, 자가발전 및 그 병용)에 의하여 점등하도록 되어 있다. 따라서, 전원회로까지는 전기안전관리사 등의 범위이다. 단, 축전지와 기구의 사이를 내열전선으로 연결한 것에 대하여는 건축설비검사자격자와 타협하는 것이 필요하다.

(12) 무선통신보조설비

전기관련이라고는 하나 규제는 전파법과 소방법, 전기안전관리사 등은 손을 쓸 수 없다. 점검은 소방설비사, 소방설비점검자격자가 한다.

(13) 엘리베이터 설비

부하설비에서 기계 곁에 있는 개폐기까지는 전기안전관리사 등의 범위이나 건축법의 규제를 받고 있어, 엘리베이터 설비의 점검·시험은 엘리



베이터 점검자격자가 한다.

1.5 특고압차단기 및 보호계전기 점검 · 시험

1. 특고압차단기시험

차단기는 통상의 부하전류의 개폐 이외에 단락전류의 차단이라는 계통보호상 중요한 역할이 주어지고 있다. 이 때문에 전기적, 기계적 성능의 유지를 확인하도록 요구되어 있다. 현장시험으로서는 절연저항측정, 상용주파내전압시험 및 개폐시험 등이 있다. 더욱 진공차단기(VCB)에서는 진공도 시험 및 갭 측정이, 유입차단기(OCB)에서는 절연유의 절연내력시험 및 산가도시험 등이 있으나, 그 중 상용주파내전압시험(1·4절) 및 절연유의 시험(1·4절)에 대하여는 그 절을 참조하기 바란다. 이하에 시험법에 대하여 기술한다.

가. 절연 저항 측정

차단기의 절연 저항치는 <표1·45>에서 보는 것과 같다.

구 분	각 상 주회로 상호간	각상과 대지간	동일상과 주간	제어회로와 대지간	비고
25.8kV 이하	500M Ω 이상	500M Ω 이상	500M Ω 이상	2M Ω 이상	100V Megger를 사용하나 제어회로는
7.5kV 이상	1000M Ω 이상	1000M Ω 이상	1000M Ω 이상	2M Ω 이상	500V Megger를 사용한다.

<표1·45> 절연저항치

나. 차단기 투입 및 개로시간 측정

(1) 차단기의 투입시간 측정

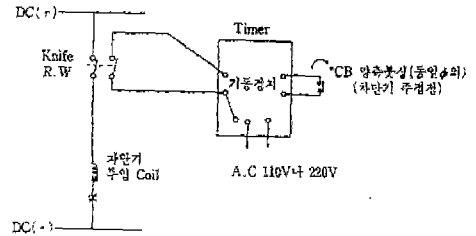
(가) 단상씩 시험하는 방법

<그림1·41>에서 정지측에 연결한 선은 차단기가 개로되어 있을 때, 동일상의 양쪽 Bushing에 연결되었으며 기동측에 연결된 것은 Knife Switch (2 ϕ)의 한 극에 연결한다.

Knife Switch의 나머지 한 극은 차단기의 투입 코일을 통하여 D.C(-)가 공급된 곳에 연결하며

한쪽은 DC(+)를 Knife Switch가 개방된 상태에서 서 연결된다.

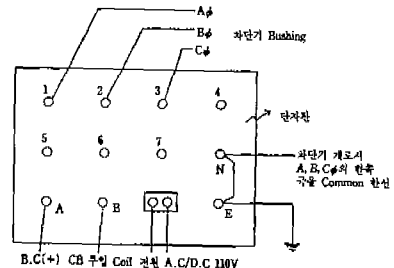
위의 결선도와 같이 결선한 후에 A.C와 D.C를 모두 인가하고 Knife S.W를 폐로 했다가 차단기가 완전히 투입된 후에 개로한다. 이때 측정한다. A.B.C상 모두 폐로 시간이 동일하면 가장 이상적이나 동일치가 않는 경우가 있다.



<그림1·41> 단상 시험때의 결선도

이때 정격투입시간은 <표1·47> 이내이어야 하며 또 A.B.C상 부동 개폐시간의 허용치가 <표1·48> 이상이면 불량이므로 조정하여야 한다.

(나) 3상 동시에 측정하는 방법(일제 형식 ZSK-2형 기기를 이용함)



<그림·42> 일제제 형식ZSK-2형 기기를 이용한 차단기 시험결선도

상기의 결선도와 같이 결선하여 기기의 기동 S.W를 투입한 후 약 3초 후에 송지 S.W를 투입하면 Carbon Paper에 차단기의 3상 동시 투입 시간이 기록된다.

이 시험 기기로 측정하는 것이 (가)항에서 단상으로 투입 시간을 측정할 때보다 판정하기가 용이하다. 이때의 3상 부동 시간 허용치도 (가)항에서와 동일하다.

다음호에 계속됩니다