

단락발전기 용 여자장치의 조작과 기능에 대한 고찰

김선구

한국전기연구원

The study for function and operation of the excitation equipment for short circuit generator

Sun-Koo, Kim
KERI

Abstract -There are many equipments for the Short Circuit Test, for example Short Circuit Generator, Induction Motor, Sequence Timer, CLR, Back Up Breaker, Making Switch and Excitation Equipment etc. Gradually an allowable tolerance of the short circuit test voltage is become smaller by the standards for short circuit test. The excitation equipment of short circuit generator is very important for test voltage is adjusted by the excitation equipment. Especially the excitation equipment must be possessed character of exactitude, durability and inalterability because some times around 10,000 times opening and closing short circuit test is requested by client, which must be done within one minute. The purpose of this study for function and operation of the excitation equipment which rated DC voltage is 1,000V, rated DC current is 300A, rated out put is 30kW and type is YNEX 97S-441/609, is to help operation of short circuit generator.

Gen	.....	Generator
PT	.....	Potential Transformer
BB	.....	Back up Breaker
MS	.....	Making Switch
CLR	.....	Air-Cored Reactor
HVTR	.....	High Voltage Transformer
AMS	.....	Auxiliary Making Switch
ACB	.....	Auxiliary Circuit Breaker
VD	.....	Rogowski Coil
RC	.....	Current Transformer
TO	.....	Apparatus Under Test

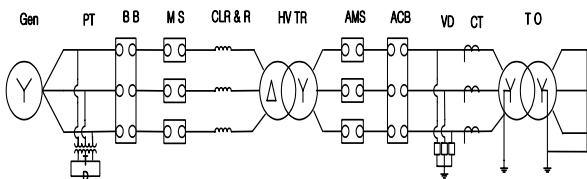
1. 서 론

중전기기의 성능확인을 위하여 최종적으로 수행하는 단락시험은 단락 발전기, 구동 모터, Sequence Timer, CLR, 후비보호차단기, 투입스위치 및 여자장치 등으로 구성되어 있다. 각종 단락시험 규격에서 시험전압의 허용 범위가 점점 좁혀지고 있는 게 요즈음 추세이다. 따라서 단락발전기의 권선에 전류를 인가해서 자속을 발생케 하여 시험전압을 생성토록 하는 여자장치는 매우 중요한 역할을 담당하는 기기이다. 최근에는 1분 이내의 시간단위로 천여회 이상씩 연속 부하개폐시험을 요구하는 단락 시험도 있기 때문에 단락시험에 '서' 여자장치는 정밀성과 내구성 및 짧은 시간의 연속동작에도 특성이 변화되지 않는 특성을 갖추어야 한다. 본고에서는 단락발전기 용 여자장치로 널리 사용되고 있는 정격직류전압 1,000V 정격직류전류 300A인 YNEX 97S-441/609 형의 여자장치의 조작과 기능에 대한 고찰을 하여 단락시험 용 기기의 운용에 도움이 되고자 한다.

2. 본 론

2.1 단락시험

단락시험은 전기기기에 인위적으로 고장전류를 통전시켜 사고에 대한 대처 능력을 확인함으로써 고장에 의한 대형 사고를 사전에 예방하기 위한 시험으로, 전류개폐시험, 단락투입차단시험, 단락합성시험, 내아크 시험, 캐이블내전압시험, 변압기류의 단락장도시험 등이 있다. <그림 1>은 삼상변압기의 간단한 단락시험 회로도이다. 피시품 'TO'에 시험규격에 적합한 전류와 전압을 여러 번 인가해서 피시품의 상태를 파악하는 시험으로, 단락시험 용 전류는 'CLR'을 조정해서 맞추고 시험용 전압은 'Gen'의 여자장치로 조절한다. 통상 단락시험 전류는 발전기의 출력 전압에 비례하기 때문에 발전기 전압을 조정하는 여자장치의 역할은 매우 중요하다. 더불어 부하개폐시험의 경우 1분 이내의 시간에 진행되는 연속시험을 하루 수천 회씩 수행하게 되는 경우도 있으므로 정확한 시험과, 단락발전기 등의 기기 보호를 위하여 여자장치의 정확성과 정밀성 및 내구성을 필요로 한다.



<그림 1> 삼상 변압기의 단락시험 회로도

2.2 여자 장치의 종류

2.2.1 직류여자

발전기와 별도로 직류 발전기를 설치하여 계자권선에 전류를 공급하는 가장 보편 적인 방법이다. 작은 용량의 발전기에는 분권발전기가 사용되고, 중용량 이상의 발전기에서는 타여자발전기를 main exciter로 사용한다.

2.2.2 정류기여자

발전기에서 발생한 전력의 일부를 반도체로 정류하여 계자권선에 공급하는 방법으로 회전기를 사용하지 않으므로 보수가 용이하여 소용량의 발전기용으로 많이 사용된다.

2.2.3 Brushless 여자

발전기 축단에 교류발전기를 직결하여 발생한 전류를 반도체 정류기를 이용하여 직류로 변환한 후 계자권선에 공급하는 방법이다.

2.2.4 단락발전기 용 여자

직류 또는 교류 발전기를 사용하지 않고 상용전원을 정류기로 변환하여 이용하는 방법으로 여자 전류를 조절하여 단락발전기의 출력전압의 조정이 가능한 장치이다.

2.3 단락발전기 용 여자장치(YNEX 97S-441/609 type)

2.3.1 일반사항

1. 방식 : Thyristor type, 3-phase full wave pure bridge 自冷方式
2. 정격출력전류
 - ① 연속 : 393A
 - ② 10sec : 646A
 - ③ 10ms : 5000A
3. 정격입력전압 : AC440V
4. Peak 전압 : 1.5배 이상(AVR 입력전압과 界磁전압으로 결정)
5. 제어 편차 : ±0.5% 이내
6. 전압조정범위 : 0~8kV

2.3.2 構成

본 여자장치는 Thyristor, Gate unit, Control Panel, 기타 보조회로 등으로 구성되어있다.

1. Thyristor Stock

① Thyristor 變換部 : 平形 thyristor에 의해 삼상 Bridge가 접속되어 있으며, 여기서 Thyristor의 변환부의 gate 위상(a)과 출력전압(Vac) 사이의 관계는 다음과 같다.

$$V_{dc} = 1.35V_{ac} \times \cos a$$

② Gate Transformer Print Plate

2. Gate Unit

- ① 제어전원 : 3φAC80V의 同期전원(여자변압기 2차 전압은 보조변압기를 통한 전원)을 정류한 전원과 DC100V 제어전원을 합친 DC 電源.
- ② 위상제어 판 : 위상제어신호0~10V는 대략 0~120°(a角)의 gate pulse(pulse 幅120°)에 변환 된다.

③ 界磁電流檢出 Print Plate : 계자전류 340A에 5V를 검출하여 계자전류제어부로 보낸다.

3. Control Panel

① AVR 자동제어 판 : 전압설정기, 전압제어기, 계자전류제어기와 Limit 회로가 내장되어있다. VR memory와 gane과 관계는 다음 표와 같다

<표 1> VR(%)과 Gane과의 관계

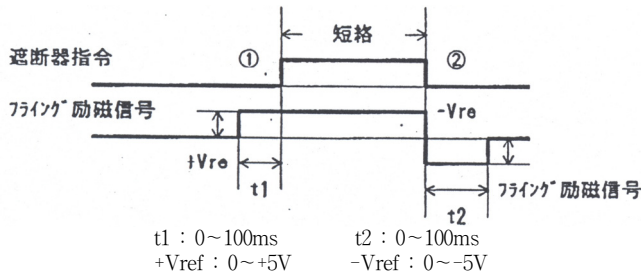
VR(%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	100
Gane	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.2	2.8	3.7	11.0

② Amplifier 판 : 신호 레벨 변환조정 용으로 사용

4. Flying 여자과 감자신호

① Circuit Breaker 개방 직후 전압회복이 늦은 경우에 사용한다. 단락시간 t1이 수 ms 전에 +의 Flying 여자 신호를 추가하면 여자가 강화되어 차단 후의 전압회복을 빠르게 한다.

② 차단기가 Opening된 후 전압의 over shoot가 크게되면 사용한다. Circuit Breaker Opening t2가 수ms 전에 Flying 감자신호를 더하게 되면 여자가 강하게 되어 전압의 over shoot가 발생되어진다.



<그림 1> Flying 여자과 감자신호도

2.3.3 여자장치의 운전

1. 준비

- ① 각 MCCB(AC, DC 제어전원)이 Close되어 있는지 확인한다.
 - ② 여자전원전압과 발전기 회전이 정상인지 확인한다.
2. 여자용 차단기를 Close한다.
 3. 발전기 회전수가 90% 이상인 경우에 여자제어를 시행한다.

2.3.4 여자장치의 정지

1. 발전기 속도가 90%에 도달하기 전에 여자를 끈다.
2. 여자 차단기를 Dopening한다.

2.3.5 保護裝置

여자장치에는 다음의 보호기능을 갖추어야 한다.

1. 여자장치

- 1) 여자 과전류 보호 기능
- 2) 여자제어 전원 차단 기능
- 3) ACB 또는 MCCB 차단 기능
- 4) 동기전원 차단 기능

2. Thyristor 보호

- 1) 과전압 보호기능
 - ① 이행 Surge 보호 기능 : Surge Absorber
 - ② 轉流 Surge 보호 기능
 - ③ AC 측 차단시의 직류측 과전압
- 2) 과부하 보호기능
 - ① 과부하 : 자기 점호회로
 - ② 단락사고 : 순시 요소치가 부착도니 과전류 계전기

3. Monitoring 보호기능

- 1) Gate pulse monitoring
- 2) Fuse blow detect circuit
- 3) Over Current Relay

2.3.6 고장과 대책

1. ACB가 Trip된 경우

- 1) 계자회로 또는 Thyristor 정류기가 단락된다.
- 2) 계자회로를 점검하고 Thyristor 정류기를 점검 교환토록 한다.

2. 제어용 MCCB가 Trip된 경우

- 1) Gate Unit 내의 단락현상이 발생한다.
- 2) 점검을 시행하여 단락개소를 교체한다.

3. 동기발전기

- 1) 변압기의 1차 측에서 공급되는 동기전원이 끊기면 MCCB 및 Panel Sensor에서 검출한다.
- 2) 배선의 단락이나 단선 등을 점검한다.

4. 여자 과전류

과부하상태의 유무와 계자회로의 점검을 시행한다.

5. 여자장치의 제어전원 차단

- 1) 제어전원의 확인
- 2) 전원과 회로의 단락 여부 확인
- 3) Gate 전원의 확인

2.4 여자장치의 시험

2.4.1 응답시험

1. 목적 : 무부하운전에 전압제어의 동특성을 확인한다.

2. 방법

1) 발전기를 무부하, 정격회전속도, 정격전압으로 운전하며 설치치의 변화(정격전압의 10% 정도)를 시도한다

2) 이 때 발전기의 전압, 계자 전류를 확인한다.

3. 방법

1) 발전기전압이 안정될 때까지의 시간은 짧아야 한다.

2) 2 cycle 이내에 안정되어야 한다.

4. 주의사항

1) 발전기전압의 과 상승을 방지하기 위하여 최초에는 작은 step을 입력하며 확인한다.

2) 발전기 전압의 과 상승을 방지하기 위하여 저전압 위치에서 확인한다.

2.4.2 여자전류 조정범위의 측정

1. 목적 : 발전기의 무부하 상태에서 여자전류 발생상황과 여자전류의 조절범위가 사양과 일치하는지 확인한다.

2. 방법 : 정격회전수에 도달하면 여자전류와 발전기전압을 측정한다.

이 때 절환기의 접속을 Y-Δ의 양 방향으로 확인한다.

3. 주의 사항

1) 측정 중에는 회전속도를 정격으로 유지한다.

2) 최초 전압을 발생할 때에는 Peak Current Limiter 치를 설정한다.

4. 판정

여자전류가 설계최고전류치까지 조정이 가능한지 확인한다.

2.4.3 전압조정범위의 측정

1. 목적 : 발전기의 무부하 상태에서 90R의 각 위치로 전압 발생상황과 전압의 조정 범위가 사양과 일치하는지 확인한다.

2. 방법 : 정격회전수에 도달하면 여자전류와 발전기전압을 측정한다.

3. 판정 : 발전기 전압이 설계최고전압치까지 조정이 가능하여야 한다.

2.4.4 전압확인 시험

1. 목적 : 발전기의 전압이 원활하게 조정되는지 확인한다.

2. 방법

1) 발전기의 회전수가 정상인지 확인한다.

2) 발전기의 출력전압을 임의로 설정한다.

3) 여자를 출력전압의 설정치와 일치하도록 조정후 발전기전압, 계자전류, 여자입력신호 등을 Oscillograph로 측정한다. 이 때 과전압계전기의 조정을 확인한다.

3. 주의 사항

과전압 계전기의 설정을 확인한다.

4. 판정 : 발전기 전압이 원활하게 조절되는지 확인한다.

3. 결 론

점차 대형화 대응량화 되어가는 추세인 전기기의 최종 성능확인을 위하여 실시하는 단락시험은 일반 상용전원을 사용하지 않고 단락발전기에서 공급되는 전원을 활용하여 시험을 실시한다. 단락시험은 여러 규격에 규정된 전압과 전류를 피시험에 인가시켜 전기기기의 상태를 파악하는 시험이므로 정격 시험전압과 전류는 매우 중요하다. 통상 시험전류는 단락발전기에서 출력되는 전압에 비례하며, 이 전압의 조절은 여자장치가 담당한다. 단락발전기는 일반 상용발전기와 달리 하루에 수백 번 또는 수천 번씩 단락시험을 수행하며 시험 횟수만큼 여자장치도 동작한다. 이 때 항상 일정하게 유지되어야 하는 시험전압은 대부분의 규격에서 점차 허용오차의 범위를 좁게 요구하는 추세임으로 여자장치는 수천 번의 연속동작에도 정확성과 내구성을 잃어서는 안되는 단락시험의 핵심설비라고 할 수 있다. 위와 같은 여자장치의 특성을 유지시키기 위하여 현재 일반적으로 많이 사용되고 있는 YNEX 97S-441/609 형의 여자장치의 조작과 기능을 이해하고 여자장치의 시험과 고장과 대책 등을 숙지함으로써 단락발전기 여자장치의 운용과 보호에 많은 도움이 될 것으로 판단한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 明電舎, “勵磁裝置のマニュアル”, 1997.
- [2] コロナ社, “大電流 工学 ハンドブック”, 1992.
- [3] 文運社, “電氣機器”, 1999