

Part
III₃

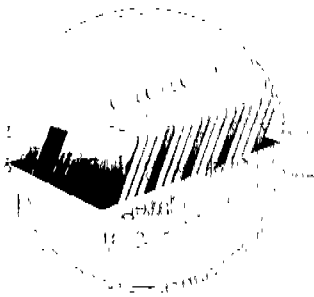
수배전설비 진단 및 보수점검 (마지막회)

협회 교육훈련팀 신화영 팀장

(주)금풍엔지니어링 대표이사/건축전기설비기술사 이규복

최근에는 설비의 이상징후를 포착함으로써 사고를 예지하고 치명적인 상태로 진전되기 전에 보완하는 이른바 예측보전(또는 예지보전) 기술을 중심으로 하는 사고예방 방향으로 변화되어 가고 있다. 이 예측보전기술은 기기의 상태를 정량적으로 파악하여 이상징후를 초기단계에서 검지하는 이상예지진단과 기기성능의 경년적인 변화에 착안한 노화진단 등을 중심으로 하고 있다.

이 글에서는 변압기, 차단기, 단로기, 전력용 콘덴서, 피뢰기 등 수배전설비 진단 및 보수점검에 대해서 설명하고자 한다.



CONTENTS

- 1. 서론
- 2. 변압기 설비 진단 및 보수점검
- 3. 차단기 설비 진단 및 보수점검
- 4. 단로기 설비 진단 및 보수점검
- 5. 전력용 콘덴서 진단 및 보수점검
- 6. 피뢰기 진단 및 보수점검
- 7. 비상용 발전기 진단 및 보수점검
- 8. MOF 와 변류기, 과전류 차단기 설비 진단 및 보수점검
- 9. 무정전 전원 설비 및 보수점검

(2) 원동기

표 1-18. 원동기의 정기점검

구분	점검내용
연료계통	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 통상적으로 연료여과기는 매 100시간 사용후 청소 또는 교환할 것 (청소 및 교환 작업은 발전기 또는 엔진 제조업체 경비지침에 의거 실시할 것) ▶ 매 600시간 사용시마다 연료 분사노즐의 오버플로우 연료복귀 라인인 오버 플로우 밸브의 동작상태 점검. (가급적 전문인에게 의뢰할 것) ▶ 매 6개월마다 연료 탱크를 청소하고 연료 변질여부 점검후 변질 또는 오염시 교환할 것.
엔진오일계통	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 매 100-150시간 사용시마다 엔진 오일을 교환할 것 ▶ 엔진 오일 교환시 오일 여과기를 경우에 세척하고 여과기 엘리먼트는 오일교환과 동시에 교환해 줄 것 ▶ 계절이 바뀔때마다 온도변화에 따른 적합한 점도의 오일을 선택하여 교환할 것
냉각수계통	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 매 6개월 단위로 라디에터의 막힘을 측정하고 청소를 해야 한다. 청소후 라디에터 막힘을 측정하여 25% 이상이 되면 라디에터를 교환해 주어야 한다. <p style="text-align: center;">라디에터 막힘율 = $\frac{\text{신품용량} - \text{고품용량}}{\text{신품용량}} \times 100\%$</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 라디에터 청소시 수온 조절기의 정상 작동여부 점검. ▶ 계절변화에 따라 부동액 주입
공기흡입계통	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 매 50시간 사용시마다 공기 청정기, 엘리먼트를 청소하고 2~3회 청소 후 엘리먼트 교환
기타부속장치	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 초기 10시간 사용후 엔진의 헤드볼트를 반드시 재조임해 주어야 한다. (2차 이후는 매 800시간 사용시마다 헤드볼트를 다시 죄어 주어야 한다.) ▶ 헤드볼트를 다시 조일때마다 흠, 배기밸브 간격을 조정해 주어야 한다.

다. 고장진단과 대책

(1) 발전기 및 엔진의 고장원인과 대책

발전기의 비상 운전시 일어날 수 있는 주요 고장원인과 대책은 표 1-19, 표 1-20과 같다.

표 1-19. 발전기 고장원인과 대책

고장내용	고장원인	대책
전원 난조	엔진의 회전속도 불균일	분사펌프 조정
	90R 접촉불량	교환
	정류장치의 결선 접촉불량	수정
부하시의 전압 상승이 심할때	주발전기의 계자권선 접지	전문공장 의뢰
	발전기 내부의 정류기 소손	전문공장 의뢰
전압 상승이 심할때	리액터와 변류기의 극성이 바뀜 (복권식)	수정
	AVR기판내의 90R 조정불량	수정
	부하측의 역률이 발전기 역률보다 높음	부하측 역률보상용 콘덴서 제거

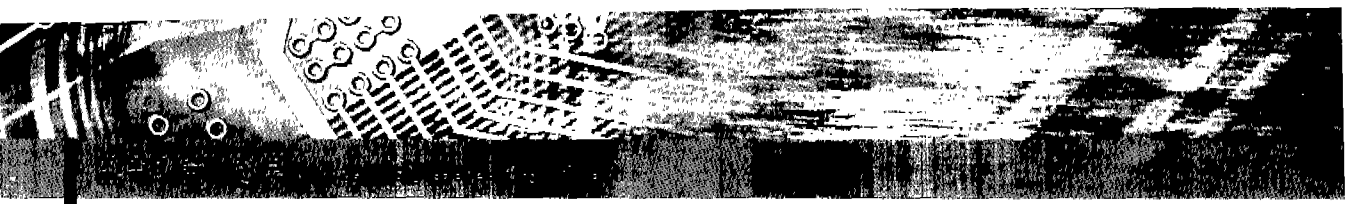
표 1-20. 엔진의 고장 및 대책

고장내용	고장원인	대책
전압의 확립 불능	초기여자회로의 단선 접촉불량	수정 및 교환
	정류장치 내에 소손	교환
	회로내의 조정불량	수정
	회로내의 저속도 보호회로 소손	교환
	회로내의 펄스발생 회로 소손	교환
	회로내의 전원회로 단선 및 소손	수정 및 교환
전압의 확립 불능	회로내의 조정불량 및 소손	수정 및 교환
	90R 단선 및 접촉불량	수정 및 교환
	동체내부의 이상	전문공장 의뢰
	초기여자 스위치를 눌러주지 않을 때	초기여자스위치눌름
	전압상절환 스위치 접촉불량	교환
	전압계 불량	교환
무부하시 과전압 형성	계기용 퓨즈 단선	교환
	속도 감지기 작동불량(자동)	교환
	진류전압이 낮다.(복권식)	초기여자를 한다.
	리액터의 단선 및 접촉불량	수정 및 교환
무부하시 저전	AVR 소손	교환
	AVR기판내의 90R 조정불량	수정
전압의 불평형	AVR기판내의 펄스발생회로 소손	교환
	발전기 권선의 과열	전문공장 의뢰
발전기 동체의 진동	리액터의 탭 조정불량(복권식)	수정
	AVR 소손	교환
	리액터의 탭 조정불량(복권식)	수정
	전원의 인입선 단선 및 요결선	수정
	부하의 불평형	수정
	센터 밸런싱 부정확	전문공장 의뢰
	커플링 볼트의 이완	수정
	부하의 불평형	수정
베어링의 간극 과대	교환	
발전기 기초대의 결함	공극의 불평형	전문공장 의뢰
	회전부위에 이물질 침투	전문공장 의뢰
	계자권선의 부분 단락	전문공장 의뢰
	발전기 기초대의 결함	수정

8. MOF와 변류기, 과전류계전기 설비 진단 및 보수점검

가. MOF 선전방법

- (1) PT비율은 22,900V/110V = 120배를 선정하고, CT 변류비는 수전설비 용량에 따르며 최대수용전류의 1.25~1.5배 하여 표준의 정격을 선정한다.
- (2) MOF의 CT 과전류강도의 부적정으로 사고가 많



이 발생하기 때문에 수변전 설비의 단락전류를 구하여 과전류강도를 별도로 산정하여 적용하여야 한다.

- (3) MOF의 최소 과전류강도는 한전규격에 따라 60A 이하는 75배, 60A 초과는 40배로 적용하고 MOF 설치점에서의 단락전류에 따라 75배 이상의 과전류강도가 요구되는 경우에는 150배 이상을 적용하며, MOF 전단에 한류형 전력퓨즈를 설치시에는 그 퓨즈로 제한되는 단락전류를 기준으로 과전류강도를 계산하여 적용한다. [ESB 143 참조]

나. CT(변류기)

변류기는 전류계, 전력계, 역률계 등의 전류요소의 계측기용으로서, 또한 과전류 보호계전기(OCR)의 고장전류 검출용으로 사용된다.

(1) 변류기의 소손원인

- 1) 계통선로에 이상전압침입시 변류기 2차측 유도로 절연파괴
- 2) 변류기 2차 개방에 의한 과열, 과전압 유기로 절연파괴 소손
- 3) 계통선로의 단락사고로 인한 단락전류에 의해 파손

이와 같은 변류기의 소손을 방지하려면 계통선로의 상태에 따라 적당한 변류기를 선정하고, 특히 보호계전기용의 경우에는 과전류강도는 물론 과전류정수와 부담 등을 고려하여 사고시에 보호계전기의 동작이 확실하도록 보호협조에 만전을 기해야 한다.

(2) 변류기의 선정방법

- 1) 정격1차 전류는 회로의 최대부하전류를 계산하여 여유를 두어 선정한다. 수전회로와 변압기보호는 최대 부하전류의 125%~150%에서 선정한다.
- 2) 변류기의 특성은 부담에 따라 크게 변화하므로 이것들을 검토할 때에는 부담을 명확하게 하여야 한다.

변류기의 부담이란 변류기의 2차 단자간 또는 3차 단자간에 접속되는 부하로서 2차전류 또는 2차전류 밀

에서 부하로 소비되는 피상전력[VA]과 그 부하의 역률로 나타낸다. 즉 2차전류 또는 3차전류의 2제곱과 부하임피던스의 곱이다. CT의 정격부담은 CT의 2차측에 연결될 계기와 보호계전기 등의 총부담보다도 CT의 정격부담이 반드시 커야 한다. 보통 일반적인 부담은 강반한시형(Very Inverse Type)인 경우 최대 정격부담이 17[VA]이고 계기(전류계, 전력계, 역률계)의 부담과 배선의 부담을 고려하여 표준의 정격부담에서 결정된다.

(3) 과전류 강도

변류기가 견딜수 있는 과전류 한도인 정격내전류를 정격과전류 또는 정격과전류강도로 규정한다. 3차 권선을 개방한 상태에서 정격2차 부담의 25%의 부담하에서 1차권선에 1초간 통전해도 규격에 정한 성능을 보증할 수 있는 한도를 정격내전류라 정의하고 정격내전류를 정격 1차전류로 나눈 값을 정격 과전류 강도라 정의한다.

$$\text{CT의 과전류강도} = \frac{\text{단락전류}}{\text{CT정격 1차전류}}$$

정격과전류강도의 표준 : 40, 75, 150, 300 배수

(4) 열적 과전류강도

규격상으로는 1.0초로 되어 있으나 사고에 의해 과전류가 흐르는 시간은 반드시 1초라고 할 수는 없으므로 임의시간에 대해서는 다음식으로 계산한다.

$$S = \frac{S_n}{\sqrt{t}} \quad [\text{kA}]$$

S : 통전시간 t초에 대한 열적 과전류 강도

S_n : 정격전류

t : 통전시간[초]

(5) 기계적 과전류강도

단락전류의 최대 비대칭단락전류 또는 교류실효값의 2배의 진폭이 되지만 규격으로는 직류분 감쇠를 고려하여 정격과전류의 2.5배에 상당하는 초기최대 순시값 과전류에 견디면 된다.

(6) 용도별 오차범위

JEC 190에서 2차전류 및 3차전류의 비오차 및 위상각의 한도를 계급별로 규정하고 있으며 정격주파수에서 정격부담의 25~100% 사이의 역률 0.8인 지연전류를 기준으로 아래 표 1-21의 한도를 초과해서는 안된다.

표 1-21. 변류기의 2차 전류 비오차 및 위상각의 한도

계급	비오차%			위상각(°)		
	0.1In	0.2In	1.0In	0.1In	0.2In	1.0In
1.0급	±2.0	±1.5	±1.0	±120	±90	±60
3.0급	0.5In - 1.0In ±3.0			0.5In - 1.0In ±180*		

(주) 3차 권선이 있는 것은 이것을 개방한 경우
 * : 부상용 변류기를 제외, In : 정격 1차전류를 나타낸다.

(7) 과전류 정수

변류기의 1차 전류가 정격값을 크게 상회하면 철심에 포화가 생겨 비오차가 몹시 증가한다. 따라서 사고시 대전류에서 계전기 동작에는 변류기의 과전류 범위에서의 특성을 고려하지 않으면 오동작이 되거나 예정시간에 동작하지 않을 염려가 있다. 과전류 범위에서의 비오차 특성을 과전류 정수라 한다. 과전류 정수는 정격부담에서 변류비 오차가 -10%가 되는 1차전류의 정격 1차 전류에 대한 배수 n을 말하며 $n > 10$ 과 같이 표현하고, $n > 5$, $n > 10$, $n > 20$ 을 표준으로 한다. 변류기의 포화는 철심의 특성, 철심의 단면적이 같으면 2차 유기전압에 의해 정해진다. 2차 유기전압은 2차권선의 임피던스를 무시하면 외부부담에 비해 하므로 과전류 정수 \times 부담 \approx 일정하게 된다. 즉 큰 과전류 정수가 필요시에는 경부담으로 사용하여 목적을 달성한다.

(8) 정격 1차전류와 변류비

- ① 보호계전기의 과부하내량을 고려하여 과전류 정수를 선정하고 필요시에는 과전류 정수를 크게 하거나 정격 1차전류가 큰 것을 사용한다.
- ② 과전류 정수는 변류기의 과전류 범위의 특성을 나타내는 것이며, 이 값이 클수록 변류기 정격전류의 범위에서 특성이 좋다는 것은 아니다. 따라

서 단락전류가 흘렀을 때에 보호할 수 있는 범위 내에서 되도록 작은 값의 과전류 정수를 선택하는 편이 계전기로 유입전류가 적어 안전하다.

다. 과전류 계전기

특고압 수전설비에서 수전회로의 보호와 부하측의 과부하나 단락사고에 대해서 CT 2차측 전류의 증가에 연동해서 차단기를 개방시키기 위해 흐르는 전류가 OCR 정상 전류값을 초과할 때 이 전류값에 대응한 시간으로 동작한다. 일반적으로 많이 사용되고 있는 형은 유도 원판형인데, 최근에는 정지형 OCR 과 디지탈형이 사용되고 있다.

(1) 특고압 중성점 직접접지방식의 보호계전 방식

1선 지락시 중성점 직접접지의 경우, 선로 임피던스를 무시하면 지락전류는 3상 단락전류와 동일하며 영상임피던스가 적을 경우에는 지락전류가 3상 단락전류보다 큰 경우도 발생할 수 있는 특징이 있으므로 보호계전 시스템에서의 CT의 과전류 정수와 차단기의 차단용량 선정시 충분한 검토가 필요하며 보호계전 방식은 다음과 같다.

- 1) 단락보호, 지락보호 공히 과전류 계전방식으로 과전류 계전기(OCR 51I)를 각상에 설치하며, 지락사고의 검출은 CT 3W의 잔류회로에 지락과 전류 계전기(OCGR 51N)를 결선하여 사용한다.
- 2) 설치시 고려사항
 - ① 고장전류를 계산하여 원활한 보호협조를 기한다. 전원측의 Recloser, 수전용 개폐기의 ASS 또는 Power Fuse와의 원활한 보호협조를 충분히 검토한다.
 - ② 수전측에 설치되는 OCR 및 OCGR의 특성은 강반한시 특성을 선정한다.
 - ③ 수전측의 보호계전기용 CT는 수전용 차단기 1차측(한국전력공사측 선로)에 설치하여 보호구간을 확보한다.
 - ④ CT의 과전류내량과 전선로 등의 열적, 기계적 강도를 충분히 검토한다.
 - ⑤ CT의 2차 배선은 대전류나 Surge 등에 의하여 오동작 또는 부동작이 되지 않도록 충분한 굵기와 차폐등을 고려한다.
 - ⑥ CT의 배선이 길어지면 CT 2차의 정격전류를

1A로 한다.

⑦ CT의 2차측의 접지는 배전반 측에서 실시한다.

(2) 보호계전기의 점검포인트

- 1) 잔류회로에 의한 지락 과전류계전기는 평상시 불평형 부하전류로 오동작할 우려가 있으므로 일상 점검시 부하전류를 정확히 점검한다.
- 2) 구형의 수배전반에서의 보호계전기 시험용 단자의 접촉불량도 오동작의 원인이 되므로 시험시에 만 사용한다.
- 3) 단락이나 지락사고 발생 후에는 계전기의 내부를 점검하여 소손부위를 확인한다.
- 4) 보호계전기의 시험은 반드시 연동시험으로 하고 차단기와 동작시간의 관계를 고려한 보호협조의 검토와 적절한 Lever와 탭으로 정정한다.

9. 무정전 전원 설비 진단 및 보수점검

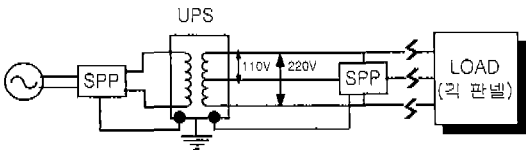


그림 1-22. UPS에 대한 써지 보호기의 설치

공장에서 운용되는 대부분의 중요설비는 정전이나 전압강하 등의 사고 발생시에도 정상적인 동작이 확보되어야 하므로 고품질의 전원공급이 요구된다. 따라서 전력공급의 신뢰성을 확보하기 위해서는 무정전 전원공급장치(UPS)를 이용해 순간적인 정전이나 전압강하에 대한 보완이 이루어져야 하며 이는 현재 각 설비에 적용되어 운용되고 있다.

이러한 UPS는 각 설비에 전원을 공급하는 중요 설비인 동시에 전원계통을 통해 뇌씨가 침입시 1차적으로 접하는 설비이다. 따라서 전원으로부터 유입되는 써지를 차단하기 위해서는 우선적으로 UPS 입력단에서부터 써지를 억제하고 기기를 보호해야 할 필요가 있으며 이를 위해선 UPS의 입출력단에는 전원용 써지 보호기가 적용되어야 한다. 그림 1-22에 UPS에 대한 써지보호기의 설치위치를 나타내었다.

써지보호기의 선정시 UPS 입출력단의 전압(220V 혹은 380V) 및 전류용량을 고려하여 선정하여야 하며 써지보호기의 보호모드는 선간의 보호(DM : Diffential Mode)뿐만 아니라 선-대지간(CM : Common Mode)에 대해서도 보호가 이루어져야 한다. 또한 충분한 보호를 위해서는 최대방전전류 내량이 최소 280kA (DM: 80kA 이상, CM : 200kA 이상) 이상 확보되어야 한다. 보호기의 접지는 UPS의 외함 접지에 접속되는 것이 바람직하며 이 때 본딩을 위한 리드선은 가능한 한 짧게 하여야 한다. 끝

전기사업법상 전기설비기술기준 해설교육 안내

대한전기협회는 국민의 생명과 재산을 보호하기 위하여 전기설비의 공사·유지 및 운영에 필요한 기술기준을 정하여 운영하도록 한 전기사업법 제67조 및 동법시행령 제43조에 따라 산업자원부 고시로 운용중인 전기설비기술기준에 대한 해설교육을 할 예정입니다.

동 기술기준은 전기설비의 설치허가 및 법정검사의 기준으로 적용되고 있으며, 기술기준의 해석에 있어서 전기사업자/검사기관/정부/시공사/감리 및 설계사/제작사간의 이견에 따른 민원이 자주 발생하고 있습니다. 또한 WTO/TBT협정 발효 후 세계 각국의 기술기준 국제화 추세에 따라 우리나라의 전기사업상 기술기준도 국제화 작업을 추진중에 있습니다.

따라서 빈번한 민원발생 및 국민의 안전과 직결되는 설비에 대한 기술기준의 해설 및 전기설비기술기준에 도입 추진 중인 건축전기설비분야의 국제표준 (IEC60364)에 관한 기술 소개, 국제화에 대응한 전기사업법상 기술기준 체제개편 추진현황 등에 대하여 정확히 이해할 수 있는 장을 마련하여 전기설비 및 공중의 안전, 전기관련사업의 효율화에 기여하고자 하오니 많은 참석 바랍니다.

■ 교육내용

- WTO/TBT협정에 따른 전기설비 기술기준 국제화 추진현황
- 전기설비기술기준 중 해석이 난해한 조문 해설
- 건축전기설비 분야의 국제규격 (IEC60364)의 내용 및 적용방안
- 전기설비기술기준 관련 실무기술 등

■ 교육기간 : 204. 11. 17(수) ~ 11. 19(금)

■ 접수처 : 대한전기협회 법령연구실

- 전 화 : (02)2274-1664 ~ 5

- FAX : (02)2263-8360

- E-Mail : ghkang@electricity.or.kr