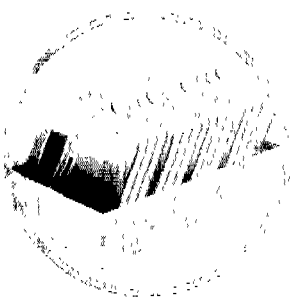
Part I 1

수배전설비 진단 및 보수점검

협회 교육훈련팀 신화영 팀장
(주)금 풍 엔 지 니 어 링 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. 서 론
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

1. 서론

초기의 수배전 설비의 정비는 사고가 발생했을 경우 최초로 대응하는 사후 보전적인 면이 많았으나, 그 후 어느 일정기간마다 기기의 부품교환이나 점검을 실시하고 돌발사고를 방지하는 예방보전이 도입되어 기기의 신뢰성 유지에 기여해 왔다. 그러나 현재에는 보다 고품질의 전력공급이 요구되고 있으며 기기의 원활한 운용과 신뢰성의 확보를 더욱 중요시 하기 때문에 예방보전으로 반드시 안전하다고는 말할 수 없다. 또 수배전 설비의 경우 정지하지 않는 상태에서 진단을 행하는 것이 중요하다. 따라서 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.

2. 변압기 설비진단 및 보수점검

가. 변압기의 종류 및 특징

변압기는 절연물의 종류에 따라 유입, 몰드, 건식, 가스절연 변압기로 구분할 수 있으며 표 1-1에 각 변압기의 특징을 나타내었다.

표 1-1. 변압기의 종류와 특징

구 분	옥내설치	옥외설치	고압수전	특고수전	불·난연화 대책	소음	보수점검기준
유입식	○	○	○	○		보통	2~3년마다
몰드식	○		○	△	○	높다	1년마다
H종건식	○				△	높다	1년마다
가스절연식	○	△	○	○	○	약간낮다	2~3년마다

○: 권 장 △: 준권장

(1) 유입변압기

- 경제성 : 사용실적이 많고 저렴하다. 다만 설치 공간을 다른 변압기보다 많이 차지한다. 총 용량에 따라서는 고정 소화설비가 필요하게 된다.
- 내습성 : 오일 속에 들어 있으므로 옥외에서도 사용할 수 있다.
- 견고성 : 철로 덮여 있어 견고하게 제작할 수 있다.
- 보수성 : 절연유 열화 등의 점검이 필요하다.

(2) 몰드변압기

- 난연성 : 에폭시 수지가 자기소화성을 갖고 있으므로 난연성이 우수하다.
  또한 총 용량에 따라서는 고정 소화설비의 간소화가 도모된다.
- 내습성 : 권선 표면이 수지로 덮여 있으므로 흡습에 의한 절연열화가 거의 없다.
- 견고성 : 충격에 약하지만 권선이 수지로 덮여 있으므로 전기적, 기계적 특성이 우수하고 내진성이 높다.
- 보수성 : 절연유 열화에 대한 보수가 불필요하고 또 H종 건식변압기와 같이 장시간 휴지 후 통전하기 전 습기 제거가 불필요하다. 또한 청소가 간단하기 때문에 유지 작업이 매우 간단하다.

(3) H종 절연 건식변압기

- 난연성 : 내열성이 높은 절연물을 사용하고 있으므로 난연도가 높다.
- 내습성 : 몰드변압기에 비해서 약간 떨어진다.
- 견고성 : 와니스 처리된 코일이 노출되어 있으므로 운반이나 설치시에 권선을 손상시킬 우려가 있다. 또한 절연 내력이 낮다.
- 보수성 : 코일이 노출되어 있기 때문에 폐쇄반에 수납되어 있다. 또한 진애 등 설치환경에 따른 영향을 받기 쉽다.

(4) 가스절연변압기

- 난연성 : 불연성 때문에 방재성, 안전성이 우수하고 소화설비의 간소화가 도모된다.
- 내습성 : 철심, 권선이 밀봉 탱크에 수납되어 있기 때문에 내습성이 우수하다.
- 견고성 : 밀봉 탱크에 수납되어 있으므로 견고하게 제작할 수 있다.
- 보수성 : 밀봉 탱크에 수납되어 있기 때문에 내부의 보수점검이 불필요하다.

나. 변압기의 열화

(1) 유입변압기의 열화

유입변압기는 크게 외부와 내부로 분류되며, 내부는 철심, 권선, 리드선, 탭절환기 등이 있으며, 외부는 탱크 및 부속 기기류로 분류된다. 내부재료로서는 절연유, 절연지, 프레스보드 등의 절연재료가 사용되고 이것은 유입변압기의 열화에 가장 많은 영향을 받는 재료이다. 절연재료에 있어서는 열적노화, 외부단락에 의한 열적, 기계적손상, 부분방전 등이 노화요인으로 작용되며 이에 의하여 기계적 강도저하, 진동증가, 가연성 가스발생 등이 일어나 절연파괴로 진전되는 것을 예상할 수 있다. 여기서 노화의 지표로서는 유중 용존가스의 변화, 절연유의 특성변화, 절연지, 프레스보드의 중합도 저하 이외에 리액터특유의 진동, 소음증가 등이 있다. 점검법으로는 유중가스분석, 절연유의 파괴전압측정, 중합도측정(단, 현상에서는 운전중의 유입변압기로 직접 측정하는 것은 곤란) 및 진동, 소음측정 등이 있다. 한편, 외부재료로서는 가스켓이 주된 노화재료로 생각되며, 이것은 경년노화에 의하여 탄력성저하, 변형, 균열을 가져오거나 누유로 진전한다. 노화의 지표로서는 누유의 유무, 균열의 유무가 있다. 또 유입변압기에 사용되는 부하의 탭전환기, 무전압 탭전환기에 있어서는 접점재료로서 동, 동합금 및 은, 은합금이 사용되고 마모, 석화동생성에 의하여 노화하며 접촉저항의 증가, 또는 불안정, 탭 단락이나 절연파괴로 진전한다. 노화의 지표로서는 절환회수, 조작토크, 절환개폐기의 내호메탈두께 및 접촉상태, 접촉자의 절환동작 상황이 있고 점검법으로서는 절환회수의 기록, 보통점검, 정밀점검에 의하여 행한다. 또한 변성기에 관해서는 내부부품, 외부부품 공히 노화대상 및 노화요인이 변압기와 거의 비슷하다. 다만, 변성기특유의 현상으로서 기밀부의 가스켓 경년노화나 그 주변구조물의 발열에 의하여 밀봉불량이 일어나고 그 결과 내부에 수분이 침입하여 마침내는 절연성능이 저하되어 절연파괴에 이르는 케이스가 있다.

(2) MOLD 변압기의 열화

최근에는 유입변압기와 몰드 변압기 중 유지보수의 편리성 및 공간적인 제약의 이유로 몰드 변압기의 사용이 증가하고 있다. 그러나 변압기의 선택은 설비하는 건축물의 특징과 부하의 성질 등 여러 가지 사항을 고려하여 선정하여야 한다.

1) 에폭시 수지를 진공으로 함침할 때 공기나 이물질이 함유되면 그 부분에 유전율의 차이에 의해 유전율이 낮은 이물질이나 공기에 전계가 집중되어 미소한 방전이 일어나고 장기간 지속되면 전체파괴(Break Down)로 이어지게 된다. 현장에서 사고가 난 기기의 에폭시수지를 점검하여 보면 그 안에 큰 구멍이 있는 것을 발견할 수 있다.

2) 몰드 변압기 소손을 크게 보면 층간단락 및 인출부위 소손 또는 Crack으로 대별할 수 있는데 Crack은 전류의 흐름에 따른 도체의 팽창과 고체 절연체인 에폭시수지의 열팽창 계수가 다른 데서 오는 것으로 볼 수 있다. 이와 같은 현상은 부하운전 특성에 따라 과부하 운전과 저부하 운전을 반복하는 경우 및 전력변환장치 부하 등에서 발생하는 고조파 등에 의해 특히 심하다고 볼 수 있다.

표 1-2. MOLD 변압기의 특징

몰드변압기의 장점	몰드변압기의 단점
1) 난연성, 절연의 신뢰성	1) 가격이 고가
2) 내진, 내습성이 좋다	2) Crack발생, 먼지, 오염시 보수가 어렵다
3) 소형, 경량화	3) 1,500[kVA]초과시 소음대책 필요
4) 저전력 손실	4) 내전압 성능이 낮다. → SA설치필요
5) 단시간 과부하에 좋다.	5) 접촉시 감전위험
6) 반입, 반출이 용이하다.	6) 옥외설치 및 대용량 제작이 곤란
7) 폭발의 위험이 없다.	7) 내부고장시 고장확인이 어렵다.

표 1-3. 몰드기기의 절연열화와 진행 프로세스

절연열화의 종류		요인	진행 프로세스
열 열화		열	산화, 열분해 →기계강도저하, 흡습성 증대 등
전계 열화	부분방전열화	보이드 (크랙, 박리, 기포)	산화, 천공 → 절연두께 감소
	트리잉	돌기, 이물	→ 관통파괴
응력 열화		열응력, 히트사이클, 진동응력	크랙, 박리 등, 보이드 발생,진전 → 전압열화
환경열화		습기, 먼지 등	오손, 흡습 → 절연저하, 트래킹

다. 변압기의 보수관리

변압기의 열화진단으로 일상점검, 정기점검, 정밀점검을 돌 수 있다. 이 점검 결과에 의해 변압기의 수리, 교환 판정을 하게 되며 표 1-4에 변압기의 주요 고장 원인을 나타내었다.

표 1-4. 변압기의 주요 고장 원인

항목		고장의 종류	주요항목
권선, 리드선		[절연파괴] 선간단락	▶ 절연피복의 열화
		코일의 단락	▶ 과부하에 의한 열화 ▶ 외뢰등에 의한 이상전압 침입
		지락	▶ 단락시의 전자기계력에 의한 절연물의 손상 ▶ 절연유의 열화흡습
		변형, 단선	▶ 단락시의 전자기계력에 의한 변형단선 ▶ 진동과대에 의한 절단 ▶ 용접, 접합 불량에 의한 단선
철심		적층철판간 단락	▶ 층간 절연물 열화
		접지불량	▶ 진동, 충격에 의한 접지선의 이완, 절단
		국부과열	▶ 조임볼트 절연열화 ▶ 국부적인 폐회로의 생성에 의한 순환전류
		소음, 진동과대	▶ 조임부의 이완
부속품	탭절환기	통전부의 이불부착	▶ 유화동의 생성 → 절연유중의 활성유황과 동의반응 ▶ 단화물의 생성 → 접촉압력부족, 접촉면불평활, 탭간 정지에 의한 아크
		부품손상	▶ 접촉불량, 조작불량, 재질불량
		절연파괴	▶ 권선, 리드선과 같다
	붓싱	섬락	▶ 세멘팅부, 팩킹부에서의 누유

(1) 일상점검

설비 보수자의 순회점검에 의한 시각(변압기 온도의 계기류 체크), 청각(이상음), 후각(이상한 냄새), 체감진동(이상 진동), 체감온도, 외관상 이상 등 사람의 5감에 의한 점검진단을 시행하고 이 점검에서 이상이 발견된 경우는 정밀점검을 실시하여 수리 여부를 판정한다.

표 1-5. 일상점검

점검사항	빈도	점검사항	판정	적용 변압기 유입	적용 변압기 몰드	적용 변압기 SF6 가스
운전사항	1회/일	전압,전류,주파수, 역률,주위온도의 확인과 기록	이상값 지시	○	○	○
변압기 온도	1회/일	온도계 등으로 온도 확인과 기록	이상 온도 상승	○	○	○
소리, 진동	1회/일	이상음 발생 유무	높은 철심(여자)음, 진동, 공진음, 철심 끌킴음, 방전음, 부속기기의 이상음, 진동	○	○	○
냄새	1회/일	냄새발생 유무	이상한 냄새의 유무	○	○	○
외관점검	1회/일	설치부(도체조임부, 탭전환기)	과열에 의한 변색 유무	○	○	○
		부싱	애관의 균열, 오염 손실 유무	○	○	○
		방전 흔적 유무	절연물 탄화	○	○	○
		철심, 권선 등의 외관	진애부착, 오염손실유무		○	
		오일 누설	유무	○		
		가스 누설(압력명판의 압력곡선과 연계성 지시값 대조)	유무			○
		녹 발생, 부식	유무			○

(2) 정기점검

보수기술자 또는 메이커의 기술자가 연 1회 정기 정전시에 계측기를 사용하여 점검 진단을 한다. 이 점검에서 이상이 있다고 진단된 경우는 그 이상 원인이나 고장 개소를 확인하기 위해 정밀점검을 실시한다.

훌륭한 부모의 슬하에 있으면 사랑에 넘치는 체험을 얻을 수 있다. 그것은 먼 훗날 노년이 되더라도 없어지지 않는다.

- 루이비히 베토벤

표 1-6. 정기점검

점검사항	빈도	점검사항	판정	적용 변압기		
				유입	몰드	SF6 가스
절연저항	1회/년	1000V 이상의 절연저항기로 권선(부싱)과 대지 사이를 측정한다.	절연저항 (측정온도20℃) - 400V이하 : 20MΩ 이상 - 3kV : 50MΩ 이상 - 6kV : 60MΩ 이상	○	○	○
권선의 tanδ 유전정접 측정	1회/년	권선의 tanδ (유전정접)를 측정한다.	그래프 참조	○	○	○
절연유 내압시험	1회/년	절연유 절연파괴장치로 적극 간의 갭을 2.5mm로 하여 절연파괴전압을 측정한다.	절연파괴 전압 - 30kV 이상 : 양호 - 30kV 미만 : 불량	○		
절연유 산가 측정	1회/년	재취한 절연유를 KS C 2103에 의해 산산가를 측정한다	절연유 산가 측정 - 산가 0.2미만 : 양호 - 산가 0.2~0.4 : 주의 - 산가 0.4이상 불량	○		
절연 저항률 측정	1회/년	절연유를 채취하여 저항계에 의해 저항률을 측정한다.	절연유 저항률 - 저항률 10^{12} 이상 : 양호 - 저항률10^{12}~10^{11} : 주의 - 저항률 10^{11}미만 : 불량	○		
탭 전환기의 전환조작	1회/년	수전전압에 맞추어 전환하고 동시에 전환상태도 점검한다.	절연유 저항률 - 저항률 10^{12} 이상 :양호 - 저항률10^{12}~10^{11} : 주의 - 저항률 10^{11}미만 : 불량	○		
지시계기 (온도계, 유면계 등)	1회/년	지시기, 지시판 오손점검, 도장상태를 점검한다.	지시값의 이상유무 육안으로 표시 판단.	○	○	○
도장	1회/년	도장상태를 점검한다.	녹 발생 유무	○	○	○

(3) 정밀점검

수리 여부를 판단하기 위해 이상 원인이나 고장개소를 확인한다. 또한 필요에 따라 정기점검 레벨의 검사에 추가해서 정밀검사가 더 필요한 경우에는 메이커의 전문가에 의해 고도의 시험장치를 사용하여 열화정도를 측정한다. 또한 경우에 따라서는 제조 메이커에 운반하여 검사한다.

표 1-7. 정밀점검

점검사항	빈도	점검사항	판정	적용 변압기		
				유입	몰드	SF6 가스
유중가스 분석	필요에 따라 실 시	절연유를 채취하여 오일내에 함유된 가스 성분과 양을 측정한다.	판정기준표 참조	○		
내부점검		조임볼트의 이완 점검	이완 유무	○	○	○
		절연물의 변형, 균열, 손상점검	변형, 균열, 손상, 유무	○	○	○
		리드선의 절연, 지지부분의 이완 점검	이완, 탈락 유무	○	○	○
		절연물의 변색 점검	절연물의 변색 유무	○	○	○
		슬러지	슬러지 유무	○		
		패킹	파손, 손상 유무	○	○	○
부분방전 시험		개시전압, 소멸전압 및 전하량 부분방전	전회 측정값과 비교	○	○	○
SF6가스 순도		가스 크로마토그래프에 의해 측정	SF6가스가 97% 이상			○
SF6가스 분석		가스 크로마토그래프에 의해 측정	아래 경우는 이상 - CO량이 0.1vol% 초과 - 기존 분석패턴과 비교하여 크게 변화됐을 때			○
SF6가스중 수분		베크맨 수분계법 또는 노천계법에 의해 측정	노천 -5℃ 이하 또는 수분 2000ppm 이하			○

※ 정밀점검은 정기점검 레벨의 체크로 수리 여부를 판정할 수 없는 경우에 실시한다.

(4) 변압기 이상유무 측정방법

표 1-8. 변압기 점검의 측정방법

항목	측정장비	방법
절연저항 측정	▶절연저항계(메거) - 500V, 100MΩ - 1000V, 2000MΩ - 2000V, 5000MΩ	▶ 2종 접지선을 분리후 측정(고저압 혼촉방지에 의한 위험방지 시설) - 측정사항 : 1차-2차, 1차-대지, 2차-대지간 측정기록 - 일단접지변압기는 1차-대지간(외함)이 "0"이므로 단선 유무 확인 ▶ 판정기준치 - 저압 : 기술기준에 관한 규칙 제15조 참조 - 고압 : 전기설비기술기준 제16조~20조 참조 ▶ 측정결과 : 전선로 및 고압모선, 기기 절연저항측정 기록표에 기록
접지저항 측정	▶ 종합접지저항기	▶ 접지저항 측정전 지전압이 5V가 넘으면 오차발생의 원인이 되므로 지전압 발생원인을 제거후 측정 ▶ 접지단자내 접지선 조임상태 확인 ▶ 제1종 접지저항 측정 - 외함 접지단자서 측정 - 접지선 굵기 확인[최소굵기2.6mm] [전기설비기술기준 제36조] 참조 ▶ 제2종 접지저항측정 [고저압 혼촉에의한 위험방지시설] - 외함 접지단자서 측정 - 최소굵기 : 4.0mm [고압전로 또는 전기설비기술기준 제150조 제1항 및 제4항에 규정하는 특별고압 가공전선로의 전로와 저압전로를 변압기에 의하여 결합하는 경우 2.6mm] ▶ 측정결과 : 변압기 측정기록표에 기록 ▶ 고장시 안전하게 흘릴수 있는 제2종 접지선의 굵기 [내선규정 140-5, 표1-20]자료 참조
누설전류 측정	▶ 누설전류계 ▶ 훅크온메타	▶ 정지작업전 안전작업수칙을 준수하여 변압기 외함 또는 제2종 접지선의 누설전류 측정 - 측정된 누설전류 분석으로 누전여부 확인 . 누정에 따른 누설전류 . 유도전류, 충전전류 . 외부침입전류 - 부하설비의 개폐기를 개방하면서 누설전류 변화상태 재확인으로 누전여부 확인 ▶ 계약된 수용가는 일상점검시 측정한 누설전류를 기록 유지하여 연차점검시 또는 정전작업시 분석
접지저항 측정	▶ 절연유내압 시험기 ▶ 절연유산가 측정기 ▶ 유전정접(tanδ) 시험기 ▶ 유중가스분석기	▶ 절연유 내압, 산가시험 - 시험용 절연유를 채취[1회 시험용 500cc]시험용기 기준선까지 채운다. - 약2~3분간 고정시켜 거품이 없어지도록 하여 침전물을가라 앉힌다. - 시험은 동일 절연유를 2회 걸쳐 시험토록 하고 각각의 절연유에 대하여 5회씩 총 10회 시험하여 첫회와 끝회의 측정치를 무시하고 나머지 8회분 평균치 기록 ▶ 시험시 초당 3,000V 정도씩 전압상승 ▶ 시험결과 : 변압기 기록점검표에 기록 ▶ 판정기준 : [KSC 2301]-->기술업무처리방법 참조 ▶ 주의사항 - 시험기기 외함접지를 실시한다. - 시험기기 사용시 접근을 금하도록 한다. ▶ tanδ 의 값은 전반적인 절연물의 흡습을 정도, 노화도를 판정 [tanδ 측정에는 간이형 셰링브리지, tanδ계] ▶ 절연유 채취시 가급적 기름이 공기와 접촉하지 않도록 한다. ▶ 이상의 판정 - 가연성 가스성분량에 의한 판정 - 각 가연성 가스 성분량에 의한 판정 - 가연성 가스의 증가속도에 의한 판정 - 가연성 가스성분 패턴 변화에 의한 판정
절연진단 시험	▶ 비파괴 절연진단 장치	▶ 변압기의 절연 내력 시험은 비파괴 절연진단 장치로 교류 시험전

항목	측정장비	방법
		압을 전로와 대지간에 계속하여 10분간 가하여 견디어야 한다. 다만, 전선에 케이블을 사용하는 교류의 전로는 교류시험전압의 2배의 직류전압을 전로와 대지간에 계속하여 10분간 가하여 견디어야 한다. ▶ 시험결과 : DC고전압 절연진단 기록표에 기록 [전기설비기술기준 제6조~20조] 참조 ▶ 주의사항 - 시험에 들어가기전에 안전수칙을 준수해야하며 측정하고자 하는 계측기기는 필히 접지를 한다.. - 시험중에는 반드시 고무절연장갑을 착용한다. ▶ 공칭전압(표준전압)과 최고전압 [배전규정 105-1 표1-3] 참조
기타 측정	▶ 훅크온메타 ▶ 회로시험기	▶ 권선의 도통, 권선저항의 측정 - 권선의 도통을 체크하여 간단하게 단선의 유무확인 할수 있다. - 층간단락 또는 권선간 단락을 판정 200V정도의 전원으로 전압비 조사 ▶ 여자전류의 측정 - 정격전압의 1/3~1/10정도의 전압을 인가하여 여자전류를 측정하고 이것이 공장 시험측정치인 여자특성의 전압-전류 곡선상에 있는지 여부를 조사한다. 만일 여자전류가 큰폭으로 증가되면 권선의 층간단락의 발생을 생각할 수 있다. ▶ 임피던스 전압의 측정 - 변압기 내부 또는 외부 단락사고에 의한 단락전류의 반복에 의하여 권선이 변형되는 수가 있다. - 각 권선간 상호의 위치관계가 변화하여 변압기의 임피던스에 변화를 가져오므로 이것을 측정하여 공장 시험측정치와 비교한다. ※ 임피던스전압 : 변압기의 한쪽권선을 단락시켜 놓고 다른권선의 양단에 전압을 걸어 정격전류에 해당하는 전류를 흘리는데 필요한 인가전압.

3. 차단기 설비진단 및 보수점검

가. 전력용 차단기의 열화현상

전력용 차단기의 열화에는 절연성능이나 통전성능 등의 전기적 성능의 열화와 동작특성 등의 기계적 성능의 열화가 있다. 전력용 차단기는 차단기 소호매체의 종류에 따라 매우 다른 구조로 되어있고 그 열화현상도 기종에 따라 다른 양상을 보인다. 차단기의 노화대상품을 정리하면 표 1-9와 같으며, 아래에 전력용 차단기에서의 열화현상을 나타내는 대상품 중에서 접촉자, 절연재료, 절연유, 패킹 및 진공밸브에 대해 기술하였다.

표 1-9. 전력용 차단기의 노화 대상품

차단기의 종류	노 화 대 상
공기 차단기	접촉자, 절연재료, 패킹
유 차단기	접촉자, 절연유, 패킹
진공 차단기	진공밸브
자기 차단기	접촉자, 소호장치, 절연재료

(1) 접촉자

접촉자는 아크에 의한 소모를 적게하기 위하여 접촉자 선단의 발호부에 은 또는 동과 텅스텐으로 만드는 내호메탈이 이용되고 있으나 대전류차단을 과도하게 반복하면 접촉자의 형상이 변하여 차단능력의 저하나 접촉불량에 의한 과열의 우려가 있다.

(2) 절연재료

전력용 차단기에 사용되는 절연재료는 페놀수지, 폴리에스텔수지, 에폭시수지 등 여러 가지가 있으나 각기 높은 절연성능과 기계적 강도가 요구된다. 이들 유기절연재료는 각기 차단기의 부품으로서 사용되는 환경하에서 전기, 광, 열, 기계적 스트레스 등에 의하여 열화가 발생한다. 이들 유기절연재료의 열화는 조직결합의 절단이 주가 되며 노화반응의 대표적인 패턴으로서 주소절단, 가교, 분기, 산화, 가수분해 등이 있다.

(3) 절연유

절연유는 개폐시의 아크에 의하여 분해되고 수소, 아세틸렌, 메탄 등과 함께 유이(遊離)탄소를 발생시킨

다. 또 상시 공기중의 산소나 수분에 의하여 산이나 슬러지를 생성하고 노화가 진행된다. 절연성능이나 차단성능에 대한 유이탄소의 영향은 적으나 절연성능에 대한 수분의 영향은 크다. 따라서 흡습의 유무를 절연유의 내압시험에 따라 정기적으로 확인할 필요가 있다.

(4) 패킹(Packing), 가스킷

동기차단기는 5~30kgf/cm^2 정도의 고압 압축공기가 사용되고 있다. 유차단기의 유밀부에는 합성고무의 ○링이나 각형 가스킷이 이용되고 콜크합성고무 가스킷 등도 이용된다. 조작기구부 기밀부의 ○링이나 밸브시트에는 합성고무가 사용되고 있으며 이러한 패킹류는 기계적으로 변형되어 사용되고 있기 때문에 장시간 사용에 의해 변형을 발생하고 밀폐성능은 노화되어 간다. 따라서 규정년수마다 교환하는 것이 바람직하다.

(5) 진공밸브

진공밸브는 경년에 의하여 진공압 상승노화가 발생한다. 진공압 상승의 원인으로서는 가스의 투과에 의한 진공압 상승, 재료의 방출가스에 의한 진공압 상승의 2가지가 있다. 보통 진공압 상승에서 가스의 투과에 의하는 것은 경년에 비례하고, 재료에서의 방출가스에 의한 것은 어느 일정기간에서 포화상태에 이르고 그 변화는 정지한다. 메이커에서는 진공밸브를 진공으로 봉합한 후, 어느 일정기간의 진공변화를 측정하고 그 측정 이후에도 같은 변화율로 진공압이 변화했을 경우라도 보증기간내에 성능을 보증하는 진공압을 넘지않는 것을 확인하여 출하한다.

나. 차단기의 보수점검

차단기의 주요 고장은 투입불량과 트립불량으로 구분할수 있으며, 주요 고장개소에 대한 고장원인을 살펴보면 표 1-10과 같다. GIS는 밀폐된 시스템기기이기 때문에 변전소에 설치된 시점에서 각종 시험에 의하여 그 신뢰성을 확인하는 것은 당연하다. 따라서 현지 설치시험의 단계에서 행해지고 있는 상용주파 내전압시험시에 다음 각 항에 기술하는 외부진단기술의 일부인 부분방전측정, 초음파측정을 적용하는 것은 GIS의 건전성을 확인하는 것으로서 의미가 있다. 또 이와 같은 외부진단기술을 통상의 점검업무로 취급함에 따라서 정비점검업무의 고도화가 예측된다. 표 1-11은 GIS의 정비기준을 나타낸 것이다.

표 1-10. 차단기 고장 점검의 요점

구분	고장형태	주요 고장부	고장원인
투입불량	부동작 (투입신호에 의해 투입이 안될때)	기구 부분	- 투입스프링(파손, 탈락) - 투입 Catch(걸림, 이탈) - 투입 Paddle(탈락) - 투입코일(소손, Amature파손, 이탈) - 전동기 소손
		제어 회로	- 보조스위치(접촉불량, 소손) - 제어릴레이 - 보조릴레이 - 단자 Connector(접촉불량, 소손) - 마이크로 스위치(접촉불량, 소손) - 제어회로 기판의 퓨즈(용단)
	동작부분 (투입음은 있으나 실제로 투입이 안됨)	기구 부분	- 복귀스프링과 Link류(복귀불량) - 트립 Catch - 트립 Shaft - Inter Lock - 트립코일 - Main Shaft
		차단부	- 절연조작봉 파손
	오동작 (투입신호를 주지 않아도 동작)	기구 부분	- 투입 Catch(복귀불량) - 투입 Shaft(복귀불량)
		제어 회로	- "Close"회로와 전원회로 단락
트립불량	부동작 (트립신호를 보내도 트립이 안됨)	기구 부분	- 투입스프링(파손, 탈락) - 투입 Catch(걸림, 이탈) - 투입 Paddle(탈락) - 투입코일(소손, Amature파손, 이탈) - 전동기 소손
		차단부	- 녹아서 붙음(Fused Together)
		제어회로	- 보조 스위치 (접촉불량, 소손) - 트립코일 소손 - 단자 Connector(접촉불량, 소손)
	동작부분 (트립은 있으나 실제 동작은 않음)	기구 부분	- Link (이탈)
	오동작 (트립신호 없이 트립이 안될때)	기구 부분	- 투입 Catch(파손)
		제어 회로	- 트립회로와 전원회로의 단락

다음호에계속 ➔