

전력설비의 윤활관리상 문제점과 향후과제에 관한 연구

김우겸·김진환·서정철
한국전력공사

The research for problem of lubrication management and problem awaiting solutions in the power plants

Woo-kyum Kim , Jin-hwan Kim , Jung-chul Seo
Korea Electric Power Corporation

Abstract - 현재 한국전력의 변전설비는 전압으로 구분할 때 최저 공급전압(공칭)이 22.9kV에서 위로는 765kV까지 다양하며, 차단기종류는 진공차단기, 가스차단기가 그 주류를 이루고 있다. 선로 특성에 가장 적합한 보호방식과 운전특성이 잘 고려된 제반설비 등은 불시 고장발생시 차단기의 동작이 완전하도록 돕고 있으나 최근에 발생하고 있는 지연차단, 차단불능 등은 통상적으로 고려하고 있던 전기적 문제가 아니라 기계적 결함에 많은 부분을 차지 하고 있다. 본 논문에서는 그중에서도 윤활문제에서 드러난 결함을 짚어보고 향후 대책을 제안하였다.

1. 서 론

전력수요는 날로 증가 되고 있고 고객의 전기품질에 대한 요구 수준 또한 높아져 가고 있다. 전력회사는 안정적인 전력공급을 위해 정기적인 설비점검·예방시스템을 활용한 일상점검으로 무고장 전력공급에 최선의 노력을 기울이고 있으며, 송변전 전력공급설비의 핵심이라 할 수 있는 변전소는 종래의 옥외철구형에서 보다 Compact화된 옥내GIS(Gas Insulated Switchgear)형태로 바뀌어 가고 있어, 안정적으로 전력 공급을 해나가는 데 크게 기여 하고 있다.

옥외철구형 변전소는 충전부 대부분이 노출되어 있어 작업 중 활선접근 위험성이 높으나, 육안 점검을 통한 고장 예방보수의 면에서 편리하다. 그러나 옥내 GIS형 변전소는 모든 충전부가 외부로 노출되지 않은 밀봉된 형태여서 첨단 예방보수 기술이 요구된다.

성공적인 설비관리는 예방관리에 있으며, 중전의 전기적 관점의 유지관리에서 탈피해 기계, 화학적인 관리뿐만 아니라 재료의 물성(物性)에도 눈을 돌려야 할 때이다. 그러한 관점에서 최근에 발생하고 있는 차단기 **부동작, 지연차단** 등의 원인을 메커니즘 윤활(潤滑)관점에서 개선 대책을 제한한다.

2. 본 론

차단기는 고장요인이 있을 경우에만 고장요인을 제거하기 위해 차단하는 것으로 고장 요인이 없다면 동작하지 않을 것이나 동작조건이 충족되면 반드시 차단되어야 한다. 차단기의 일반적인 특성을 먼저 살펴보면 다음과 같다.

2.1 차단기 적용범위 (한전 표준규격 ES150)

- 정상사용 상태에서는,
 - 1) 주위온도는 최고 40℃ 최저 -25℃ 범위 이내
 - 2) 표고 1000M 이하
 - 3) 에관의 오손도가 현저하지 않은 장소
 - 4) 빙설의 부착량이 5kg/m²를 초과하지 않는 장소
 - 5) 기타 특히 가혹한 조건이 아닌 상태에서 사용하는 경우
- 특수사용상태는, 위에서 규정한 이외의 자연환경 또는 계통상의 특수한 사용 조건은 필요 시 별도 규정하는 것으로 되어 있다.

2.2 전압별 정격차단시간 60Hz기준 (한전 표준규격 ES150)

- 1)25.8kV: 5(Cycle) 2) 170kV: 3(Cycle) 3)362kV: 3(Cycle)

2.3 조작방식

한국전력에서 주로 사용하는 25.8kV~362kV 차단기의 조작방식은 다음과 같이 분류할 수 있다.

- 1) 압축공기 조작방식 : 효성, 현대 GCB(Trip)
- 2) 유압 조작방식 : 효성, 현대, 일진, LS산전
- 3) 전동 스프링 방식 : 25.8kV GIS에 적용

표.1 점검종류와 기준

| 종류 | 점 검 기 준 | 비 고 |
|-------|--|--|
| 초기 점검 | ○ 운전개시 후 1년 이내 (초기 보통점검 및 시험에 속하는 사항) | 단, 모션 단로기부는 정밀점검 시행 (2009년까지 점검) |
| 보통 점검 | 3년1회 또는 1,000회 개폐 시 마다 | |
| 정밀 점검 | ○ 운전개시후 7년, 16년, 22년 도래시(이후 6년마다) ○ 규정된 개폐 횟수 도달시 ○ 예방진단결과 이상징후 발견시 (부분방전측정, GAS 분석 등) | * 규정된 개폐 횟수 - 고장전류 차단: 20회 - 부하전류 차단, 개폐시험: 2,000회 - 조상설비개폐: 1,000회 |

* 윤활유 도포 : 보통 및 정밀점검 시

위에서 살펴본 내용 중에서 본 논문에서 제기하고자 하는 기준조건을 정리해 보면 「**차단기는 정해진 환경안에서는 조작방식의 종류를 불문하고 규정 차단시간내에 고장을 차단할 수 있어야 한다**」고 정의 할 수 있으며 이와 같은 동작이 원활하도록 정기 점검을 하여야 한다.

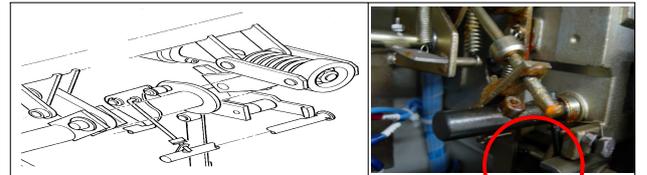
그러나 최근 OO변전소에서 발생한 25.8kV급 GIS의 설비 트러블의 유형에서와 같이 윤활유 특히, 그리스(Grease)경화(硬化)에 의한 고장과 '86~'07.5월까지 전국계통에서 발생한 170kV~362kV 차단기의 지연사례에서 보듯 그리스로 인한 차단불능을 방지하기 위한 윤활 특성은 특별히 고찰(考察)되어야 한다.

2.4 고장사례

Table 1. OO변전소25.8kV GIS Mechanism고장 예(2005.11.15일)

| 설 비 명 | 총수 량 (Bay) | 점검 수량 (Bay) | 불량내용 및 수량(Bay) | | | 비 고 (불량률) | |
|-----------|------------|-------------|----------------|-------|------------|------------|------|
| | | | Trip 불량 | 투입 불량 | Pum ping 계 | | |
| M.Tr Main | 4 | 4 | - | - | 4 | 4 | |
| S.Tr | 2 | 2 | - | - | - | | |
| BUS-TIE | 2 | 2 | - | - | 2 | 2 | |
| BUS-SEC | 6 | 6 | - | 4 | - | 4 | |
| S.C용 | 4 | 4 | - | - | - | | |
| D/L | 배전선로 | 20 | 12 | 5 | 2 | 7 | |
| | 고객선로 | 5 | 5 | - | - | - | 육안점검 |
| 합 계 | 43 | 35 | 5 | 6 | 6 | 17 (49.6%) | |

○ 고장부위



○ 고장원인

- 1)23kV GIS Trip Mechanism부의 그리스 고착으로 기계장치 응동 불량.
- 2)차단기 Trip 동작 메커니즘의 회전부위에 도포된 그리스의 특성열화로 도포부위에 고착되어 Trip코일 여자시 Trip Spring을 풀어주는 Half Shaft 회전불능.

2.4.1 공기 조작 방식 차달기(GIS.GCB)의 개·폐 지연사례

- 1) 기 간 : '86 ~ '07.4월중
- 2) 운전전압 : 170 ~ 362kV급

Table 2. 기계적 고장 원인분류 (그리스 고착 건수)

| 구분 | 고장발생 연도별[건수] | | | | 비 고 |
|----|--------------|---------|---------|--------|--------|
| | '90년이전 | '91~'95 | '96~'00 | '01년이후 | |
| 건수 | 15(3) | 13(5) | 3(2) | 3 | 34(10) |

- 그리스 고착 : 29(%)
- 기타 고장 요인 : 게스킷, 실린더, 조립불량

사진.1 윤활(그리스)불량사례



- 3) 원인유형
 - 각종 먼지, 습기를 함유한 조작공기가 실린더 벽면에 도포된 윤활제를 고착시켜 실린더 피스톤의 마찰력 증가
 - 주밸브 실린더 내부 완충판에서 발생하는 금속편 및 그리스 고착이 실린더 내벽과 Moving Disk의 마찰력을 증가시켜 주밸브의 불완전 동작
 - 그리스 고착으로 인해 주밸브 로드가 완충실린더에 끼이는 현상.

앞서 열거한 바와 같이 윤활유 특히, 그리스의 윤활특성은 전력설비의 안정적인 운영에 직접 영향을 끼침에 틀림없다. 윤활은 운동면의 마찰을 줄이고 마멸을 예방하는 역할기능을 하여야 하나 도리어 고장의 원인이 되고 있음을 알 수 있다 윤활과 그리스의 적용에 대해 알아본다.

2.5 윤 활

2.5.1 윤활계의 기능

기계는 일을 하기 때문에 힘을 전달하거나 방향을 바꾸기 위해 각종 기계적 요소를 조합해 놓은 것이므로, 그 활동부분에는 마찰이 필연적으로 따르게 마련이며, 이 마찰을 감소시키는 일련의 행위를 윤활이라 한다. 그리고 윤활제란 각종기계의 활동부나 진동부의 마찰을 경감시켜 주기 위한 즉, 윤활을 위하여 사용하는 물질을 말한다.

윤활작용은 대표적으로 감마작용을 말하기도 하나 다음과 같은 여러 가지 기능이 요구된다.

1) 감마작용

접동 부분에는 항상 유효한 윤활제가 존재하여 접동시 유체윤활상태를 유지하고 한계상태에서는 강한 유막이 Seizure(윤착)현상을 방지한다. 그리고 윤활제는 기계의 운동부에서 발생하는 마찰을 감소하여 기계적 효율을 증진 시키며 마멸과 손상을 경감하여 수명을 연장해 준다.

2) 냉각작용

윤활부에는 항상 마찰이 발생하게 마련이다. 따라서 만일 이 열이 제거되지 않으면 국부적으로 고온이 되어 마침내 윤착이 된다. 윤활제가 마찰열을 흡수하여 계 외로 방출시키는 것은 중요한 기능중의 하나이다.

3) 응력분산작용

윤활부에서는 국부적 또는 순간적으로 고압이 걸리므로 유막이 파괴되어 윤착을 일으키기 쉽다. 윤활유는 액체의 성질로서 국부압력을 액 전체에 균등하게 분산시키므로 국부적인 마찰을 방지하는 작용을 한다. 이것을 응력분산작용이라 하며, 엔진과 같이 진동하중이나 충격하중이 작용하는 경우에 중요한 성질이다.

4) 밀봉작용

내연기관 및 압축기 등의 실린더 윤활에 있어서는 주로 피스톤링이 고압작동가스의 누설을 방지하며 이때 윤활유는 이 기능을 도와준다. 이와 같은 기능을 밀봉작용이라 하며, 윤활유에 있어서 중요한 기능중의 하나이다. 윤활유의 점도, 점도지수 유막구성력 등이 이 기능에 관계된다.

5) 방청작용

윤활면에 공기 중의 산소나 수분이 작용하면 금속은 부식하게 마련이다. 따라서 윤활유는 윤활면의 금속에 산소, 수분 또는 부식가스의 침투를 방지하며 또한 이들 부식성 물질이 침입한 후에도 이것을 부식억제제가 치환하여 제거하므로 방청작용을 한다.

6) 세정작용

윤활부에 고형협잡물이 있으면 마찰현상이 현저하게 증가되어

마찰면을 손상시킨다. 협잡물은 공기중의 먼지 또는 금속의 마멸(磨滅)분 일 때도 있으며, 때에 따라서는 연소생성물이 침입하는 경우도 있다. 윤활유는 윤활시스템 내에서 오염물질들을 씻어내는 세정작용을 한다.

7) 윤착방지작용

고부하 및 저속마찰부와 같이 경계마찰이 발생하는 곳에서 극압첨가제를 함유한 윤활제는 강인한 피막을 형성하여 윤착을 방지한다.

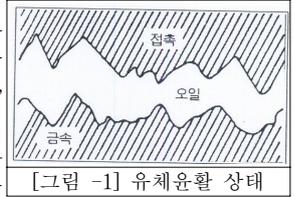
윤활작용이라 함은 이러한 종합적인 제반기능을 말하며, 윤활유는 각기용도에 따라서 이러한 성질이 조정되어 제조된다. 예를 들면 모터유에는 2.5.1(1,2,3,4,6)항이 그리스에는 2.5.1(1,4,5)항이 요구된다.

2.5.2 윤활의 종류

윤활은 유막의 두께 및 유막구성력 등과 윤활상태에 따라 다음과 같이 후막윤활, 경계윤활, 극압윤활의 3단계로 나누어진다.

1) 후막윤활(Thick film Lubrication)

완전윤활, 수화력 윤활 또는 액체 윤활이라고 하며, 이것은 가장 이상적인 윤활로서 두터운 유막에 의하여 두 마찰 면이 완전히 분리되고, 베어링 간극 중에 수화적인 유압이 발생되어 이것이 하중과 균형을 이룬다. 이 상태는 잘 설계되고 적당한 속도, 하중 그리고 충분한 급유 상태에 있을 때 유지된다. 이때의 마찰은 윤활유의 점도와 관계가 있고 금속의 성질과는 무관하다. 마찰계수는 0.01~0.005로서 최저이며, 그림-1과 같은 후막윤활의 상태를 나타낸다.



2) 경계윤활(Boundary Lubrication)

박막윤활(薄膜潤滑), 불완전윤활 또는 동력학적 윤활이라고 하며, 이것은 후막윤활상태에서 하중이 증가되거나 유온 상승에 따라 점도가 떨어지면, 유압으로서 하중을 지탱할 수 없게 되고 금속면의 얇은 경계상에서 국소적으로 마찰이 발생하게 된다. 이러한 때에는 베어링재료의 물리화학적 성질, 표면다듬기정도, 윤활유의 윤활특성 등이 관계되며, 점도는 그다지 중요하지 않다.

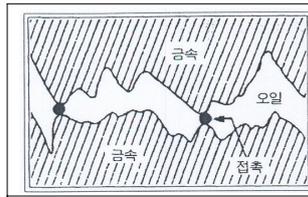
그림-2에 경계윤활 상태를 보여준다.

윤활유 중에 유성제가 존재하면 이것이 접동면에 강하게 흡착하여 흡착유막을 형성하고 이것이 경계윤활상태에서 금속상호간의 직접 접촉을 방지한다. 그러나 흡착물질의 대부분은 극성유기물이기 때문에 열에 대한 저항력이 약하고 베어링의 온도가 상승함에 따라서 효과를 상실한다. 이 한계온도를 전이온도(轉移溫度)라고 한다.

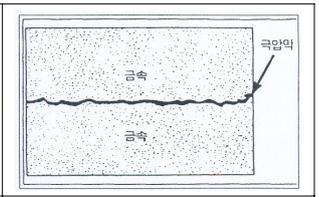
경계윤활은 고하중, 저속상태 및 점도의 부족, 불충분한 급유시에 많이 일어나며, 특히 시동, 정지 시에는 거의 경계윤활상태가 된다. 경계윤활상태에서의 마찰계수는 0.1~0.01정도이다.

3) 극압윤활(Extreme Pressure Lubrication)

더욱 하중이 증대되어 마찰면의 온도가 높아지면 결국 흡착 유막으로는 하중을 지탱할 수 없게 되어 유막은 파괴되고 마침내 금속접촉이 일어나 접촉 금속부분에서 윤착과 인열(引裂)이 일어나므로 마찰이 급증한다. 동시에 마찰면은 파괴, 균열, 급열이 일어나고 국부적인 고온, 고압은 금속피로의 원인이 된다. 그림2-3에 극압윤활의 상태를 나타내고 있다. 이 경우에는 유성제의 효과는 없으며 소위 극압첨가제라고 불리는 염소, 인, 황 등의 유기화합물을 배합함으로써 좋은 효과를 얻을 수 있다. 이러한 화합물은 윤활금속면의 돌출부와 화학적으로 반응하여 2차 금속화합물피막 [염화철피막(FeCl₂), 황화철피막(FeS), 인화철피막(FeP₂)] 을 만든다. 이와 같은 피막들은 해당 금속에 비하여 윤착이 잘 안되고 극압마찰을 저하시킨다. 또 이와 같은 무기피막은 박리되어도 다시 수복되기 때문에 전이온도는 흡착유막보다도 훨씬 높다. 이러한 윤활을 극압윤활이라고 한다. 자동차의 경우 극압윤활이 후차축의 하이포이드 기어(Hypoid Gear)에서 빈번히 일어난다.



[그림-2] 경계윤활상태



[그림-3] 극압윤활상태

2.6 윤활유의 종류와 특성

윤활제로서 가장 많이 사용되는 것은 액상의 윤활유이며, 대부분이 광유이다. 액상의 윤활유가 갖추어야 할 성질로는 첫째, 사용상태에서 충분한 점도를 가질 것

둘째, 한계유험상태를 건디어 낼 수 있는 유성이 있을 것 셋째, 산화나 열에 대한 안정성이 높고 화학적으로 불활성이며, 청정하고 균질할 것 등이다.

2.6.1 유험유의 분류

1) 원료에 의한 분류

유험유를 원료에 따라 분류하면 다음과 같이 2종류로 대별한다.

- 석유계유험유 (광유계)
 - 파라핀계유험유(Paraffinic Lubricants)
 - 나프텐계유험유(Naphthenic Lubricants)
 - 혼합계유험유(Mixed Lubricants)
- 비석유계유험유 (비광유계)
 - 동식물계유
 - 합성유험유

2) 점도에 의한 분류

석유계 유험유를 점도에 따라 분류하면,

- 경질(硬質)유험유(Light stocks)
- 중질(中質)유험유(Medium stocks)
- 중질(重質)유험유(Heavy stocks)로 대별되고 구체적인 분류는 용도에 따라 점도기준에 의하여 세분화된다.

○ 미국자동차 기술자협회(SAE)의 점도 분류가 국제적으로 통용되고 있으며,

- 내연기관용 엔진유(SAE): OW.5W.10W.15W.20W.25W.20~60
- 트랜스미션 및 베어링용 기어유: 70W.75W.80W.85W.90.140.250

○ 일반유험유 즉 공업용유험유의 경우에는 국제표준화기구의 점도분류(ISO²⁾ VG급의 점도 분류가 널리 채택되어 사용되고 있다.

2.7 그리스의 분류와 종류

2.7.1 주도(penetration)에 의한 분류

그리스에 의한 주도는 자동차용 유험유의 SAE 점도구분과 공업용 유험유의 ISO점도구분에 상당하는 것으로서 National Lubricating Grease Institute(NLGI, 미국그리스 협회)가 정한 NLGI 주도번호에 따른다. 이것은 표 2-7에 나타난 것과 같으며, 25℃의 혼화주도에 따른 것이다.

표.2 NLGI 주도번호

| NLGI No. | 혼화주도범위 | 상 태 | 적 용 |
|----------|---------|---------|--------------------|
| 000호 | 445~475 | 반유동상 | 집중급유계 |
| 00호 | 400~430 | 반유동상 | |
| 0호 | 355~385 | 매우부드럽다 | |
| 1호 | 310~340 | 부드럽다 | 자동차새시 |
| 2호 | 265~295 | 중간 | 구름베어링, 일반 |
| 3호 | 220~250 | 약간 단단하다 | 자동차휠 베어링 미끄럼베어링 |
| 4호 | 175~205 | 단단하다 | |
| 5호 | 130~165 | 매우단단하다 | |
| 6호 | 85~115 | 매우단단하다 | |

1) 주도는 기유전도와는 독립된 성질이고 오히려 증주제의 종류와 양에 관계된다. 따라서 유험유에 관해서는 기유점도를 중시해야 한다.

2) 주도와 기유점도는 온도에 따라 변화한다. 또 증주제가 같으면 내열성을 나타내는 적점(滴點)은 주도가 바뀌어도 별로 변하지 않는다. 따라서 저온한계는 기유의 저온점도에, 고온한계는 증주제의 종류나 적점에 주목할 필요가 있다.

주도가 처음 정해졌을 때는 1호가 가장 묽은 순번이었으나 집중급유설비의 개발로 더 묽은 그리스가 요구됨에 따라 0,00,000호가 추가되었다. 4,5,6호는 블록그리스로 분류되는 것으로 뜨거운 동안에 단조하거나 절삭날로 잘라 블록상태로 하여 롤백 등 유험유분에 직접 급유하는 형태인데, 최근에는 거의 사용하지 않는다. 보통의 용도에는 1~3호가 많으며 그 중에서도 2호가 가장 흔히 사용된다.

2.7.2 조성에 의한 분류

지금까지 설명한 바와 같이 그리스는 증주제, 기유, 그리고 첨가제를 주성분으로 하기 때문에 이 세 가지 성분의 조합으로 각종 용도의 그리스가 만들어 진다.

1) 증주제에 의한 분류

일반용 그리스에는 증주제로서 지방산의 금속염, 즉 금속비누가 사용되며 이와 같은 형태의 제품을 비누계 그리스라 부른다. 그리스의 성상에 대하여는 비누를 구성하는 금속의 영향이 크므로 칼슘, 나트륨 또는 리튬비누 그리스 등으로 분류되어 있으며 또한 용도도 이와 잘 대응되어 있다. 그러나 칼슘비누는 열에 약하고 나트륨비누는 물에 약한 등 각각의 결점이 있으므로 현재 단순한 비누계로서는 전반적으로 결점이 적고 만능그리스로서 사용이 가능한 리튬비누 그리스가 증가 되고 있다. 증주제의 내열성을 개량하기 위하여 지방산과 다른 유기산과의 복합비누를 사

용한 것을 복합비누 그리스 또는 콤플렉스 그리스라 부른다. 칼슘 콤플렉스, 알루미늄 콤플렉스, 리튬 콤플렉스 그리스 등이 있고 적점은 200℃를 넘는다. 그리고 비누계 이외의 증주제를 사용한 것이 비(非)비누계이다. 유기계에는 폴리우레와 불소수지계가 있고 무기계(無機系)에는 벤톤 및 실리카겔 그리스가 있다. 모두 고온용 특수 그리스로 사용되는데 증주제 그 자체의 내열성은 뛰어나지만 장기간의 안정성이나 유험성에는 다소 문제가 있다.

2) 기유에 의한 분류

그리스의 유험작용은 궁극적으로 기유로 인하여 행해지므로 기유는 그리스에서 중요한 성분이지만 그리스의 외관과 그 밖의 성질에는 증주제 만큼은 영향을 미치지 않으므로 통상 기유에 의한 분류는 하지 않는다. 일반적으로 기유로는 광유를 사용하는데 이 경우 합성계와 구별하기 위하여 광유계 그리스라 부르기도 한다. 합성계 그리스에는 합성유험유가 주로 사용되는데 2연기산 디에스테르 등 저온특성을 강화시킨 것과 네오펜틸 폴리올 에스테르 등 고온특성을 강화시킨 것이 있다.

3) 첨가제 의한 분류

그리스의 경우에도 유험유에 사용되는 극압첨가제, 산화방지제, 방청제 등이 같은 목적으로 사용된다. 특히 극압첨가제에 따라 녹아붙음 방지성을 향상시킨 것을 극압그리스 또는 EP그리스라고 부른다. 또 오일과는 달리 침강(沈降)되지 않기 때문에 이황화몰리브덴(MoS₂), 그라파이트, PTFE 등의 고체 유험제도 많이 사용하는데 이런 종류의 것을 고체유험제 그리스로 구별하여 부르기도 한다.

2.7.3 용도에 의한 분류

전에는 비누거품에 따라서 그리스의 성능과 용도가 정해졌기 때문에 칼슘, 나트륨, 리튬 등의 금속명으로 분류하는 일이 많았다. 그러나 콤플렉스 비누의 첨가와 합성유 및 첨가제에 따른 상당한 성능 조정 등으로 인하여 현재는 용도에 의한 분류가 일반화 되어 있다. KS에서도 종래의 주요 조성에 따른 분류를 개정하여 표3-8과 같이 용도에 의한 분류로 통칭하고 있다. 1종, 2종의 세부항목에는 조성에 따른 구분도 있으나 『주도』와 같이 고정적인 것은 아니다. 미국의 SAE(Society of Automotive Engineers)는 자동차 그리스에 대하여 다양하게 분류하고 있다. 단, 그리스에 대한 SAE분류는 자동차용 엔진유나 기어유에 대한 SAE 서비스분류와 같이 일정한 품질이나 인정시험결과에 따른 것이 아니며, 자동차메이커 및 유험제 메이커마다 각각의 조성과 성능이 지정되어 판매되고 있다.

결국 그리스는 유험유에 비해볼 때 증주제 분량만큼 성분이 많고 기유, 첨가제의 조합에 따라 다양해지므로 선택시에는 단순히 분류나 명칭에 의존하지 말고 조성이나 배합내용 등을 고려하여 검토해야 한다.

2.8 유험유 첨가제

자동차, 선박, 항공기, 공작기계나 산업기계의 발전에 따라 유험유의 사용조건이 점차 가혹해지고 있다. 이러한 요구를 만족시키기 위해서는 유험유 기유의 성능만으로는 불가능하며 여러 종류의 첨가제를 투입하여 품질을 향상시켜야 한다.

첨가제는 유험유기유가 가지고 있는 물성을 강화시키기 위해 첨가하는 것과 유험유기유가 가지고 있지 않는 기능을 제공하기 위하여 첨가하는 것 두 가지로 나눌 수 있다.

유험유기유의 산화분해, 열분해, 마찰이나 마멸의 감소 등을 위하여 첨가하는 것은 전자에 속하고, 기유분해분의 침적을 막아 주거나 부식을 방지하며 온도에 따른 점도변화를 극소화시키기 위하여 사용되는 첨가제는 후자에 해당된다.

즉, 유험유 첨가제는 유험유기유의 물리·화학적 성질을 보완 또는 강화시킴으로 유험유로서 소기의 목적을 달성하도록 첨가하는 화학물질을 말한다.

이와 같은 역할을 수행하기 위하여 첨가제가 갖추어야 할 조건으로는,

- (1) 기유에 대한 용해도가 높을 것
- (2) 물에 대하여 안정할 것
- (3) 휘발성이 낮을 것
- (4) 장기간 보관 시 안정할 것
- (5) 첨가제 상호간 반응으로 침전물 등을 생성하지 않을 것

현재까지 개발되어 사용되는 유험유 첨가제는 종류가 매우 다양하지만 성능 및 용도별로 분류하면 금속계 청정제, 비회형분산제, 산화방지제, 방청제, 부식방지제, 극압제, 소포제, 유동점강화제, 점도지수 향상제, 마멸 방지제 등이 있다.

2.9 전력설비의 그리스 사용환경

2.9.1 운전 환경

한전표준규격을 만족하는 온도조건인 최고 40℃ 최저 -25℃범

1) SAE : Society of automotive Engineers

2) ISO : International Organization for Standardization

위이내를 만족하는 범위 이내

2.9.2 사용환경

- 1) 전기도전부
 - 정격전압 : 25.8kV ~ 362kV급
 - 통전전류 : 0 ~ 수천(A)
 - 전기도전부의 환경 : SF₆ Gas(6불활성)로 밀폐구조 (Gas압력 0.5 ~ 6.0kg/cm²)
 - 피 도포물질 : 전기접촉부 . Seal Gasket 등
- 2) 기계조작부
 - 공기압내 : 15kg/cm² (조작 동력원)
- 3) 기 타 : 조작기어, Shafts, 베어링 등(대기중)

2.10. 표본조사

앞서 기술한 윤활 개념을 바탕으로 전력환경에 적합한 그리스가 무엇인지를 살펴보기 위해 한국전력 변전설비 모든 납품업체에 대해 사용 그리스의 SPEC.를 요구 한 바 다음과 같다.

Table 3. 제작사별 GIS Grease Type 현황

| 번호 | 업체명 | 품 명 | 제작사 | 제작사 추천 관리방안 | 비 고 |
|----|----------|----------------------------|-------------|----------------------------------|------------------|
| 1 | 현대중공업(주) | B8 #55 | TOSHIBA | - | 확인 및 제도포 (2년 주기) |
| 2 | (주)효성 | MULTEMP CE-T No.2 | KYODO YUSHI | 정밀점검(6년)주기,이물질 혼합시 세정후 도포 | |
| 3 | 엘에스산전(주) | CRS-842 | NICHIMOLY | 설치후 1-2년내 및 3년내 기구부(윤활되는 부분)정기점검 | |
| 4 | 일진전기(주) | BR2-Plus | DowCorning | 반기별 점검 및 1~2년마다 교체 | |
| 5 | (주)광명전기 | 몰리브덴 | PHOENIX | 매년 정상적인 동작점검 실시 | |
| 6 | (주)동남물산 | 크라운 GREASE POLO GREASE | SK | 응고되지 않는 GREASE사용 | |
| 7 | 동방전기공업 | TOPAS L52 TOPAS JLL5 FLUID | NOK NOK | 3년주기 그리스 고착여부 확인 | |
| 8 | 선도전기(주) | B9 | 미쓰비시 | 기기정기점검시 세척 후 교체 | |
| 9 | 일성이엔지(주) | 크라운 GREASE 구름베어링3종2호 | SK | 연1회이상 점검 (육안 및 TEST) | |
| 10 | 제룡산업(주) | - | - | - | |
| 11 | 비즈로시스 | MOLYKOTE FBI180 | DowCorning | 정기적인 점검 | |
| 12 | 진광이엔씨(주) | CRS-842 | NICHIMOLY | 연 1회이상 점검 | |
| 13 | (주)테크프로 | - | - | 베어링 방식 사용 | |
| 14 | (주)파워맥스 | - | - | 베어링 방식 사용 | 테크프로 기술제휴 |
| 15 | 비즈로테크 | RHEOLUBE 363 | NYE | - | 옥외 VCB |

※ 윤활 그리스를 사용하지 않을 경우의 문제점
 기계 마찰면에 유막이 형성되지 않아 마멸이 생기며 설비의 수명을 단축시키고 그것이 전기 충전부내에서라면 전기적 Particle로 작용하여 절연파괴 고장을 유발할 수 있다.

2.11 문제점

2.11.1 그리스의 적용

- 1) 다양성
 사용환경 만큼이나 그리스의 종류 또한 다양하여 적합한 제품의 선정은 전문적인 기술이 요구된다.
- 2) 사용자
 사용자가 변전설비 구매 시 윤활그리스에 관한 기준을 제시하지 않음으로써 납품자가 임의 적용하고 있다.
- 3) 납품업체
 별도의 SPEC. 관리가 없으며, 사용그리스에 대한 특성을 잘 알지 못한다.

2.12 검토되어야 할 내용들

(1) SPEC

○ 검토
 전력 계통에 운전되는 차단기의 부동작 또는 지연동작을 분석해 보면 그리스의 경화에 일어나는 것이 대부분으로 이는 그리스의 유동점³⁾, 방청성⁴⁾, 산화안정도⁵⁾, 저온토크성능과 관련되며 다른 산업용기기 등과 달리 주도, 이유도 및 회전속도와 그리스 온도상승을 고려하는 적점 등과는 그다지 관련이 없다고 보여진다.

○ 결 정

위 2.11.2에 기술한 바와 같이 변전설비의 사용 환경은 다양하지 않아, 최소한의 윤활기준을 정함에 어려움이 없다. 이 점은 전문연구기관과 용역을 통해 결정해 나갈 예정이다.

○ 활 용

납품도면 검토시 윤활그리스의 기준이 표시되고 기기 각부의 도포위치가 표시되어야 한다.

(2) 그리스 작업

점검기준은 점검작업 시 윤활유를 “제도포”하는 것으로 되어 있으나 제도포에 앞서 장기간 사용한 그리스의 제거가 중요하다.

○ 제거작업은 중성윤활제의 사용으로 다른 부속류에 영향을 주지 않아야 한다.

○ 도포 시는 필요한 경우 주사기를 사용하여 미세 먼까지 고른 도포가 필요하다.

(3) 작업자 교육

각종 윤활유 체계화하여 사용자나 유지, 보수작업자의 윤활에 관한 체계적인 교육이 필요하다.

3. 결론

본건에 관하여 전문연구기관과 합동으로 필요기준을 제정하기 위한 검토과정에 있으며, 조만간 가시적인 성과가 있을 것으로 보여진다. 이와 같이 전력설비의 고장원인 분류에 있어서 근원적인 문제를 전기 외에서도 찾아 보려는 노력과 서론에서 제기한 바와 같이 기계, 화학적 결합, 재질의 물성변화와 유체공학까지도 집중 검토하고, 관리하여야 할 것이 필요하다. 최고 수준의 전력품질은 예방보수와, 다양한 유지 보수와 문제점을 찾아 해결해 나가는 데 관건이 있을 있음을 인식하여 지속적으로 연구해 나갈 계획이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 윤활관리 핸드북 .한국기기유화시험연구원 (2003.4)

- 3) 유동점 : 일정한 방법에 따라 윤활유를 짓지 않고 일정속도로 냉각했을 때 윤활유가 유동하는 최저의 온도이며, 추운기후에 야외에서도 액체의 흐름이 유지되는 최저온도, 완전히 굳었을 때 보다 2~3℃높은 온도
- 4) 방청성 : 금속이 공기중에 방치되면 공기중의 산소, 이산화탄소 등의 가스 및 수분으로 산화,부식을 초래할 수 있음. 이러한 현상을 방지하기 위한 것으로 사용가능.
- 5) 산화안정도 : 그리스가 여러 외적 요인들에 의하여 산화(or 열화)되려고 하는 것을 억제하는 성질을 나타냄.