

KOSHA GUIDE

M - 114 - 2012

유탄유 분석에 의한 고장진단  
기술지침

2012. 6.

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한국산업안전보건공단 김건남
- 개정자 : 안전연구실
- 제 · 개정경과
  - 1997년 7월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
  - 1997년 8월 총괄기준제정위원회 심의
  - 2003년 3월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
  - 2003년 5월 총괄기준제정위원회 심의
  - 2012년 4월 기계안전분야 기준제정위원회 심의(개정)
- 관련규격 및 자료
  - IRI (INDUSTRIAL RISK INSURERS)  
Lubricating oil analysis
  - ISO / DIS 14830-1  
Tribology based monitoring and diagnostics of machines - Part 1 :  
General guidelines
- 관련 법규 · 규칙 · 고시 등
  - 산업안전보건 기준에 관한 규칙 제2편 제1장 제1절 제91조(고장난 기계의 정비 등)
- 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2012년 6 월 20 일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

## 윤활유 분석에 의한 고장진단 기술지침

### 1. 목적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제2편 제1장 제1절 제91조(고장난 기계의 정비 등)의 규정에 따라 기계의 결함을 발견하기 위하여 기계에서 사용되는 윤활유 분석 및 고장진단에 관한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

### 2. 적용범위

이 지침은 윤활유를 사용하는 기계의 윤활부위에서 손상이나 파손이 발생하였을 때 심각한 손실을 초래할 수 있는 설비에 대하여 적용한다.

### 3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “산가”라 함은 시료에 함유되어 있는 산성성분을 중화하는데 소요되는 염기의 수량으로서 시료 1g당 수산화칼륨의 소요량은 mg 단위로 표시한 수를 말한다.

(나) “염기가”라 함은 시료에 함유되어 있는 염기성분을 중화하는데 소요되는 산의 수량으로서 시료 1g당 염산의 소요량은 mg 단위로 표시한 수를 말한다.

(다) “점도지수”라 함은 온도에 따른 석유제품의 점도변화를 특정화하기 위하여 높은 점도지수는 작은 점도변화를, 낮은 점도지수는 큰 점도변화를 나타내는데 사용되는 일반적인 등급의 수를 말한다.

(라) “유동점”이라 함은 시료를 45℃로 가열한 후 시료를 교반하지 않고 냉각했을 때 시료가 유동하는 최저온도이며 0℃를 기점으로 하여 2.5℃의 정

수배로 표시한 수를 말한다.

(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행 규칙, 안전보건규칙 및 고용노동부 고시에서 정하는 바에 의한다.

## 4. 윤활유의 기능

기계에 윤활유를 사용하는 것은 일반적으로 윤활유가 다음의 기능을 하기 때문이다.

### 4.1 마모방지작용

금속마찰면 사이에 윤활유막을 생성시킴으로써 고체마찰이 액체마찰로 바뀌어져 마찰을 감소시키고 마찰면의 마모를 방지하는 작용을 한다.

### 4.2 냉각작용

마찰이 있는 부위에는 마찰열이 발생되고 이것이 축적되면 온도가 올라가 윤활유의 점도가 저하되고 유막이 얇게 되어 고장의 원인이 되므로, 윤활유를 순환주입함으로써 발생한 마찰열을 제거하는 냉각작용을 하게 한다.

### 4.3 밀봉작용

작동부분에 유막을 형성하여 밀봉을 보조하는 작용을 한다.

### 4.4 방청작용

금속면이 부식되는 것은 물과 산소 때문이며 염분이 가해지면 부식은 더욱 심해진다. 윤활유는 금속표면에 유막을 만들고 공기와의 접촉을 방지함과 동시에 수분의 침입을 허용하지 않으므로 부식되는 것을 방지하는 작용을 한다.

#### 4.5 세정작용

기계를 사용하면 윤활부위에 마모된 금속입자, 먼지, 미연소 탄소가루 등이 생성 또는 침투되므로, 윤활유는 이들을 용해 또는 분해하여 기름 속에 분산시켜서 마찰면을 청정하게 유지하는 작용을 한다.

#### 4.6 응력분산작용

윤활부위에 국부적 또는 순간적인 고압이 발생되면 접촉점에 큰 압력이 걸리고 금속내부에는 큰 응력이 생긴다. 이것이 반복되면 금속이 피로하여 마모 또는 파손의 원인이 된다. 윤활유는 액체의 성질로서 국부압력을 액 전체에 균등하게 분산시키는 응력분산작용을 한다.

### 5. 윤활유의 선정기준

기계에 적합한 윤활유를 선정할 때에는 다음의 성질을 고려한다.

#### 5.1 윤활성과 열전달 성질

마모방지작용과 냉각작용이 좋은 윤활유를 선정한다.

#### 5.2 마모된 금속입자 또는 미연소 탄소가루 등을 부유 시키는 성질

세정작용이 좋은 윤활유를 선정한다.

#### 5.3 반응성

윤활유가 산성이나 알칼리성 물질이 될 경우에는 접촉하는 금속표면과 반응을 일으켜 부식이 발생하고 윤활성능이 저하되므로 기계 재료와의 반응성을 고려한다.

## 5.4 내산성

윤활유에 산성물질이 포함되면 윤활유를 변질시키거나 기계재료를 부식시켜 위험물질을 누출시킬 위험이 있으므로, 산성물질을 조절하는 성질이 필요하다.

## 5.5 물과의 친화성 및 분리성

- (1) 물은 기계재료의 부식원인이 되므로 윤활유가 물과 혼합되는 성질을 가지면 부식방지 능력이 향상된다.
- (2) 절삭유, 압연유, 불연성작동유 등에는 물과의 친화성이 있는 윤활유를 사용한다.
- (3) 물과 분리되는 성질의 윤활유는 스팀터빈이나 엔진 등 수증기를 취급하는 기계에 사용한다.

## 5.6 발포성

윤활유 사용 중 거품이 일어나면 산화를 촉진하고 윤활유 펌프의 기능을 감소시키며 윤활능력, 냉각능력을 저하시켜 정상운전을 할 수 없게 하므로 발포성이 적은 윤활유를 사용한다.

## 5.7 내산화성

- (1) 윤활유는 사용 중 공기중의 산소와 산화작용을 일으키고, 열과 압력, 수분 또는 금속입자 등의 오염에 의하여 산화속도가 증가된다.
- (2) 산화작용은 윤활유를 열화시켜 기계의 원활한 운전을 방해하므로 산화에 대한 저항성이 큰 윤활유를 사용한다.

## 5.8 열안정도

- (1) 윤활유는 고온에서 열분해를 일으켜 산화, 증발, 중합, 축합 등의 작용을 하고 슬러지를 발생시킨다.
- (2) 열안정도가 나쁜 윤활유를 사용하면 쉽게 열화되고 슬러지가 발생되어 기계를 오염시키고 윤활·냉각 성능이 저하되어 고장의 원인이 된다.

## 6. 윤활유 품질관리

- (1) 부적합한 윤활유가 섞이거나 투입되면 기계의 정상 성능 발휘에 문제가 생기며, 적정 윤활유와 물리적·화학적으로 반응을 일으키게 되므로 저장 탱크에 투입시 주의한다.
- (2) 하나의 설비에서는 사용하는 윤활유의 종류를 최소화한다.
- (3) 설비제작자가 요구하는 윤활유의 사양과 윤활유 제작자의 성분표시표를 참조하여 윤활유의 작용을 검토하면 설비에 적합한 단일 윤활유를 선택할 수 있다.
- (4) 새로운 장비를 설치할 때에는 이미 사용되고 있는 윤활유를 사용할 수 있도록 장비사양서에 기록하여 발주한다.
- (5) 윤활유 저장탱크의 투입구, 윤활유 보관 용기에는 사용 또는 저장되는 윤활유의 이름을 표시한다.
- (6) 기계·장비 이력서 또는 기계관리 대장에는 윤활유의 종류와 윤활유 공급 방법 및 시기 등이 기록되어 있어야 한다.
- (7) 새로 구매되어 반입된 윤활유는 시료를 채취하고 분석하여 잘못된 제품의 공급을 막고, 사용한 윤활유를 분석함으로써 새로운 윤활유에서 얻어지는 결과를 기존 윤활유의 성질과 비교한다.

- (8) 윤활유 공급장치를 사용하여 기계적으로 저장탱크에서 일정량을 공급할 수 있는 설비를 갖추어야 한다.

## 7. 윤활유 분석

### 7.1 분석목적

#### 7.1.1 기계상태 파악

- (1) 마모된 금속입자의 수나 성분을 분석함으로써 진동이나 온도분석에 의하여 감지되는 것보다 많은 종류의 기계손상을 먼저 알 수 있다.
- (2) 물, 연료, 기타 다른 이물질에 의하여 오염되어 있으면 기계의 파손 및 그 위치 등 기계의 상태를 알 수 있다.

#### 7.1.2 윤활기능 유지

윤활유의 상태 감시는 최적의 교환, 기능의 보완 등 윤활유의 품질을 최소의 경비로 유지할 수 있게 한다.

### 7.2 시료채취

- (1) 시료를 분석하는 실험실에서 요구하는 절차에 따라 시료를 채취한다.
- (2) 시료는 일반적으로 기계 작동온도에서 윤활유가 정체하지 않고 흐르는 부분에서 채취한다. 윤활펌프의 출구 또는 필터나 스트레이너의 전 부분에서 채취한다.
- (3) 시료는 청결한 용기에 채취한다.



(4) 대상기계가 정상적으로 가동되는 동안이나 기계가 정지한 후 15분 내에 채취한다.

(5) 시료채취는 항상 같은 방법으로 한다.

### 7.3 시료채취 주기

윤활유에 마모된 금속입자가 나타나고 중대한 기계 고장이 발생하는 것이 얼마만큼의 시간이 경과되느냐에 따라 시료채취 주기가 결정되므로, 기계의 성능을 최적화하고 사고를 예방하기 위한 윤활유 시료채취 일정을 만들어 시행한다.

시료채취 주기는 다음 각 호의 기준에 따르고, 공정상 중요도에 따라 빈도를 증가시키며 기계제작자의 지침을 참조한다.

- (1) 내연기관, 가스터빈, 공기압축기, 냉동압축기 등을 일반적인 상태로 사용할 때와 저널 및 구름 베어링 : 월별 또는 매 500시간마다
- (2) 스팀터빈, 기어 및 유압시스템 : 격월간
- (3) 예비로 설치되었거나 비상용 내연기관 또는 기타 기계와 그리스 윤활 베어링 : 분기별
- (4) 공조용 압축기 : 일년 중 사용하는 기간의 사용 전, 사용 중, 사용 후

### 7.4 윤활유 분석관리

- (1) 분석실험실에서 윤활유 분석을 함으로써 제공할 수 있는 가장 중요한 기능은 결과의 해석과 관리이다.
- (2) 윤활유 상태의 경향관리는 한 번의 시료에 대한 분석결과 보다 많은 정보를 제공한다.
- (3) 관련기계의 특성을 포함하여 각 부품, 기계이력, 제출된 모든 시료의 분석

결과가 컴퓨터 데이터베이스로 유지관리되도록 한다.

- (4) 한 기계에서 매 번의 시료가 자동적으로 경향관리로 해석될 수 있도록 프로그램 체계를 갖춘다.
- (5) 결과보고서와 결론은 각 시료와 이전의 모든 시료의 경향을 포함하여 작성되어져야 한다.
- (6) 샘플분석은 신속하고, 신뢰성 있고, 정확하게 이루어져야 하며, 만약 심각한 상태가 발견되면 즉시 책임자에 통보한다.
- (7) 심각한 상태의 발생원인에 대한 적절한 이유를 포함하여 추가 조사가 필요한 위치와 취해야 할 대책을 명확히 제시한다.
- (8) 모든 해석 결과는 각 기계의 보수자료철에 기록유지한다.

## 7.5 윤활유 분석 결과조치

- (1) 윤활유를 필터링한다.
- (2) 같은 윤활유 또는 다른 사양의 윤활유로 교체한다.
- (3) 윤활유 첨가제의 상실된 기능을 보충한다.
- (4) 유체의 누출 등으로 인한 오염의 근원을 조사한다.
- (5) 기계를 분해하여 마모된 입자의 근원을 찾아 원인을 시정한다.

## 8. 윤활유 분석 시험 종류

### 8.1 점도분석

- (1) 점도는 가장 중요한 윤활의 성질이며 쉽게 측정이 가능하다.
- (2) 윤활유는 높은 압력과 온도의 상태에서 유막을 유지할 수 있도록 충분한 점도를 가져야 한다.
- (3) 점도가 너무 높으면 유동성이 적어 윤활기능이 나빠진다.
- (4) 점도의 증가는 산화되거나 먼지·수분·높은 점도유체에 오염되었을 때 나타난다.
- (5) 점도의 감소는 점도가 낮은 유체에 오염되었을 때 나타난다.
- (6) 일반적으로 점도가 정상보다 10% 이상 변화되면 윤활유를 교환한다.
- (7) 시험방법은 KS M 2014 “원유 및 석유제품의 동점도 시험방법 및 석유제품 점도지수” 계산 방법에 따른다.

## 8.2 점도지수

- (1) 점도지수는 온도에 따른 점도의 변화를 나타내는 수치이며 일반적으로 온도가 올라가면 점도는 떨어진다.
- (2) 윤활유의 사용 온도는 반드시 일정하지 않고 사용 조건에 의하여 대폭적으로 변동될 수 있으므로 그에 따른 점도 변화가 되도록 적은 것이 좋다.
- (3) 중합체 첨가제는 점도·온도 관계를 조정하므로, 첨가제가 운전 중 변화되면 윤활유의 성능에 이상이 발생한다.
- (4) 점도지수는 윤활유의 점도와 온도 관계를 지수로 나타내는 실험치로서 40℃와 100℃에서의 동점도를 비교한 값이다.  
점도지수가 높다는 것은 온도에 대한 점도의 변화가 적다는 것을 나타낸다.

- (5) 계산방법은 KS M 2014 “원유 및 석유제품의 동점도 시험방법 및 석유 제품 점도지수” 계산방법에 따른다.

### 8.3 유동점

- (1) 유동점이란 윤활유를 저어주지 않고 냉각하였을 때 흐를 수 있는 최저의 온도이다.
- (2) 냉동장치나 저온환경에서 윤활유의 사용 유무와 저장 공급을 결정하는데 중요하다.
- (3) 높은 유동점을 가진 윤활유를 예비로 설치된 기계나 낮은 온도에서 사용할 때에는 저장탱크에 가열장치를 설치한다.
- (4) 시험방법은 KS M 2016 “원유 및 석유제품-유동점 시험방법”에 따른다.

### 8.4 인화점 및 연소점

- (1) 인화점이란 윤활유를 가열하여 발생하는 증기와 공기의 혼합기체가 작은 불꽃을 액체표면에 가까이 대었을 때 섬광을 발하며 순간적으로 연소하는 최저의 온도이다.
- (2) 연소점이란 윤활유를 가열하여 작은 불꽃을 액체표면에 가까이 대었을 때 발생하는 증기와 공기의 혼합기체가 연속하여 5초 이상 연소하는 최저의 온도이다.
- (3) 인화점과 연소점이 낮아졌다는 것은 윤활유가 분해되었거나 연료유가 희석되었다는 표시가 된다.
- (4) 시험방법은 KS M 2010 “원유 및 석유제품 인화점 시험방법”에 따른다.

### 8.5 냉각제 오염

- (1) 냉각제 및 냉각수 설비계통에 포함되어 있는 화학물질은 윤활에 문제를 발생시키며 직접적으로 성분에 영향을 미친다.
- (2) 첨가제의 성분이 냉각제 오염으로 판정될 수 있으므로 시험결과는 새 윤활유의 성능자료와 비교하여야 한다.

## 8.6 물오염

- (1) 스팀터빈 등에서는 물오염에 대한 문제가 자주 발생한다.
- (2) 물은 공기 중에서 응축되거나 냉각기에서 누출되어 윤활시스템에 침투된다.
- (3) 윤활유에 포함된 물 양의 미세한 변화를 측정하는 시험방법은 여러 가지가 있으나 하나의 설비에는 그 설비에 적합한 시험방법과 결과 해석법이 정립되어 있어야 한다. 냉동압축기 윤활유의 경우에는 매우 정밀한 시험을 하여야 한다.
- (4) 일반적으로 수분함량이 0.2 %보다 큰 경우에는 윤활유 교환 등 조치를 취하여야 한다.
- (5) 심한 응력을 받는 구름 베어링의 경우에는 0.01 %의 수분오염에도 수명이 절반으로 감소될 수 있다.
- (6) 시험방법은 KS M 2058 “석유제품 및 역청질-수분시험방법-증류법”에 따른다.

## 8.7 연료희석

- (1) 내연기관 등의 윤활유 분석에 중요한 시험이다.
- (2) 윤활유에 연료가 혼입되면 많은 성질이 변화한다.
- (3) 디젤엔진의 윤활유 경우에는 미연소 탄소가루 오염에 대한 시험을 실시하

며, 이 시험은 엔진운전효율과 상태를 측정하는데 도움을 준다.

## 8.8 생산제품 오염

- (1) 기계로 생산제품을 취급할 때 기어, 베어링, 기타 기계부품이나 윤활시스템이 손상을 입게 되면 윤활유가 생산제품에 의하여 오염된 것이 발견되고 생산제품도 윤활유에 오염된다.
- (2) 생산제품 및 설비에 따라 그러한 오염을 조기에 발견할 수 있는 시험법을 개발하여야 하며, 얼마나 빨리 발견할 수 있느냐에 따라 생산제품 및 설비에의 영향을 최소화할 수 있다.

## 8.9 산화 및 질화

- (1) 윤활유에 포함되어 있는 첨가제가 산화를 방지하고 있으나 첨가제가 소모되거나 변화되면 윤활유가 산화되기 시작한다.
- (2) 산화가 시작되면 윤활유의 막이 두꺼워지고 침전물과 부식성 물질이 생성된다.
- (3) 질화는 내연기관에서 특히 발생되며 분체를 생성하여 침전시키고 산화를 가속화시킨다.
- (4) 윤활유에 산화와 질화가 측정되면 즉시 대책을 세워 조치하여야 한다.

## 8.10 전산가 (Total acid number)

- (1) 전산가는 윤활유에 포함되어 있는 산을 중화하는데 필요한 알칼리의 양으로 표시되며, 산의 양을 나타낸다.
- (2) 윤활유의 열화과정, 부식, 첨가제 함유량 등을 표시하는 기준이 되며, 전산가가 증대하면 유화, 탄화를 일으켜서 변질이 촉진된다.

- (3) 일부 첨가제는 산성을 가지는 것이 있으므로 시험결과는 새 윤활유의 성능 자료와 비교하여야 한다.
- (4) 전산가는 압축기, 유압기기, 터빈, 기어, 펌프, 천연가스엔진 등에서 일반적으로 사용되는 저청정 윤활유의 시험에 적합하다.
- (5) 정상 값의 두 배 정도가 일반적으로 허용되는 수준이다.
- (6) 시험방법은 KS M 2004 “석유제품 및 윤활유-산/염기가 시험방법-색상지 시약 적정법”에 따른다.

#### 8.11 전염기가(Total base number)

- (1) 전염기가는 윤활유에 포함되어 있는 염기를 중화하는데 필요한 산의 양으로 표시되며, 염기의 양을 나타낸다.
- (2) 전염기가는 첨가제의 수명에 관계되며, 열화함에 따라 염기가는 저하된다.
- (3) 전염기가는 디젤이나 가솔린엔진에 일반적으로 사용되는 고청정 윤활유의 시험에 적합하다.
- (4) 시험방법은 KS M 2004 “석유제품 및 윤활유-산/염기가 시험방법-색상지 시약 적정법”에 따른다.

#### 8.12 입자수

- (1) 윤활유 속의 입자수를 측정하여 부품의 변질을 알 수 있고 윤활유 흐름의 막힘을 예고할 수 있다.
- (2) 시험방법은 KS M 2069 “석유제품의 침전값 시험방법”에 따른다.

### 8.13 부식시험

- (1) 윤활유에 의한 재질의 부식 또는 윤활유 변질에 대한 여러 가지 시험이 가능하다.
- (2) 이러한 시험은 기계에 새로운 윤활유를 사용하거나 특별한 환경에서 사용 가능한가를 결정할 때 적합하다.

### 8.14 스펙트럼 분석

- (1) 스펙트럼 분석은 윤활유 시료를 증류한 후 미량 원소와 무기물 성분의 양을 측정하는 분석법으로 기계상태 진단에 이용된다.
- (2) 윤활계통에 사용되는 재질을 알 수 있고 첨가제의 양을 결정할 수 있다.
- (3) 성분을 분석하여 기계상태의 악화를 조기에 경보할 수 있다. 예를 들면 주석이 많이 검출되면 배빗 베어링의 마모가 진행되는 것을 나타낸다.
- (4) 기계이상의 초기단계 경고로써 미량원소의 비율이 증가되나, 고장 진행 중에는 대부분 커다란 입자들이 생성되므로 큰 입자에 미량원소가 가려져 스펙트럼 분석에서 검출되는 비율이 감소됨에 유의하여야 한다.

### 8.15 마모입자 분석

#### 8.15.1 철분 분포 측정

- (1) 윤활유 시료를 자장이 걸려 있는 유리관을 통과시키면 철분이 자장에 끌리게 되어 큰 입자는 강한 자장을 받아 먼저 침전되고 작은 입자는 나중에 침전되므로 유리관의 두 지점에 침전되어 있는 양을 측정하면 철분 분포를 알 수 있다.



- (2) 전체 입자의 양과 큰 입자와 작은 입자의 비를 자료로 얻을 수 있다.
- (3) 이 자료를 분석하면 마모비의 변화를 알 수 있다.
- (4) 철분분포측정을 정기적으로 시행하거나 연속적으로 자동측정하면 기계 마모 상태를 계속적으로 알 수 있다.

#### 8.15.2 철분입도 분석

- (1) 윤활유 시료를 자장이 걸려 있는 유리경사판을 통과시키면 자성 물질은 자장과 중력에 의하여 끌리게 되어 큰 입자가 먼저 침전되고 작은 입자는 나중에 침전된다.
- (2) 비자성물질은 중력에 의해서만 끌리게 되어 더 천천히 침전되고 역시 무게에 의하여 분류된다.
- (3) 침전된 유리판을 마이크로스코프에서 검사하여 입자의 크기, 모양, 색상 등을 알 수 있고 기계의 고장상태에 대한 상세한 자료를 얻을 수 있다.
- (4) 철분입도 분석으로 알 수 있는 사항은 다음과 같다.
  - ① 마찰마모는 표면결이 없거나 적은 편평한 판상입자를 생성시킨다. 판상 입자는 길이 5미크론 두께 1미크론을 넘지 않는다. 파괴가 일어나는 기간 중에는 입자 길이가 15미크론을 넘게되고 심각한 마모를 나타낸다.
  - ② 미끄럼마모는 길이가 15미크론을 넘는 실모양의 표면을 가진 입자를 생성시킨다. 그들은 열처리한 것 같은 색상을 보여 주는데 이것은 형성도중의 열 영향 때문이다.
  - ③ 절단마모는 드릴링이나 선반작업을 한 것 같은 모양의 입자를 생성시킨다.
  - ④ 붉은 산화물 입자는 일반적으로 미끄럼 접촉 부위에 윤활이 부족함을 나타낸다. 두껍고 둥근 붉은 산화물 입자는 부식이 발생하고 있음을 나타

낸다.

- ⑤ 검은 산화물 입자는 검은색이나 회색의 조약돌 모양을 하고 있다. 그들은 붉은 산화물 입자와 비슷한 상태를 나타내고 있으나 조금 더 심각한 상태이다.

#### 8.16 시료유탄유 의 현장시험

- (1) 외관, 색, 냄새와 같이 간단하게 감각으로 느낄 수 있는 시험들로서 유탄유 의 상태를 알 수 있다.
- (2) 사용하지 않은 새 유탄유와 사용된 시료를 유리병이나 시험관에 담아 비교 한다.
- (3) 투명한 유탄유가 탁해지는 것은 산화 또는 어두운 색조의 반응물에 오염되었음을 나타낸다.
- (4) 색이 검어지면서 특 쏘는 냄새가 나고 유탄유 의 점도가 증가되면 심각한 산화를 나타낸다.
- (5) 시료 몇 방울을 120 ℃로 가열한 철판 위에 떨어뜨렸을 때 거품이 발생되며 탁탁 소리를 내면 수분함량이 0.05 % 이상 초과된 것을 나타낸다.
- (6) 현장에서 사용되는 감각시험들은 매우 주관적이어서 잘못된 결과를 초래할 수 있음에 유의한다.