

가스렌지 조작레버의 ON/OFF 식별에 대한 연구

..... 연구자 서울지방경찰청 이 상 준 · 최 승 복 · 박 정 기

목 차

1. 도시가스의 개념
2. LPG(액화석유가스)란?
3. 가스기기의 분류
4. 가스렌지의 장점
5. 가스렌지의 발화 가능성
6. 가스렌지의 실험 경위
7. 실제현장 비교
8. 가스렌지의 구조와 명칭 및 분류
9. 실험방법
10. 로터리식의 판단
11. 버튼식의 판단과 외함에 의한 식별
12. 가스 흡입구 및 열전대를 이용한 판별법
13. 실험결과

1. 도시가스의 개념

가. 도시가스의 종류

도시가스는 공급하는 도시가스사업자 마다 그 종류가 서로 조금씩 다르다.

우리나라의 경우 도시가스의 종류는 LNG와 LPG로 구분되며, 현재 수도권 지역 등은 LNG, 다른 지역에는 LPG가 도시가스로 공급 되고 있다.

나. 도시가스의 원료

1) 천연가스

지하에서 발생하는 메탄 등을 주성분으로 하는 가연성 가스의 총칭이며, 주성분인 메탄은 1기압하에서 -162 로 냉각하면 가스 1m³(0 , 1기압 상태)가 액체 0.0017m³로 된다. 즉, 약 1/600소량으로 되는 것이다.

2) LNG

LNG란 외국에서 생산된 천연가스를 액화한 후, 국내에 수입하여 도시가스 원료로 사용하고 있으며, 액화 천연가스를 말한다.

2. LPG(액화석유가스)란?

가. LPG 종류

LPG(액화석유가스)는 프로판가스와 부탄가스로 나눌수 있으며, 이들은 석유를 정제하는 과정이나, 석유를 채굴시 수반가스로 발생된다.

나. LPG 용도

용도를 살펴보면, 프로판가스는 가정용이나 상업용 열원으로, 부탄가스는 주로 자동차 연료나 산업용으로 용기에 충전하여 사용한다.

다. LPG의 특성

특성으로는 무색, 무취하며, 법규상에 1/1000이상의 가스가 혼합 되었을 때 감지할 수 있도록 부취제를 첨가하게 되어 있으며, 기체비중은 프로판은 공기의 1.6 배, 부탄은 2배, 평균 1.8배이다. 따라서 누설되면 바닥면에 체류할 위험이 높다.

3. 가스기기의 분류

우리가 일상에서 사용하는 가스에 대해서 개괄적으로 살펴보았다 . 이번에는 일상에서 사용하고 있는 가스 조리기기의 종류를 살펴보도록 하겠다.

가. 사용목적별 분류

가스기기는 가정용을 비롯한 업무용, 공업용 등 다양한 용도로 사용되고 있으나, 여기서는 가정용 가스 기기의 종류만 개괄적으로 살펴보도록 한다.

1) 조리기기

- 렌지, 취반기, 취김기, 오븐, 식기 세척기

2) 냉난방기기

- 개별냉난방, 집중냉난방

3) 온수기기

- 온수보일러, 순간온수기, 저장온수기, 목욕보일러 등.

위의 분류 이외에도 목적별, 용도별, 설치장소별 등 여러 가지 구분이 있겠으나, 본 실험은 조리기기인 중에서도 가정에서 널리 쓰이고 있는 렌지만을 다루도록 하겠다.

4. 가스렌지의 장점

가스렌지를 가장 많이 쓰는 데는 다음과 같은 장점을 들 수 있다 하겠다.

1) 화력조절의 즉응성(即應性)

(즉, 강한불 약한불, 어느 것이라도 가능)

2) 화력이 강하다.

3) 어떠한 냄비라도 사용이 가능하다.

4) 화력의 강약을 눈으로 보면서 조절할 수 있다.

5) 가스렌지와 가스그릴을 동시에 사용하는 것이 가능하므로 조리시간을 단축 할 수 있다는 것을 들겠다.

5. 가스렌지에서의 발화 가능성

가. 가스렌지 자체는 불을 이용해 음식 등을 조리하는 기구이기 때문에 과열로 불을 낸다는 말을 이치에 맞지 않다. 평소 관리를 잘못하여 가스가 누출된다든지,

나. 음식을 조리하다 잊고 그대로 방치 한다가,

다. LNG용 가스렌지를 LPG에 연결하여 사용하게 되면 상용 압력이 다르기 때문에 '리프트'(연속속도<분출속도)등에 의해 천장이라든가, 후드 등에 착화화재로 발전할 수 있으며 이외에도 일상 생활에서 가스렌지에서 화재가 발생할 수 있는 개연성은 다양하다.

※ 일단 가스가 누출이 되었을 경우 연소속도 등을 살펴보자.

- 이것은 실제로 화재현장에서 이 이론은 적용하기 어려우므로 참고 자료로 활용하여야 할 것이다.

① 일반적으로 온도가 높아질수록 또한 압력이 높아질수록 연소 속도는 빠르다.

연소속도로는 수소 : 282cm/sec로 대단히 빠르고, 메탄이나 프로판, 부탄 등은 약30cm/sec 정도이며, 도시가스의 연소속도는 수소가 많이 포함 될수록 빠르게 되며, 약33-90cm/sec로 그 범위는 넓다.

② 연소 한계는 가스를 공기로 점차 희석해 가면 처음에는 연소하지 않다가 어떤 혼 합 비율에 이르면 연소하게 된다, 그러나 이것을 더 희석해 가면 다시 연소하지 않게 된다, 즉 공기화 가스의 혼합비율이 너무 얇게 되어도 연소는 일어나지 않는다, 이와 같이 연소를 일으키는 가스와 공기의 혼합비율의 한계를 연소한계라고 한다.

③ 가스의 연소 한계는 이론상으로 정립되어 있지만 실제 폭발이나 연소 한계는 많은 차이를 보일수도 있다.

당시 어떠한 조건에 따라서 연소, 폭발할 수가 있고, 모든 조건이 충족되었지만 연소, 폭발되지 않을 수도 있기 때문에 산소와 가스의 배합이 이론상으로는 연소하기 어렵지만 당시 조건이 산소와 가스가 국부적으로 연소조건을 갖는다면 문제는 또 다를 것이기 때문이다.

6. 가스렌지의 실험 경위

실험에 앞서 본직이 본 실험을 하게 된 동기는 다음과 같다.

화재조사 중 경찰이 조사하는 발화원인 조사의 목적이라함은 방·실화 부분을 구분, 방화범의 경우 방화범의 검거, 실화의 경우 원인 제공자 형사처벌 및 민사책임과 직접 관계되므로, 본인의 실수를 감추기 위하여 진술을 번복하는 경우, 이를 과학적인 감식 및 감정 자료를 구축하기 위하여, 소회前과 소회後의 조작버튼을 비교 검토하여 점/소화 여부의 판단하기 위하여 본 실험을 하게 되었다.

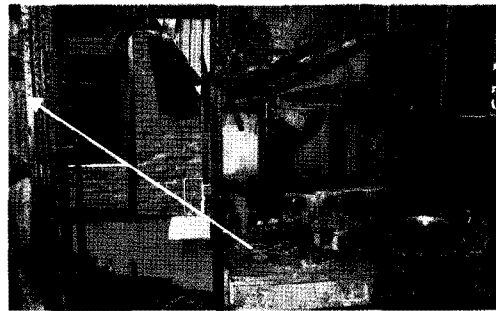
7. 실제 현장 비교

실험에 앞서 본직이 현장에서 접했던 현장을 먼저 살펴보고자.



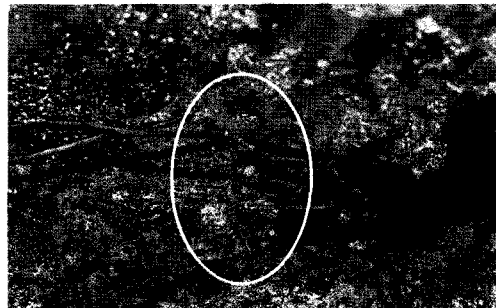
현장사진 (1)

▲ 좌측의 사건은 2001. 9. 11. 13:00경부터 17:00경 사이에 서울 서대문구 ○○동○○번지 3층 내에서 발생한 화재 사건으로, 소방관이 최초 진화당시 피해자의 진술이 가스렌지에 공국을 올려놓고 밖에 나가서 동네 사람들과 이야기 하던 중에 화재가 발생하였다고 진술하다가, 이후 경찰서에서 진술을 밖에 나가면서 가스렌지를 끄고 갔다고 진술을 번복한 사건이다. 이때 가장 중요한 것이 가스렌지 위에 올라가 있었던 조리 기구를 찾아야 했으나 현장에서는 찾지 못하여 가스렌지만을 가지고 감식을 하여야 했다.



현장사진 (2)

▲ 주방내에 가스렌지 쪽을 보고 촬영한 사진이다. 보시는 바와 같이 가스렌지를 중심으로 V자 형태의 연소 형상을 관찰할 수 있다. 그럼 가스렌지 위에 렌지후드가 달려 있는데 초기에 발화 하였다면 렌지후드의 전기배선에 전기가 살아있었기 때문에 당연히 전기적인 특이점(단락흔)이 나와야 한다.



현장사진 (3)

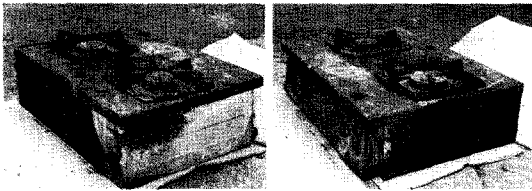
▲ 후드 내부 전선의 단락흔으로 후드 내부에는 보시는 바와 같이 내부 전선의 절연 피복이 소실되면서 전류가 부하를 거치지 않고 단락회로가 구성된 상태에서 구리선 등의 도체에 나타난 용흔인 단락흔이 식별 된다. 현장사진-2의 사진과 좌측의 사진만을 살펴보아도 주방에 위치한 가스렌지 부분이 발화부위임을 알 수 있다.

그럼 여기서 과연 발화원은 무엇으로 판단을 해야 될까?
렌지 후드?, 아님 가스렌지?

* 먼저 렌지 후드의 경우 : 단락흔의 형태가 비교적 깨끗하게 순간적으로 단락이 형성된 형상을 띠고 있으며, 단락흔의 위치가 저항을 주는 위치, 즉 꺾임이나 눌림이 식별되지 않는 위치에 있다, 그러면 위의 단락은 제2의 요소로 인해 단락이 형성되었다고 봐도 무난할 것이다.

그럼 렌지 후드 내부배선을 단락 시킬 수 있는 요인은 무엇이 있을까? 직 하단에 설치된 가스렌지를 살펴 보겠다. 앞서 언급한 바와 같이 렌지 위에 올라가 있는 조리기기는 현장에서 발견되지 않았다. 가스렌지의 수열된 형상은 어떠한가?

그래서 가스렌지의 좌측과 우측을 먼저 비교 검토하여 보겠다.



[현장사진-4] -좌측 버너 부분 [현장사진-5] -우측 버너 부분

유관으로 보기에 우측에 비해 좌측 부분이 수열을 심하게 받은 형상을 하고 있다.

그럼 과연 피해자가 경찰에서 진술한 내용이 맞는 지 가스렌지의 조작버튼을 살펴보겠다.



[현장사진-6] - 좌측 조작 버튼 [현장사진-7] - 우측 조작 버튼

위 사진의 동그라미 친 부분을 유심히 봐야 할 것이다. 사진-7 우측 사진은 비록 해머 아래에 있어야 할 압전기는 유실 되어 없지만 손잡이와 연동하여 해머를 올려주는 갈고리가 원래의 위치에 있지만, 사진-6 좌측 조작버튼의 갈고리 부분은 상단으로 올라가 있는 것을 볼 수 있다. 이것으로 좌측의 갈고리의 위치로 보아 해머를 작동시킨 후 임을 알 수 있다.

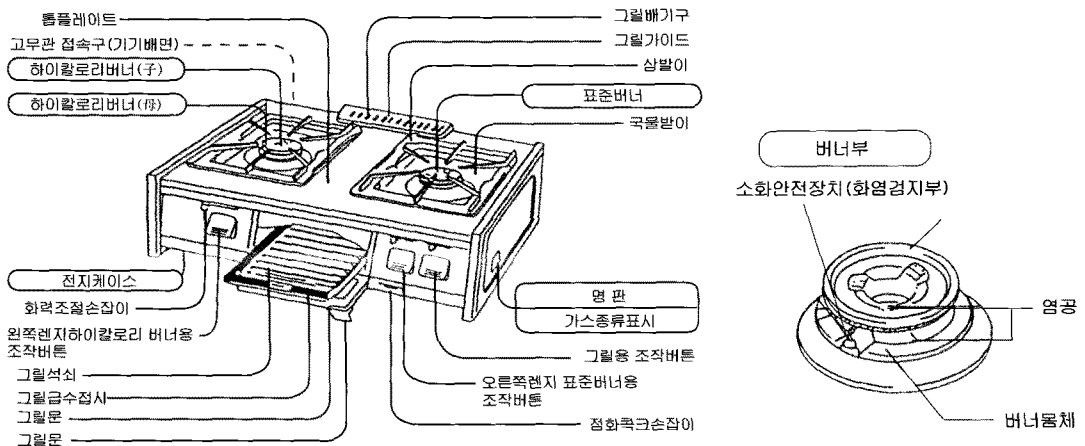
위의 내용을 종합하면, 현장사진-2의 연소형상, 가스렌지 상단의 단락흔 등으로 발화부위를 가스렌지 부위로 압축할 수 있으며, 현장사진-3 ~ 7까지에서 식별되는 형상으로 화재당시 가스렌지가 작동되었음을 충분히 인지 할 수 있을 것이다. 위의 사례를 토대로 하여, 이제부터 본 실험에 들어가겠다.

8. 가스렌지의 구조와 명칭 및 분류

위 그림은 본 실험에 사용된 가스렌지의 각 부 명칭을 설명하기 위한 그림이다.

가. 가스렌지의 분류

가스렌지는 버너의 개수나 설치형태에 따라 명칭이



▲ 위 그림은 본 실험에 사용된 가스렌지의 각 부 명칭을 설명하기 위한 그림이다.

다르게 나뉘며, 연소 방식은 노즐 부근에 공기구멍이 있어 1차 공기를 흡입하는 분젠식 연소 방식을 사용한다.

나. 연소방식의 구분

- 1) 대기중에 분출시켜 연소에 필요한 공기를 전부 불꽃의 주변에서 취하는 적하식
 - 가) 불꽃의 온도 : 900℃
 - 나) 불꽃의 색 : 적황색
 - 다) 1차 공기량 : 1%
 - 라) 2차 공기량 : 100%
 - 마) 역화가 전혀 일어나지 않는다.
- 2) 적하식과 분젠식의 중간식으로 내염과 외염이 확실히 구분되며 현재는 거의 사용하지 않는 세미 분젠식
 - 가) 불꽃의 온도 : 1,000℃
 - 나) 불꽃의 색 : 청색
 - 다) 1차 공기량 : 10~40%
 - 라) 2차 공기량 : 60~90%
 - 마) 역화하지 않는다.
- 3) 노즐 부근에 공기구멍이 있어 연소에 필요한 공기 중 약 50%를 1차 공기로 흡입하는 연소방식으로 효율이 높고, 높은 온도를 얻을 수 있기 때문에 대부분의 가정용 가스기기에 주로 사용되는 분젠식
 - 가) 불꽃의 온도 : 1,700℃
 - 나) 불꽃의 색 : 외염은 연한 적색, 내염은 청색
 - 다) 1차 공기량 : 50~70%
 - 라) 2차 공기량 : 30~70%
 - 마) 역화가 일어나는 경우가 있다.
- 4) 연소에 필요한 공기의 전부를 1차공기로 흡입하여 연소시키며, 스토브 등에 널리 사용되는 전1차공기식
 - 가) 불꽃의 온도 : 850~900
 - 나) 불꽃의 색 : 불꽃은 없고 세라믹이나 금속망의 표면에서 연소한다.
 - 다) 1차 공기량 : 100%
 - 라) 2차 공기량 : 0%
 - 마) 역화하기가 쉽고 설치방향이 자유롭다.

9. 실험 방법

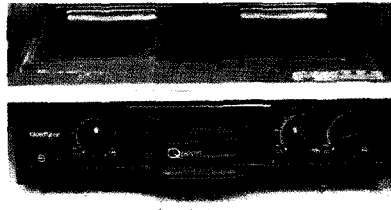
가. 소훼 후 외함의 식별

가스렌지 외함 점화 손잡이의 식별방법으로 점화 및 소화 위치에 두고 소훼시켜 용융된 흔적에 의해 식별 가능성 판단.

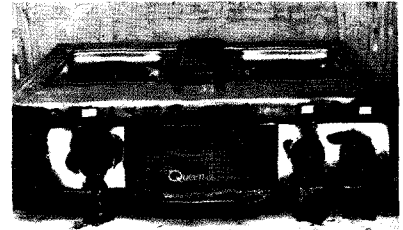
나. 분해 내부 검사

토치램프를 일정간격 이격시켜 수열 후 로터리식과 버튼식의 분해하여 조작버튼의 특징 검사 내부 기기의 동작에 따른 점·소화 식별.

10. 로터리 식의 판단



[사진 1-1] - 로터리식 소훼 전의 모습



[사진 1-2] - 로터리식 소훼 후의 모습

가. 사진 1-1은 소훼 전의 모습을 촬영한 모습이고, 사진 1-2는 소훼 후의 모습이다.

로터리의 동작 상태는 좌에서 우로 꺼짐, 1단 켜짐, 최고 켜짐 순서이다.

여기서 식별가능 여부를 근접촬영 하여 살펴보겠다.



[사진 1-3] - 꺼짐



[사진 1-4] - 켜짐

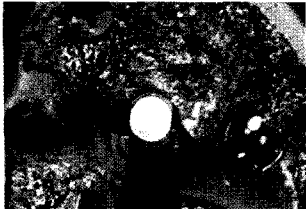


[사진 1-5] - 켜짐

위의 사진으로 판단 결과 화재 현장에서 위의 정도라면 소훼가 되었다면 작동상태를 판단하는 참고 자료로 활용 할 수 있을 것이다.

나. 손잡이 축의 구분

다음 사진은 로터리식 조작버튼(손잡이)의 축을 보고 판단하기 위하여 소훼된 손잡이를 제거한 후의 모습이다. 다음과 같은 방법은 제조 회사별로 차이는 있겠지만 현장에서 하나의 렌지 중 좌·우의 것과 비교를 하여, 상호 축이 다르게 식별된다면, 작동상태가 다르다고 판단을 하여도 무방할 것이다.



【사진 1-6】
- 깨짐

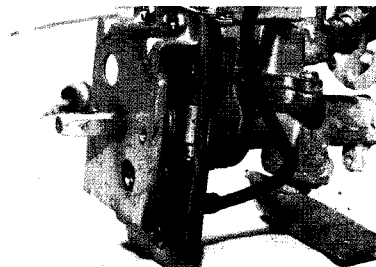


【사진 1-7】
- 켜짐



【사진 1-8】
- 최고 켜짐

다. 갈고리의 위치에 따른 판단



【사진 1-9】
- 깨짐



【사진 1-10】
- 켜짐

여기서 가스렌지 버너에 착화 순서를 잠실 살펴 보기로 하자. 앞에서 언급 한바와 같이 갈고리의 기능은 손잡이와 연동 하는 것으로, 사용자가 손잡이를 누르면서 돌리게 되면, 갈고리가 연동하여 해머를 끌고 올라가게 됩니다, 갈고리가 최고로 올라가게 되면, 해머가 미끄러지면서 상단에 설치된 스프링의 힘에 의해 아래로 떨어지면서 아래에 있는 압전기를 가격하게 된다. 그러면 압전기에서 발생한 전기가 버너 부분에 방전되면서 불꽃이 튀어 파이럿에서 착화가 이루어진다. 버너에 착화된 화염은 버너와 인접해 있는 열전대를 가열시키고, 열전대와 연결되어있는 전자밸브 유닛을 작동시켜 손잡이를 놓아도 계속해서 가스가 유입 되도록 되어 있다.

사진 1-9는 갈고리가 해머를 작동하기 이전의 위치, 즉 꺼짐 위치에 있는 형상이고, 사진 1-10은 갈고리가 해머를 작동 시킨 이후의 위치에 있는 것을 관찰할 수 있으므로 켜짐 위치로 봐야 할 것이다. 그러면 소훼정도가 심하여 갈고리가 이탈 되었을 경우에 식별 가능여부를 관찰하도록 하겠다.



【사진 1-11】 - 갈고리 모양



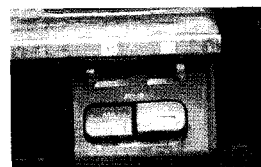
【사진 1-12】 - 갈고리 흔적



사진 1-11상은 꺼짐 위치, 하는 켜짐 위치에 있는 갈고리이고, 사진 1-12는 떼어낸 후의 사진이다. 갈고리가 소훼되어 이탈 되어도 갈고리가 남아있던 흔적을 볼 수가 있다. 이때, 이탈된 갈고리를 수거하여 흔적에 의하여 조립하면 위치 등을 파악할 수 있을 것이다.

11. 버튼식의 판단과 외함에 의한 식별

가. 외함에 의한 식별



【사진 2-1】 - 소훼 이전

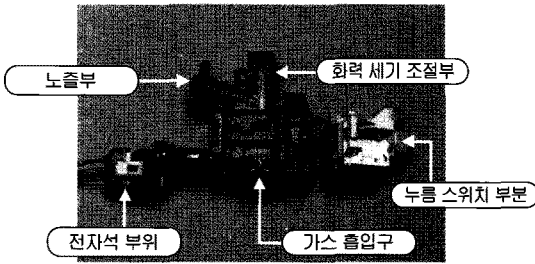


【사진 2-2】 - 소훼 이후

누름식 조작 버튼으로 2개 중 좌측은 켜 놓은 것이고, 우측은 꺼진 상태로, 사진 2-1은 소훼되기 전의 모양이며, 사진 2-2는 소훼 이후의 형상이다, 화재현장에서 이 정도로 소훼된 렌지의 손잡이를 본다면 ON/OFF판단 여부는 쉽게 할 수 있을 것으로 사료되나, 대부분의 현장에서 식별되는 렌지의 소훼정도가 심하여 플라스틱류로 된 손잡이 거의 형체가 남아있지 않을 것이다.

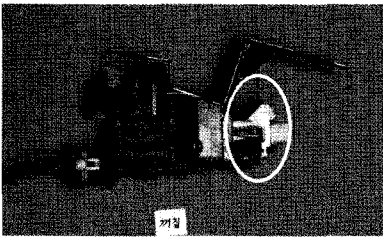
또한 누름식 조작 버튼은 내부 동작기기가 플라스틱류로 되어있어 화재현장에서 거의가 소실되고 찾아보기 힘들 것이다, 이렇게 되면 조작 버튼의 분해 검사만으로 ON/OFF판단은 그리 쉽지만은 않을 것입니다, 이번 실험에서도 내부 동작기기가 너무 쉽게 소실되어 소훼되지 않은 기기로 동작 여부를 확인 하겠다.

나. 버튼식 동작 스위치 구성 및 식별 요령

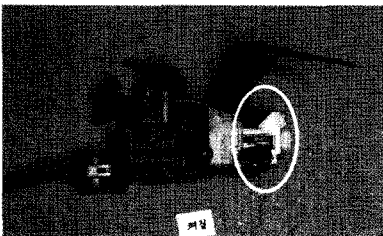


[사진 2-3] - 버튼식 동작 스위치의 내부 구성

여기서 소훼되지 않은 누름 스위치의 외관을 살펴 보겠다.



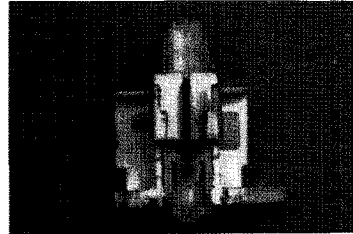
[사진 2-4] - 누름식 동작 스위치의 꺼진 모습



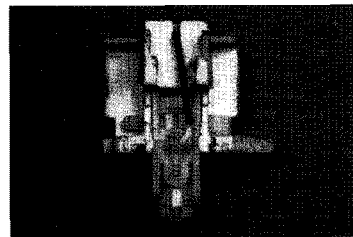
[사진 2-5] - 누름식 동작 스위치의 켜진 모습

화재 현장에서 소훼되지 않은 누름 스위치가 있다면 사진 2-4, 사진 2-5에서처럼 비교를 하면 ON/OFF여부의 판단은 그리 어렵지는 않을 것이다.

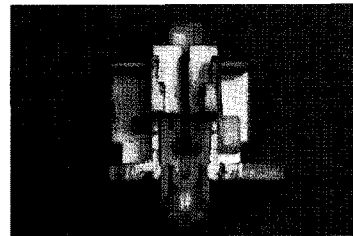
그럼 누름 스위치의 내부 동작은 어떻게 작동을 하는지 살펴보도록 하겠다.



[사진 2-6] - 누름 스위치



[사진 2-7] - 누름 스위치



[사진 2-8] - 누름 스위치

사진 2-6은 누름 스위치의 꺼짐 상태로, 사용하지 않은 상태일 때 핀의 위치를 나타낸다.

사진 2-7은 사용자가 강제로 가스를 배출시키며, 파이럿에 점화시키는 단계로, 이때는 앞의 로터리 식에서 설명한 바와 같은 방법으로 작동이 이루어진다.

다시 소화 시에는 사용자가 누름 스위치를 누름으로써 가운데 핀의 위치가 사진 2-7의 위치로 갔다가, 스프링의 반발력에 의해 사진 2-6의 위치로 돌아가게 된다.

12. 가스 흡입구 및 열전대를 이용한 판별법

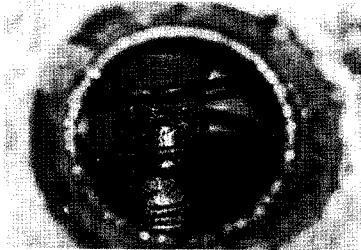
가. 안전밸브 검사 방법

앞에서 언급한 바와 같이 가스가 흡입되는 부위에는

처음에는 사용자에 의해서 작동 된 두 버너에 착화가 되면 열전대에 의해서 작동이 되는 전자석에 연결된 안전밸브가 위치하고 있다.



[사진 3-1] - 가스 흡입구 켜진 모습



[사진 3-2] - 가스 흡입구 꺼진 모습

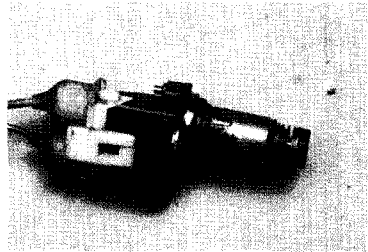
안전밸브는 가스 흡입구 내측에 위치하고 있으며, 분해하여 검사를 훼손되지 않았다면 안전밸브가 열려있는지 여부를 판단할 수 있다.

사진 3-1은 열려져 있는 상태에서 소훼된 형상이고, 사진 3-2는 닫힌 상태에서 소훼된 형상으로 이 두 사진을 두고 봤을 때에는 현저한 차이를 느낄 수 있으나, 위 안전밸브는 열전대에 의해서 작동이 되는 것이고, 열전대는 수열을 받은 상태에서만 작동하는 것으로, 화재현장에서 발화당시 화염이 확산되어 위 흡입구를 소훼시키기 전에 소화 되었다면 본 검사는 곤란할 것이다.

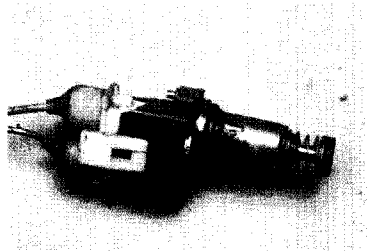
나. 열전대에 의한 감별 방법

열전대는 그림 3-1과 같이 가스기기를 사용하던 중에 불이 꺼져도 가스가 유출되지 않도록 하여, 유출된 가스에 의한 사고를 미연에 방지하기 위한 안전장치 중 하나이다.

아래 그림 3-1은 열전대와 전자밸브 유니트의 단면을 보여 준 것이다. 사진 3-3과 같이 열전대가 가열이 되면 전자석을 작동하게 되고 전자석은 안전밸브를 붙잡고 있어 가스가 이동할 수 있는 통로를 열어 주게 된다.

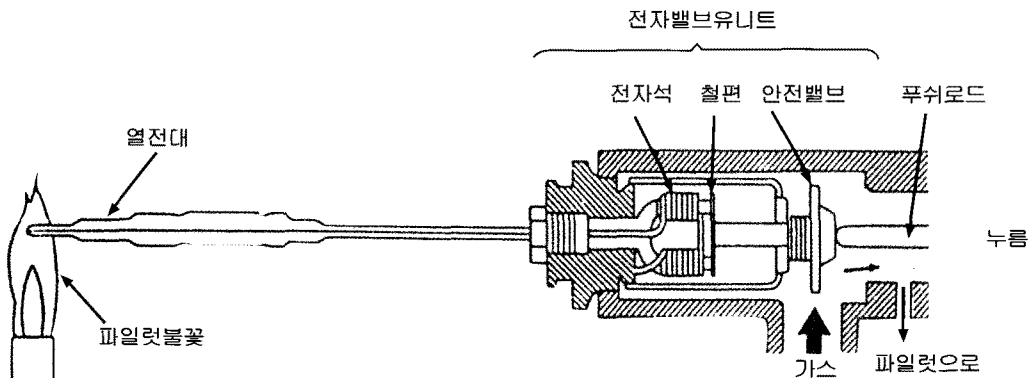


[사진 3-3] - 전자석의 가스 열림상태



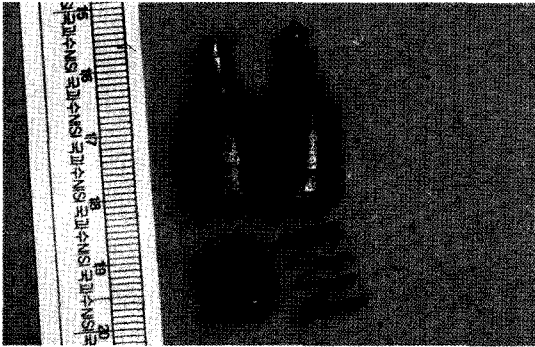
[사진 3-4] - 전자석의 가스 닫힘 상태

위 사진 3-3, 사진 3-4의 모습과 같이 이 안전밸브의 앞에는 스프링과 고무 패키지가 있는데 스프링은 전자석이 작동하지 않을 때 사진 3-4와 같이 스프링의 반발



[사진 3-1] - 열전대와 전자밸브 유니트의 단면

력으로 인해 안전밸브는 닫히게 되며, 안전밸브가 닫혔을 때 가스가 새는 것을 막기 위하여 고무 패킹이 안전밸브와 스프링을 감싸고 있다. 여기서 검사를 하여야 할 것은 스프링의 탄성정도를 비교하여 안전밸브의 위치가 열렸는지 아니면 닫혔는지를 판단할 수 있다. 단, 앞에서 언급한 바와 같이 전자석의 안전밸브가 위치한 흡입구가 소훼되기 전에 열전대가 작동을 멈추었다면, 본 검사는 의미가 없을 것이다. 하지만 본 실험은 전자석이 작동하였을 경우를 대비하여 실험 하였다.



[사진 3-5] - 소훼된 안전밸브의 비교

사진 3-5는 전자석이 작동하였을 때의 모습과 하지 않았을 때의 모습을 비교하여 놓은 것이다. 사진 중 좌측의 스프링과 우측의 스프링의 길이가 다른 것을 관찰할 수 있다.

그리고 작은 스프링에는 이물질이 많이 묻어 있으며, 우측의 것은 그렇지 않은 것을 볼 수 있다. 이는 전자석이 작동한 것은 스프링에 고무패킹이 인접해 있어 융착되었다고 봐도 무난할 것이다.

13. 실험결과

가. 로터리, 버튼 식 공히 외함에 의한 식별 요령

로터리·버튼 식 공히 외함의 조작버튼의 소훼 정도에 따라 ON/OFF여부의 판단에 참고자료로 활용할 수 있으며, 내부에서 나타나는 형상 등을 고려하여야 할 것임.

나. 로터리 식의 식별

갈고리의 위치 및 갈고리 이탈 후의 흔적으로 ON/OFF여부의 판단 가능.

가스 흡입구의 안전밸브 위치 및 전자석의 스프링의 크기비교로 ON/OFF여부 판단이 가능하나, 열전대가 계속적인 가열여부 확인이 선행 되어야 될 것임.

다. 버튼 식

버튼식의 누름 스위치가 소훼되지 않았을 경우 내부 핀의 위치 등으로 ON/OFF여부의 판단 가능 가스 흡입구의 안전밸브 위치 및 전자석의 스프링의 크기비교로 ON/OFF여부 판단이 가능하나, 열전대가 계속적인 가열여부 확인이 선행 되어야 될 것임.