

발화원(發火源)의 감정(V)

- 가전제품의 발화와 감정 (6) -

지난 호에 이어서

12. 가스레인지



김 윤 회
국립과학수사연구소
물리분석과장

가스레인지에서의 출화는 대부분 공용기의 지속적 가열로 인접가연물에 착화되거나 과열로 인한 호스부분에서의 가스누출로 발화하게 된다.

이에서의 발화 확인과 입증은 먼저 [사진 99]에서와 같이 현장상황으로부터 가스레인지에서 발화·연소·확대된 것을 분명히 해 둘 필요가 있다.

< 목 차 >

- | | |
|---------|--------------|
| 1. 머리말 | 8. 전자레인지 |
| 2. 전자제품 | 9. 선풍기 |
| 3. TV | 10. 팬히터 |
| 4. 냉장고 | 11. 냉온풍기 |
| 5. 에어컨 | 12. 가스레인지 |
| 6. 세탁기 | 13. 부르스터 |
| 7. 전기밥솥 | 14. 심야 전기보일러 |

[사진 99]



[사진 100]



[사진 101]



[사진 102]



[사진 99] 화재현장 연소형태
[사진 101] 가스레인지 조리기구형태

[사진 100] 가스레인지 연소형태
[사진 102] 가스레인지 복원형태

[사진 103]



[사진 104]



[사진 105]



[사진 103] 수거된 가스레인지
[사진 104] 좌측버너 기구쪽 손잡이
[사진 105] 우측버너 기구쪽 손잡이

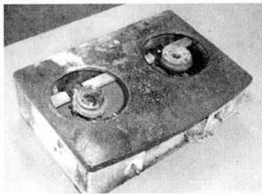
구체적 발화원인의 감정은 가스레인지와 레인지 위에 있던 조리기구 및 조리물 잔해, 상단의 연소잔해를 검사할 필요가 있다. [사진 99]를 보면 가스레인지 부분에서 발화된 것이 분명하며, 가스레인지는 켜짐상태인 좌측버너보다 꺼짐상태인 우측버너부분

이 심하게 연소되어 있음을 알 수 있다. 가스레인지의 상태로 보아 우측에 있던 프라이팬([사진 103] 참조) 내용물이 좌측의 가스레인지 불에 의해 가열되어 착화, 이의 열기로 우측버너부분의 점·소화스위치 몸체가 열변형 되고, 누출되는 가스에 착화되어 지속적으로 연소된 것을 알 수 있다.

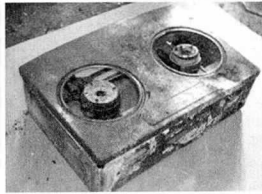
가스레인지가 켜짐상태에서 연소된 것과 꺼짐상태에서 연소된 것은 [사진 106]과 [사진 107]에서와 같이 외관상 상이한 수열형태를 나타내게 되며, 기구쪽(점·소화조절스위치)의 손잡이 위치, 내부 타격봉 부분 위치([사진 112, 113] 참조)로 켜짐상태임을 확인할 수 있다. 그러나 자체에서 발화되었는지는 현장상황이나 잔해가 없어 판단은 불가하다.

[사진 114]는 그릴에서 발화된 형상인데, 그릴이 과열되자 가스공급라인의 호스연결부분이 이탈되며 누설된 가스에 착화 후면부가 지속적으로 연소된 형

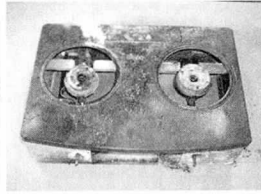
[사진 106]



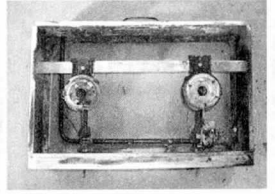
[사진 107]



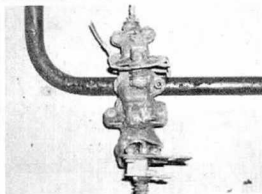
[사진 108]



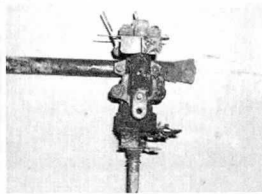
[사진 109]



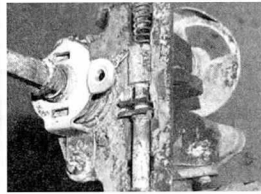
[사진 110]



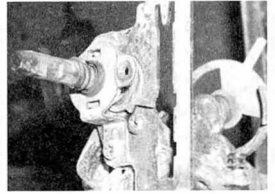
[사진 111]



[사진 112]



[사진 113]



[사진 106] 가스레인지 외형 좌전면
[사진 110] 좌측버너 기구쪽 멈치

[사진 107] 가스레인지 외형 후면
[사진 111] 우측버너 기구쪽 멈치

[사진 108] 가스레인지 외형 전면
[사진 112] 우측버너 기구쪽 점화장치

[사진 109] 가스레인지 분해형태
[사진 113] 좌측버너 기구쪽 점화장치

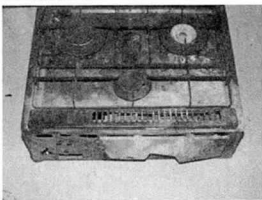
태를 보이고 있다. 기구콕의 손잡이 부분이 남아있는 경우 위치만으로도 켜짐과 꺼짐을 확인할 수 있지만, 이는 운반이나 보관 또는 임의로 변형시키는 경우가 있기 때문에 내부를 분해하여 흔적으로 변형된 상태를 판단하여야 한다.

가스레인지가 심하게 연소되어 기구콕이 완전 용융되어 버리면 밸브 시스템에서의 유출구 흔적으로

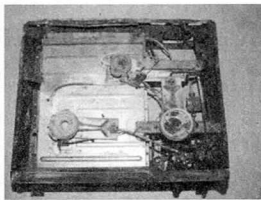
켜짐과 꺼짐을 확인할 수 있다.

식당과 같은 곳에서 사용하는 가스버너는 기구콕 손잡이가 대부분 변형되는데, 내부의 볼 형태나 오염찌꺼기의 형태를 맞추어 원래의 형태를 재현하고 분해하여 내부 볼 부분의 상태로 입증한다. 이 경우 오해의 소지가 있으므로 검사하기 전 상태를 촬영하고 원래의 위치로 복원 후 촬영하였음을 분명히 해 둔다.

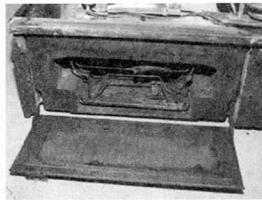
[사진 114]



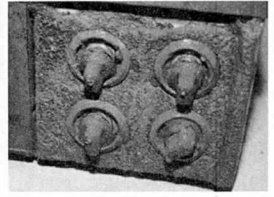
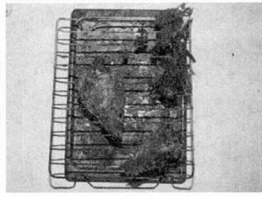
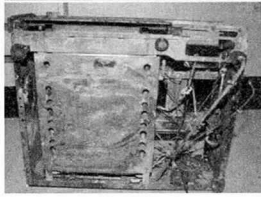
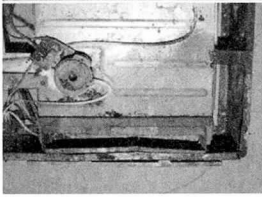
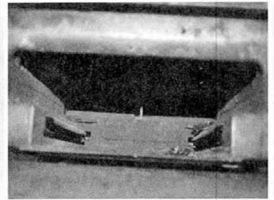
[사진 115]



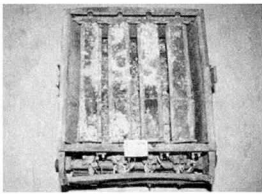
[사진 116]



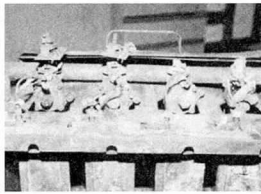
[사진 117]



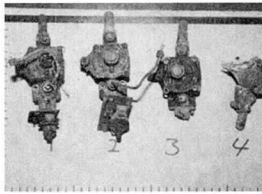
[사진 118]



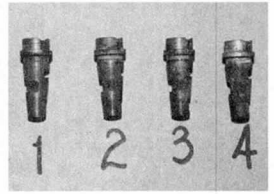
[사진 119]



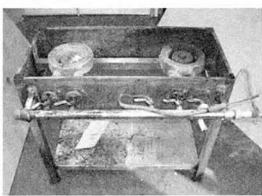
[사진 120]



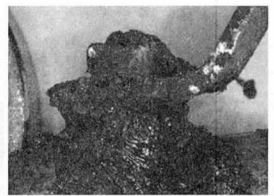
[사진 121]



[사진 122]



[사진 123]



[사진 114] 그릴에서 발화된 가스레인지 외형

[사진 115] 그릴에서 발화된 가스레인지 분해 및 일부분

[사진 116] 그릴부분 및 연소잔해

[사진 117] 그릴부분 및 기구콕 손잡이

[사진 118] 가스건조기 버너형태

[사진 119] 가스건조기 기구콕 부분

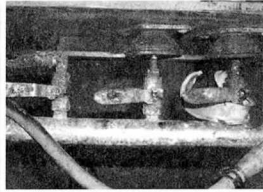
[사진 120] 기구콕 분해형태

[사진 121] 기구콕 밸브시스템 형태

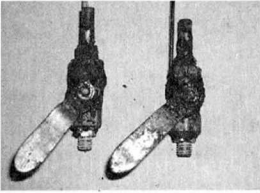
[사진 122] 식당용 가스버너 외형

[사진 123] 오염형태로 복원시킨 형태

[사진 124]



[사진 125]



[사진 126]



[사진 124] 좌측버너 밸브손잡이 외형

[사진 125] 좌측버너 밸브의 분리형태

[사진 126] 밸브 볼 부분의 열림형태

가스레인지에서 발화되는 것이 대부분 꺼짐상태의 지속적 방지에 있고 이를 인지한 관계자는 대부분 소화시키고 중간밸브를 차단하게 되며, 연기 등을 제거하기 위해 창문 등을 개방할 때 천장 속에서 급격히 연소가 확대되기도 한다. 이 경우 가스레인지 잔해의 상태는 꺼짐상태로 수거되므로 꺼짐상태의 확인은 의미가 없게 된다.

13. 부르스터

휴대용 가스레인지에 사용되는 연료는 부탄가스

이다. 부탄가스는 [표]와 같다.

부탄용기(이동식 부탄 연소기용 접합용기)는 용량이 520ml이며, '고압가스 안전관리법 시행규칙 [별표26] 용기의 검사기준'에 의하면 1차 변형압력(DOME의 "R"이 압력에 의해 올라와 있는 상태)은 13.0kg/cm²이상, 2차 파열압력은 15.0kg/cm²이상으로 규정되어 있다.

휴대용 가스레인지는 장착된 용기내부의 가스압력으로 연소기로 가스를 공급하고 연소열 일부를 연료통으로 전달시켜 연료의 기화열로 사용하게 된다. 용기로 이동하는 열이 부족하면 용기내부의 온도가 하강하여 압력이 낮아져 불꽃이 작아진다. 이때는 용기에 결루현상이 일어날 만큼 낮은 온도가 되기도 하므로 적당한 열의 전도가 있어야 한다.

용기가 과열되어 폭발되는 경우가 있는데 이를 방지하기 위해 안전장치가 내장되어있다. 용기의 내압이 어느 정도 상승하면 안전장치가 작동하여 착탈레버가 '탈' 위치로 이동하여 소화되도록 되어있다. 안전장치의 작동압력은 용기가 약 70℃정도 되어 증기압이 약 8kg/cm²정도가 되면 작동되도록 되어있어 정상적인 경우 폭발위험은 없다.

그러나 다음과 같은 경우 용기가 과열되어 폭발하게 된다.

[표] 부탄가스의 물성

	발열량 [kcal/kg]		발화점 [°C]	폭발한계[%]		비중 [/공기]	용적비 [g/l]	액비중 [kg/l]	증기압				비점
	총 발열량	진 발열량		하한	상한				1[atm]	5	10	20	
n-부탄	32010	29510	490	1.9	8.5	2.006	237.8	0.601	0.5[°C]	50.0	71.5	116	-0.6
i-부탄	31530	29050	490	1.9	8.5	2.005	229.3	0.581					-11.7

- 넓은 프라이팬 등을 사용하여 지나치게 용기부분으로 열의 전달이 크게 된 경우

안전장치가 작동하여 연소가 중지되면 용기 내부에서의 가스증발이 중지되고 프라이팬 등에 남아있는 열기가 용기부분으로 전달되어 용기가 과열, 파열되며 용기 내부의 액체가 증기폭발을 일으키게 된다. 이 경우 화재로 이어지지는 않게 되나 음식점과 같이 주변에 불씨가 많은 경우 유출된 가스가 2차적으로 착화되어 화재로 발전할 수 있다.

여름철 야외에서 돌구이를 하는 경우에도 폭발위험이 있는데, 이는 불판이 과열되거나 요리가 타는 것을 막기 위해 불꽃을 지나치게 줄여놓으면 용기가 과열되고 안전장치가 작동하여 완전 소화되고 난 후에 폭발하게 된다. 따라서 이러한 경우 용기를 가스레인지에서 제거시켜야만 한다.

- 불완전 장착에 의해 누설되는 가스에 착화 용기가 가열되는 경우

사용 중 연료 통 장착부에서 불완전 장착으로 가스가 누설되면 이에 착화, 작은 불꽃이 용기를 가열시켜 용기가 과열되고 안전장치에 압력이 전달되지 않아 지속적으로 가열된다. 결국 용기가 파열하고 다량의 가스가 일시에 유출되어 기 연소불꽃에 점화 및 폭발연소를 일으켜 주변의 가연물에 착화, 화재로 발전하기도 한다.

- 오용에 의한 폭발

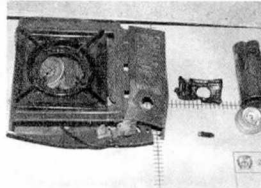
간혹 예비용기를 연소기내부의 공간에 끼워넣고 가스레인지를 사용하다가 폭발하는 경우가 있다. [사진 127]~[사진 132]는 사용 중 결합부에서 가스가 누설되어 누설된 가스에 착화, 연소가 일어나 용기가 과열되어 폭발된 형태로, [사진 132]에서

보는 바와 같이 안전장치는 작동된 상태로 보이거나 이는 폭발된 후 변형된 것으로 볼 수 있으며, [사진 131]에서와 같이 불꽃에 의한 변색형태가 나타나 있다.

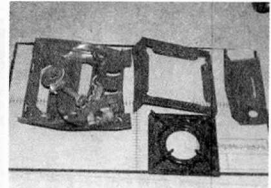
가. 감정요점

화재현장에 있던 부탄가스통은 결국 내부압력 상승으로 파열되는데, 휴대용 가스레인지에 장착되어 있던 부탄가스통은 헤드의 맞춤쇠 부분에 충격 흔적을 남기게 되고 가스레인지에 장착되지 않았던

[사진 127]



[사진 128]



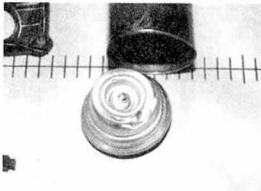
[사진 129]



[사진 130]



[사진 131]



[사진 132]



[사진 127] 폭발된 휴대용 가스레인지(연소되지 않은 상태)

[사진 128] 폭발된 휴대용 가스레인지 분리형태(연소되지 않은 상태)

[사진 129] 폭발된 휴대용 가스레인지의 용기 장착부(안전장치가 작동된 상태)

[사진 130] 폭발된 휴대용 가스레인지의 용기 장착부 뒷부분 형태

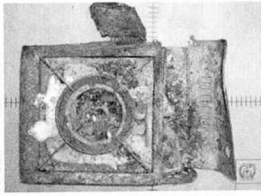
[사진 131] 폭발된 부탄가스통 헤드부분과 몸체에 형성된 수열흔(누설가스 연소흔)

[사진 132] 폭발된 부탄가스통 헤드 및 일부부분 형태

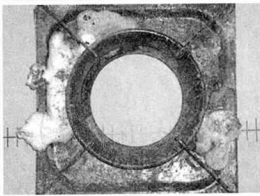
[사진 133]



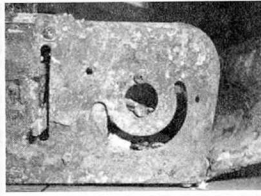
[사진 134]



[사진 135]



[사진 136]



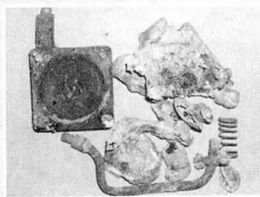
[사진 137]



[사진 138]



[사진 139]



- [사진 133] 발화부위에서 발견된 휴대용 가스레인지 형태
- [사진 134] 현장의 휴대용 가스레인지 근접사진
- [사진 135] 국물받이 부분의 냄비 용융잔해
- [사진 136] 착탈레버의 형태 (안전장치가 작동되지 않은 상태)
- [사진 137] 거버너가 완전 연소된 형태
- [사진 138] 연소된 거버너 형태
- [사진 139] 거버너 잔해 형태(모재인 알루미늄이 연소된 상태)

것은 이 흔적이 남지 않게 된다.

감정의 주안점은 부탄가스레인지의 과열로 발화되었는가 하는 것이다. 따라서 과열되고 부탄가스통이 파열되며 일시에 유출된 가스가 주변의 불씨에 착화, 화재로 발전한 경우에는 가스레인지가 파손되고 레버의 위치가 안전장치 작동상태, 즉 착탈레버가 중간부분에 위치한 상태에서 수열된 형태를 남기고 균등한 수열형태를 나타낸다.

가스통의 연결부위에서 가스가 유출되고 폭발하며 화재로 발전한 경우에는 가스통에 유출가스의 연소불꽃에 의해 수열된 형태가 남고, 안전장치가 작동되고 이탈되는 과정에서 유출되는 가스에 지속적으로 연소가 일어나게 되면 내장된 알루미늄 주물로 된 거버너가 연소된 형태를 남게 된다. 현장에 있던 사용하지 않던 가스레인은 외열로 용융된 알루미늄이 납이 녹은 모양으로 굳어있는 모양을 나타낸다.

[사진 133]에서 [사진 139]는 화재현장의 발화부에서 발견된 휴대용 가스레인지로 [사진 133]에서 보는 바와 같이 몸체가 적색으로 부식되고 연료통의 파열 충격에 의해 연료통 장착부분이 변형되어 있으며, 물받이 부분에 알루미늄 용융물이 남아있고 거버너 부분이 심하게 연소되어 있으나 착탈레버는 '착' 상태에서 고정되어 있다. 이는 연소기 사용 중 거버너부분에서 가스가 누설되고 이로 인해 거버너부분을 중심으로 연소가 지속된 것으로 볼 수 있다. ㉞

〈다음 호에 계속〉