

가스화재사고 원인조사 연구(LP가스를 중심으로)

Gas Fire Accident Cause Survey Study

김영철[†] · 차종호^{*}

Youngcheol Kim, Jongho Cha^{*}

(주)성도엔지니어링, *건원엔지니어링
(2008. 3. 8. 접수 / 2008. 6. 3. 채택)

요 약

가스연료는 산업체, 가정 등에서 사용이 증가하고 있으며, 이로 인한 사고위험도도 증가추세 이며, 사고원인 또한 다양하게 나타나고 있다. 가스사고를 원인(취급부주의, 제품불량 등), 형태(화재, 폭발, 누출 등), 피해등급(1,2,3,4급), 사상자(사망, 중상, 경상)로 분류하여 설명하였다. 가스연료 중 가정에서 많이 사용되는 LP가스 시설은 가스용기, 압력조정기, 호스, 중간밸브, 연소기로 크게 구분할 수 있으며, 이 구성요소 중의 어떤 부분에서 취급부주의, 제 품불량 등의 원인에 의해 화재 및 폭발 등이 발생할 수 있다. 따라서 사고 발생 시 과거화재사례에 대한 연구 및 화재조사 시 착안사항을 참고하여 정확한 원인이 규명되어야 한다.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to report gas fire accident based on classification of the major gas fire causes (including handling mistakes, inferior goods, etc.), fire classifications (fire, explosion, leakages, etc.), damage levels (1st, 2nd, 3rd, 4th grade levels), casualties (death, serious wound, slight injury) since gas fire has been generated according to growth of gaseous fuel consumption on home and enterprises with various accident causes. Among gaseous fuels, LPG facility can be classified as gas container, pressure regulator, gas hose, interim valve, combustion port. Any fire or any explosion can be caused from handling mistakes, inferior goods on each parts as stated above.

Exact gas fire causes shall be identified based on previous case studies on similar fires with consideration of lesson learns.

Keywords : Gas fire accident, Fire classifications, Casualties, LPG facility

1. 서 론

가스연료는 산업체, 요식업소 및 가정에서 가스사용이 증가하고 있으며, 이로 인한 사고위험도 증가하고 있다. 가스사고는 매년 약 200여건의 사고가 발생하고 있으며, 사고원인도 다양하게 나타나고 있다. 가스사고를 전반적으로 설명하기 어려운 점이 있어 주택에서 주로 사용하고 있는 LP가스와 이동식으로 사용하는 LP가스에서 나타나는 사고사례를 중심으로 사고원인조사방법에 대해 설명하겠다.

2. 가스사고의 분류

2.1 원인별 분류

2.1.1 사용자 취급부주의

가스사용자가 가스시설이나 용품·기기 등을 취급할 때 조작미숙 등으로 인하여 발생한 사고를 말한다.

2.1.2 공급자 취급부주의

가스공급 또는 시공과정에서 관계법령 및 작업안전규칙을 준수하지 않아 발생하는 사고를 말한다.

† E-mail : kyc8520@hammail.net

2.1.3 시설미비

가스시설이 관련규정 또는 제조자의 사양에 적합하지 않게 설치되어 발생하는 사고를 말하며, 마감 미 조치, 부식, 균일 등을 포함한다.

2.1.4 타 공사

매설 및 노출된 가스배관을 굴착이나 타 공사 등으로 인하여 가스배관이 손상되는 사고를 말한다.

2.1.5 제품불량

가스용기, 기기, 용품 등이 제조결함 또는 노후로 인하여 발생한 사고를 말한다.

2.2 형태별 분류

2.2.1 누출사고

가스가 누출된 것으로써 화재 또는 폭발 등에 이르지 않는 것을 말한다.

2.2.2 폭발사고

누출된 가스가 인하여 폭발 또는 폭발 후 화재가 발생한 것을 말한다.

2.2.3 화재사고

누출된 가스가 누출 즉시 폭발현상 없이 인화하여 화재가 발생한 것으로 폭발 및 파열사고를 제외한다.

2.2.4 중독사고

가스연소기의 연소가스 또는 독성가스에 의하여 인적피해가 발생한 것을 말한다.

2.2.5 질식(산소결핍)사고

가스시설 등에서 산소의 부족으로 인한 인적피해가 발생한 것을 말한다.

2.2.6 파열사고

가스시설, 특정설비, 가스용기, 가스용품 등이 물리적 또는 화학적인 현상 등에 의하여 파괴되는 것을 말한다.

2.3 피해등급별 분류

2.3.1 1급사고

사망자가 5명 이상, 사망자 및 중상자가 10명 이상 및 물적 손해의 피해액이 5억원 이상 발생한 사고를 말한다.

2.3.2 2급사고

사망자가 1명 이상 4명 이하, 중상자가 2명 이상 9명

이하 및 물적 손해의 피해액이 1억원 이상 발생한 사고를 말한다.

2.3.3 3급사고

1급사고 및 2급사고 이외의 인적·물적 피해가 발생한 사고를 말한다.

2.3.4 4급사고

가스의 누출로 인하여 인적 또는 물적 피해가 없는 것으로써 가스의 공급이 중단된 경우와 가스시설의 가동중단으로 인하여 간접적인 경제적 손실을 수반한 경우 또는 다수인에게 심리적으로 불안감을 조성한 경우의 것을 말한다.

2.4 사상자 분류

2.4.1 사망자

가스사고로 인하여 사고현장에서 사망하였거나, 72시간 이내에 사망한 자를 말한다.

2.4.2 중상자

가스사고로 인하여 부상을 당하여 3주 이상의 치료를 요하는 진료소견을 받은 자를 말한다.

2.4.3 경상자

1호 내지 제 2호 이외의 자를 말한다. 단, 치료 후 즉시 귀가 조치되어 자가 치료가 가능한 자는 제외한다.

3. LP가스 시설별 사고 원인조사

3.1 시설 구성 및 종류

주택에서 LP가스 사용 시 가스용기, 압력조정기, 호스, 중간밸브 및 연소기로 구성되어 있다.

3.1.1 LP가스용기

LP가스를 사용하기 위해 설치되는 용기는 충전량 및 이동 및 설치형태에 따라 각각 다르며, 주택에서 주로 사용되는 용기는 3kg에서부터 50kg까지 구분된다.

3.1.2 압력조정기

LP가스는 압력조정이 불가능한 1단 감압식 저압 조정기, 1단 감압식 준 저압 조정기, 2단 감압식 1차조정기, 2단 감압식 2차용조정기, 자동 절체식 일체형 저압 조정기, 자동 절체식 분리형 조정기, 자동 절체식 일체형 준 저압 조정기가 있다.

3.1.3 호스

LP가스용기와 가스배관을 연결시키는 측도관과 LP가스용기 2개를 동시에 연결하는 투원호스 및 가스배관으로부터 가스연소기를 연결시키는 염화비닐호스가 있으며, 투원호스는 길이가 900mm 또는 1200mm이고, 측도관은 600mm와 1200mm이며, 염화비닐호스는 안지름에 따라 1종(6.3mm), 2종(9.5mm) 및 3종(12.7mm) 있다.

3.1.4 중간밸브

중간밸브는 가스관계법령에서 배관의 말단부 즉 가스연소기 앞에 설치하여 화재 등 긴급상황 발생 시 신속히 차단하도록 하고 있으며, 최근에선 안전장치가 내장된 퓨즈콕의 설치를 의무화하고 있다. 다만, 가스소비량 19400kcal/h 및 가스사용압력 3.3kPa 초과 연소기는 배관용밸브를 설치하도록 규정하고 있다. 그러나 일부 시설에서는 퓨즈콕 설치대상 연소기 임에도 불구하고 배관용밸브가 설치된 곳이 있어 연소기가 철거된 상태에서 가스가 누출되어 사고가 발생하고 있다.

3.1.5 연소기

가스연소기는 사용 장소, 사용용도에 따라 산업용,

취사용 등 매우 다양하게 생산되며 형태도 다양하다. 일반적으로 산업용의 열처리로, 대형 보일러 취사용의 다단식취사기, 오븐렌지, 가스렌지, 업무용대형연소기, 가스보일러, 가스온수기 등이 있다.

3.2 사고유형

3.2.1 LP가스용기

사고유형은 주로 용기보관실에서 발생하는 사고유형을 볼 수 있으며, 일부에서는 방화사건으로 용기가 실내에서 확인되는 경우도 있다. 또한 가스난방기로 사용되는 캐비닛형 가스난방기용 용기는 실내에서 사용되기 때문에 용기취급 등의 부주의로 인해 실내에서 폭발 및 화재사고를 수반하는 경우도 있다.

3.2.2 압력조정기

용기교체과정에서 가스가 누출되는 것을 방지하여 연결부에서 가스가 누출되는 경우가 있으며, 다이어프램(Diaphragm) 또는 노즐의 손상에 의해 조정된 압력이 공급되지 않거나 호스연결부의 이탈과 이상연소 현상에 의한 화재나 폭발사고가 대부분이며, 압력조정기의 몸체 상부에 빗물이 유입되지 않도록 캡이 설치되어



Fig. 1. LPG가스용기 가스회염방출.

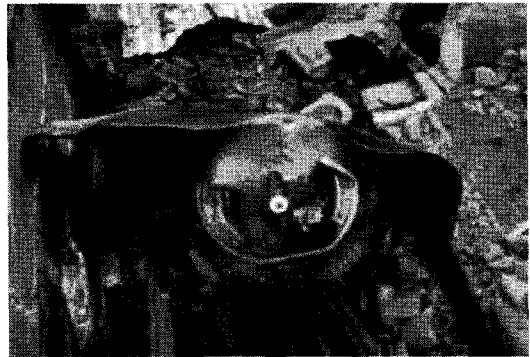


Fig. 2. LPG가스용기 파열파열.

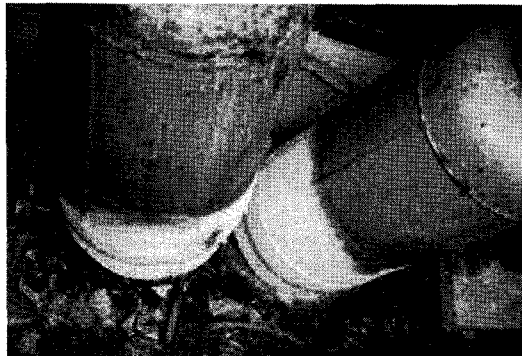


Fig. 3. LPG가스용기 성에현상.

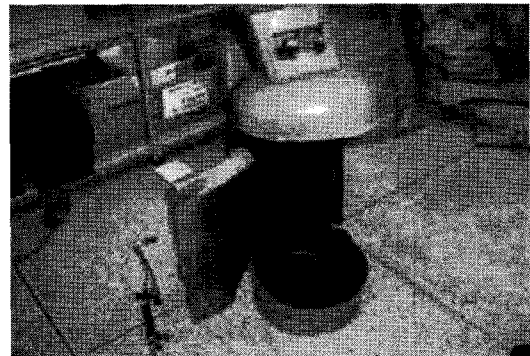


Fig. 4. LPG가스용기 역화폭발.

있는데 이곳이 파손되어 물이 유입된 상태에서 건조되지 않고 방치될 경우 내부의 부품의 부식으로 기능이 상실되어 사고로 발전되는 경우도 있다.

3.2.3 호스

염화비닐호스의 사고는 호스연결부로부터의 이탈로 인한 가스누출과 화기에 의한 탄화 및 고열물체로부터의 접촉·용융에 의한 손상, 물체의 접촉에 의한 찢어

짐이나 터짐, 동물(쥐) 치아로부터의 손상, 가스연소기를 철거하거나 가스시설 시공 중에 말단부를 막음 조치를 하지 않고 방치하는 등 및 방화의 수단으로 고의로 손상시키는 원인으로 가스가 누출되고 화재 및 폭발사고가 발생하고 있다.

3.2.4 중간밸브

가스연소기 주위에 설치되는 중간밸브의 사고는 호

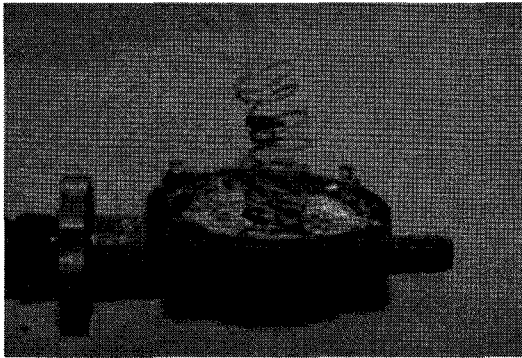


Fig. 5. 내부 부식 가스누출.

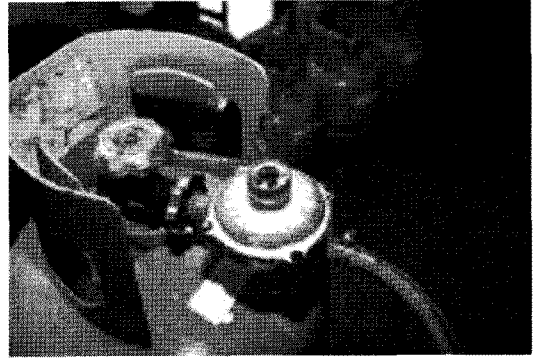


Fig. 6. 내부 불량 가스누출.

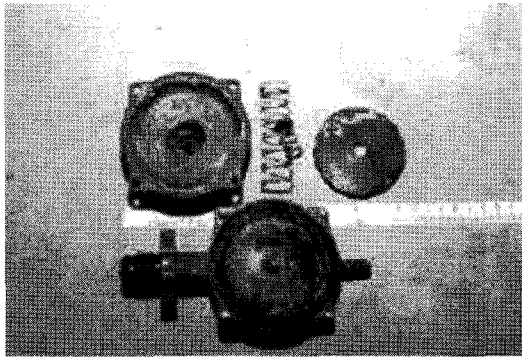


Fig. 7. 내부부식.

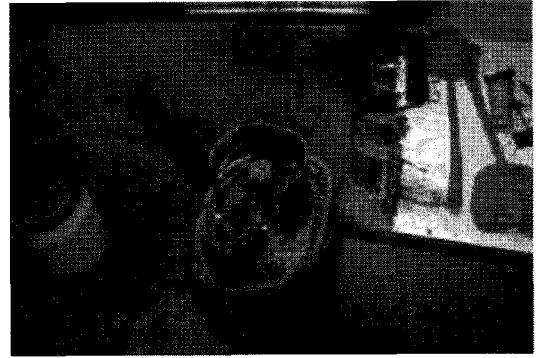


Fig. 8. 조정기 상부로 가스방출화재.

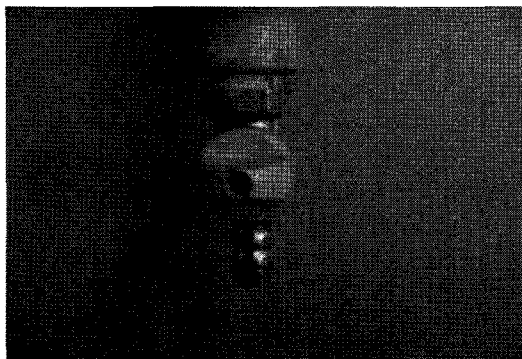


Fig. 9. 호스 및 연소기 미설치.

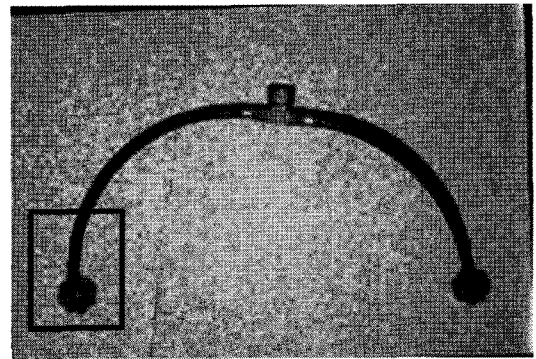


Fig. 10. 투원호트 파단 누출 폭발.

스를 연결시키는 부분에서의 연결부 누출과 노후로 인한 중간밸브 자체의 가스누출이 있으며, 또는 퓨즈콕을 가스의 흐름방향과 반대되도록 설치한 경우, 중간밸브가 설치되어 있지 않은 곳에서 가스렌지를 철거한 경우, 퓨즈콕의 안전장치가 없어진 상태로 설치된 경우가 있고, 또한 중간밸브가 설치되어 있더라도 잠그지 않을 경우 가스렌지 호스연결부의 불량이나 연소기에 안전장치가 설치되지 않은 제품에서 점화콕이 개방되어 가

스가 누출되는 경우도 있다. 또한 방화현장에서는 중간밸브의 호스 연결부를 인위적으로 이탈시키거나 중간밸브 전체를 이탈시키는 경우도 있다.

3.2.5 연소기

가스연소기에서의 사고유형은 강제혼합식버너가 장착된 연소기의 경우에는 지연(遲延)점화, 연소기 노후에 의한 부식 및 점화불량, 연소기 과열, 안전장치 고

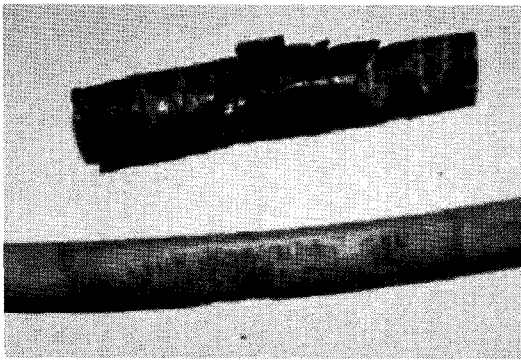


Fig. 11. 쥐 치어손상 가스누출폭발.

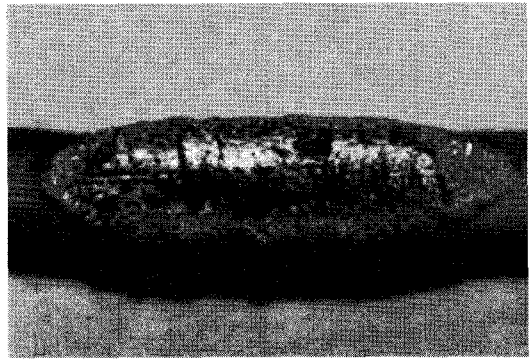


Fig. 12. 고열물체 호스접촉 응용 탄화.

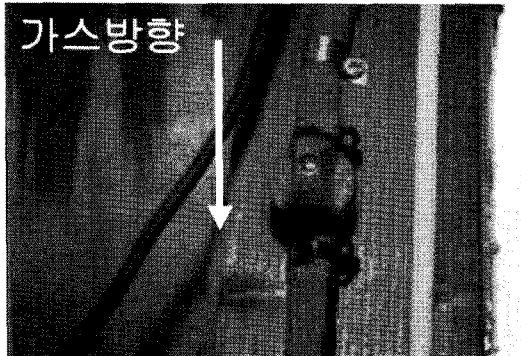


Fig. 13. 퓨즈콕 역(逆)방향 설치.



Fig. 14. 중간밸브 연결부 가스누출.



Fig. 15. 가스렌지 과열 화재.



Fig. 16. 가스오븐렌지 내부 부식.

장, 가스사용압력 및 사용가스 부 적정 및 연소기 사용 중의 과열에 의한 화재사고가 발생한다.

3.3 착안사항

가스용기 보관실이나 용기주위에서 화재나 폭발 및 누출사고가 발생하였을 경우 다음과 같은 현장조사 착안사항이 필요하다.

3.3.1 LP가스용기

- (1) 사고당시의 상태로 존재여부
- (2) 화재가 발생하였다면 그 흔적여부
- (3) 용기 교체, 취급여부
- (4) 용기 외부에 결로(結露)현상 여부
- (5) 안전밸브에서의 가스누출이나 화염흔적 여부
- (6) 가스가 누출되는 곳이 확인여부
- (7) 전도되었거나 충격 등의 흔적여부

3.3.2 압력조정기

- (1) 용기 교체 과정여부
- (2) 사용자의 연소기 불꽃상태여부
- (3) 호스이탈시 호스밴드 위치여부 및 고정상태 등 여부
- (4) 압력조정기 조정압력과 연소기 가스사용압력 일치여부
- (5) 압력조정기 감정
- (6) 압력조정기 충격 흔적 여부
- (7) 적합한 시공 여부

3.3.3 호스

- (1) 연결부 이완상태 및 호스밴드 및 호스 분기 "T" 설치 확인
- (2) 화재 현장의 화재 패턴과 수열의 정도 확인
- (3) 연소기 철거인 경우 그 시점과 막음처리 상태 확인
- (4) 노후에 의한 호스의 터짐 등 조사를 위한 설치년도 확인
- (5) 가스시설에 설치된 배관 및 호스 전체에 대한 정밀 조사
- (6) 고의 절단 손상여부 확인

3.3.4 중간밸브

- (1) 가스누출이 핸들부위에서 발생 여부 확인
- (2) 핸들의 조작은 정상적으로 작동여부확인
- (3) 퓨즈콕인 경우 퓨즈가 정상적으로 작동여부 확인
- (4) 퓨즈가 손상되었을 경우 손상된 파편의 내부 존재 확인

- (5) 가스흐름방향대로 설치되었는지 적합여부 확인
- (6) 중간밸브 주위의 가열원 여부 확인
- (7) 중간밸브 사용기간 여부 확인
- (8) 호스엔드 연결부분과 적합하게 체결 여부 확인
- (9) 화재의 흔적이 콕 주위에서 나타나는지 여부 확인

3.4.5 연소기

- (1) 가스시설에서 가스누출 여부 확인
- (2) 점화콕 및 중간밸브의 개폐의 이상 여부확인
- (3) 소화안전장치 등 안전장치의 이상여부 확인
- (4) 점화지연이 평소에도 자주 발생한 사실여부 확인
- (5) 노후에 의한 불안전 연소상태 여부 확인
- (6) A/S를 받은 사실여부 확인
- (7) 음식물 조리 여부 확인
- (8) 사용자의 정확한 사용법 숙지 여부 확인

4. 이동식부탄연소기의 화재원인 조사

4.1 개요

이동식부탄연소기(휴대용 가스렌지)는 이동성의 편리함과 간단한 취사를 할 수 있기 때문에 사용 장소에 관계없이 널리 사용되고 있다. 그러나 가스사고는 지속적으로 끊이지 않고 발생하고 있다. 화재현장에서는 접합용기(부탄가스통)를 손쉽게 확인할 수가 있고, 사고 원인으로 판단되는 경우도 있다. 휴대용가스렌지는 소화안전장치가 설치되어 있지 않기 때문에 사용상 주위가 요구되며, 접합용기는 화기에 접촉될 경우 급격한 압력상승으로 용이하게 파열된다. 최근에는 휴대용가스렌지의 구조 및 기능이 다양하게 생산되고 부탄가스통이 가스렌지 내부에만 장착되는 것이 아니라 외부에 노출되는 제품도 있으며, 사용용도에 따라 취사용, 난방용 등 다양하다.

4.2 안전장치

이동식 부탄연소기의 안전장치로는 접합용기의 내부 압력이 과압 상태가 되었을 때 가스공급을 차단하여 자동소화 되도록 되어 있다.

4.2.1 용기이탈식

용기이탈식 안전장치는 이동식부탄연소기의 가스콕에 장착되어 있으며 용기의 압력이 5~7kg/cm²에서 작동하도록 되어 있으며 용기압력이 상승하여 일정압력에 이르면 용기탈착레버를 작동시켜 용기를 분리함으로써 가스공급을 차단하게 된다.

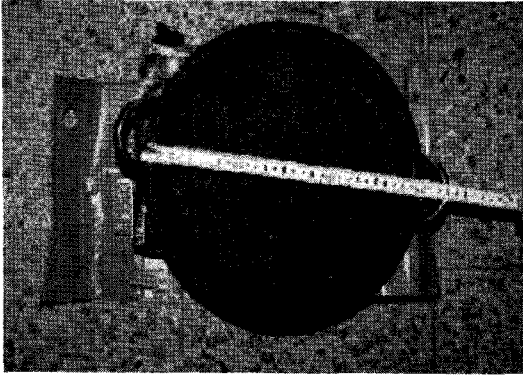


Fig. 18. 과대냄비 사용 용기파열.

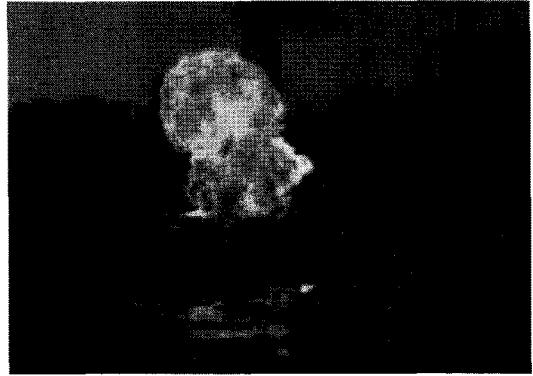


Fig. 17. 접합용기 파열화염.

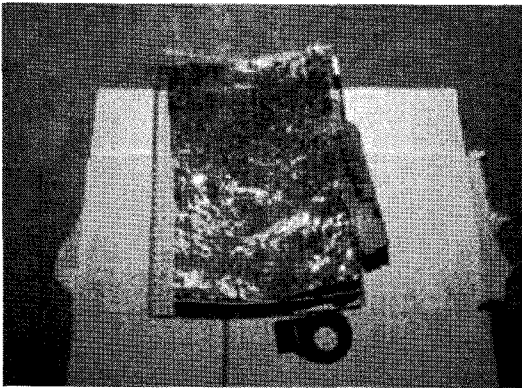


Fig. 19. 알루미늄 호일 사용 용기파열.



Fig. 20. 화염이 있는 연소기 위에 연소기 설치한 사례.

4.2.2 유로차단식

유로차단식은 앞서 말한 용기이탈식과 같이 산소공급을 차단하는 것은 동일하지만 용기를 이탈시키지 않고 가버너 내부에서 가스유로를 차단하여 소화시키는 방식이다.

4.3 사고유형

이동식부탄연소기 내부에 장착되어 접합용기가 온도 상승에 의한 내부압력상승으로 파열되는 사고이며, 내부압력상승의 원인으로는 과대조리기구의 사용, 화기 근처 연소기 설치사용, 화기상부에 연소기 설치 사용 및 연소기 내부에 접합용기 보관 등 화기 취급 부주의로 인한 사고가 대부분이나, 사고조사자는 정확한 원인을 규명하는데 어려움이 많다.

4.4 착안사항

4.4.1 점화폭을 작동시켰으나 불이 붙지 않았는지 여부

4.4.2 접합용기를 장착함에 정확히 연결하였는지의 여부

4.4.3 과대조리기구를 사용하였는지의 여부

4.4.4 화기주위에서 연소기를 사용하였는지의 여부

4.4.5 음식을 조리하였는지의 여부

4.4.6 삼발이 하부에 접합용기를 보관하였는지 여부

5. 결론

화재조사는 자연과학에 바탕을 두고 연소현 상에 관한 과학적 측면의 조사와 화재원인 과 결과에 따라 범 죄와 형벌 또는 불법행위에 의한 배상 등의 법률적 측면의 복합적으로 연계구조를 가지고 있어 고도의 전문성을 필요로 하는 업무수행이다. 또한 소방행정의 측면에서 보면 화재의 조사결과가 널리 국민에게 화재의 실태를 알리고, 유사화 재의 방지와 피해의 확대방지에 도움이 되어야 하고, 화재원인을 분석하여 소방정책에 반영하기 위한 자료로 활용할 수 있어야 한다.

참고문헌

1. 2005가스사고연감, 한국가스안전공사, 2006.
2. 가스와 가스기기의 종합지식, 도서출판형제사, 1994.
3. 사고조사실무, 한국가스안전공사, 2005
4. 2003년도 가스사고모의 실험보고서, 한국가스안전공사, 2003.
5. 가스폭발예방기술, 도서출판제화 1991.
6. 1997년도 가스사고모의 실험보고서, 한국가스안전공사, 1997.
7. 액화석유가스의 안전관리 및 사업법, 한국가스안전공사, 2006.