

# 이동식부탄연소기의 안전성 향상 방안 연구

김필중, 권부길, 박장식  
한국가스안전공사 가스안전연구원

## A Study on Safety Improvement of Portable Ranges

Pil-jong Kim, Boo-kil Kwon, Jang-sik Park

Korea Gas Safety Corporation

### 1. 서론

이동식부탄연소기는 1회용 부탄캔을 사용하는 소형 연소기로서, 휴대가 간편하고, 별도의 배관 등이 필요하지 않은 편리함으로 인해, 많은 소비자들이 사용하고 있다. 이러한 이동식부탄연소기에 대한 사고가 최근 많이 증가하였는데, 2005년 12월말 기준으로 5년간 발생한 이동식부탄연소기 관련 사고를 조사해 본 결과, 총 86건이 발생하였으며, 이는 전체 가스사고의 약 14.7%이다.(표 1 참조) 이 중 과대조리기구에 의한 사고가 30건(약 34.9%), 보관부주의에 의한 사고가 25건(약 29.1%), 장착불량에 의한 사고가 11건(약 12.8%)으로 사고의 발생빈도가 매우 높음을 알 수 있다. 또한 사고발생 추이를 살펴보면 2001년부터 매년 12건, 12건, 12건, 21건, 29건으로 해마다 증가하였다. 특히 2005년에 발생한 29건은 전체 가스사고(108건)의 약 27%에 해당한다. 따라서 이동식부탄연소기 사고의 주요 원인인 과대조리기구의 사용, 장착불량 등에 대한 기술적인 원인분석 및 안전성이 확보된 제조기술 개발 등에 대해 연구할 필요성이 있다.

본 연구에서는 이동식부탄연소기의 사고예방을 위해, 현재 국내에서 유통 중인 이동식부탄연소기의 과대조리기구에 대한 특성을 파악하고, 사고원인 분석을 거쳐, 안전성이 향상된 두 종류의 시제품을 제작하였다. 또한 이들 시제품에 대해 과대조리기구를 사용한 연소실험을 통해 1회용 부탄캔에 발생하는 열 및 압력 변화를 측정하고 그 결과를 비교분석하였다.

표 1. 이동식부탄연소기 사고현황('01~'05)

구분	계		'01년	'02년	'03년	'04년	'05년
	건수	점유율(%)					
계	86	100	12	12	12	21	29
과대조리기구 사용	30	34.9	5	3	4	9	9
보관 부주의	25	29.1	3	2	4	7	9
용기 장착불량	11	12.8	1	2	2	1	5
용기 직접가열	5	5.8	2	1		1	1
기타	15	17.4	1	4	2	3	5

### 2. 이동식부탄연소기 일반

#### 2-1. 구조

이동식부탄연소기는 크게 연소부와 용기부로 구분하여 볼 수 있다. 연소부는 버너헤드, 삼발이, 압전점화장치 등으로 구성되어 있으며, 용기부는 용기체결용 기구, 가버너, 열전도판 등으로 구성되어 있다. 이들 부품 중 가버너는 압력, 화력을 조절할 수 있고, 내부에 안전장치를 포함하고 있으므로, 가장 핵심적인 부품이라고 할 수 있다.

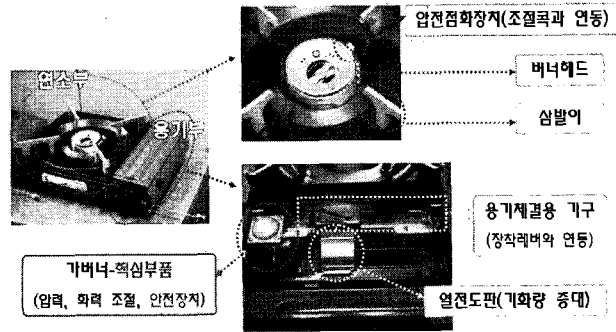


그림 1 이동식부탄연소기의 구조

### 2-2. 안전장치의 종류 및 원리

모든 이동식부탄연소기는 연료용기로 사용하는 부탄캔에 5~7kg/cm<sup>2</sup>의 압력이 작용하면 가버너에서 이를 감지하고, 소화를 유도하는 안전장치가 내장되어 있다. 국내에서 유통되는 이동식부탄연소기는 크게 용기이탈식 안전장치, 유로차단식 안전장치로 구분할 수 있으며, 그 원리는 그림 2에 나타내었다.

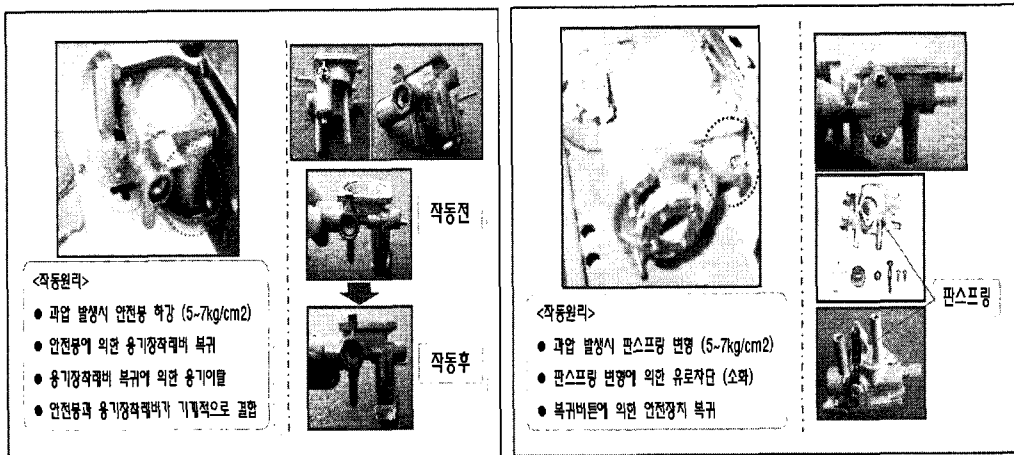


그림 2. 이동식부탄연소기용 안전장치의 구조 및 원리

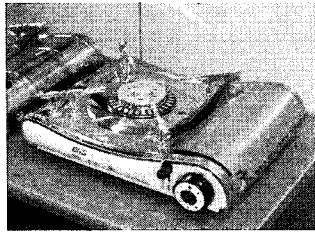
### 3. 시제품 제작 및 실험

#### 3-1. 시제품 제작

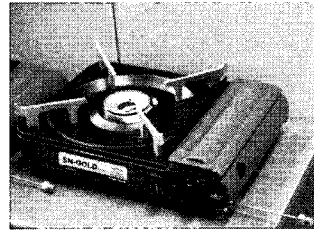
이동식부탄연소기 안전성 향상 연구를 위한 시제품은 부탄캔 압력상승에 대한 A, B, C의 세 가지 안전장치 아이디어로 접근하였으나, 소화안전장치를 사용하는 C안의 경우 비용 및 참여업체(제작)의 문제점으로 인하여 제외하였으며, A안과 B안에 대해서만 진행하였다. 그림 3은 A안과 B안이 적용된 제품 최종모델을 나타내고 있다.

시제품 A는 용기이탈식 안전장치를 개조한 것으로서, 통상 작동압력인 5~7kg/cm<sup>2</sup>의 압력에 도달하기 직전에 2차 유로를 사용하여 부탄캔의 추가적인 기화를 유도하고, 이때 발생한 기화잠열로 부탄캔의 온도를 하강시키고, 동시에 압력을 낮추는 원리이다.

시제품 B는 비교실험을 위해 유로차단식 안전장치를 사용하고, 용기부로 전달되는 열을 차단하기 위한 열차단막, 이중덮개 등을 장착하여 실험하였다.



(a) 시제품 A



(b) 시제품 B

그림 3. 이동식부탄연소기 시제품 최종 모델

### 3-2. 시제품 연소실험

시제품의 연소특성 및 적용한 안전장치의 안전성 정도를 파악하기 위해 연소실험을 실시하였다. 연소실험은 과대조리기구를 사용하여 진행하였으며, 야외에 설치된 컨테이너박스 내에서 실시하였다. 본래 이동식부탄연소기의 각 부위별 온도 및 부탄캔의 압력을 측정하려 하였으나, 용기이탈식 안전장치는 용기가 이탈된 후에는 압력측정이 어려우므로, 부탄캔의 기상부와 액상부의 온도를 측정하여 대체하였다. 그림 4는 실험 계측장비와 치구를 나타내고 있다.

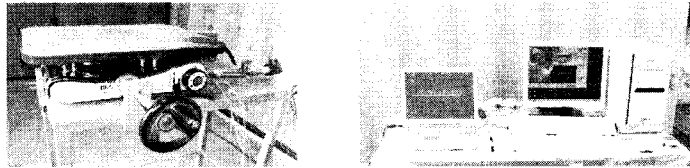
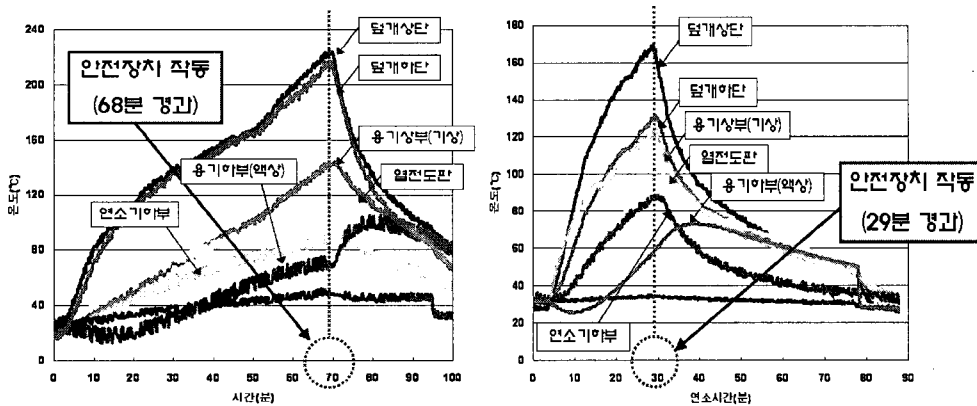


그림 4. 시제품 실험 사진

이동식부탄연소기의 열거동 특성을 파악하기 위해, 총 여섯 군데에 센서를 설치하여 온도를 측정하였으며, 그 부위는 용기덮개 상단, 용기덮개 하단, 용기 상단(기상부 온도), 용기 하단(액상부 온도), 열전도판, 연소기 하부이다.

## 4. 실험 결과

### 4-1. 과대조리기구 연소실험 결과



(a) 시제품 A

(b) 시제품 B

그림 5. 시제품 A, B의 과대조리기구 연소실험 결과

시제품 A, B에 대한 과대조리기구 연소실험 결과를 그림 5에 나타내었다. 안전장치가 작동된 후에는 각 부위의 온도가 모두 하강하며, 부탄캔의 액상부 온도만 증가한다. 이는 기화잠열이 없어지면서 부탄캔이 다른 부위의 열에너지를 흡수하는 것에 기인한다. 시제품 A의 경우 액상부의 온도가 시제품 B에 비해 서서히 증가하는 것을 확인할 수 있다. 즉, 2차유로가 작동하였으며, 그로 인한 증발잠열이 시제품 B에 비해 크다는 것을 의미한다. 그러나 시제품 A는 B에 비해 증가된 연소시간과 화력으로 인하여 부위별 온도가 매우 높고, 안전장치 작동 후 증기압이 매우 급격하게 증가하는 단점을 나타내었다. 그림 6은 이러한 부탄캔의 온도변화를 비교하여 나타낸 것이다.

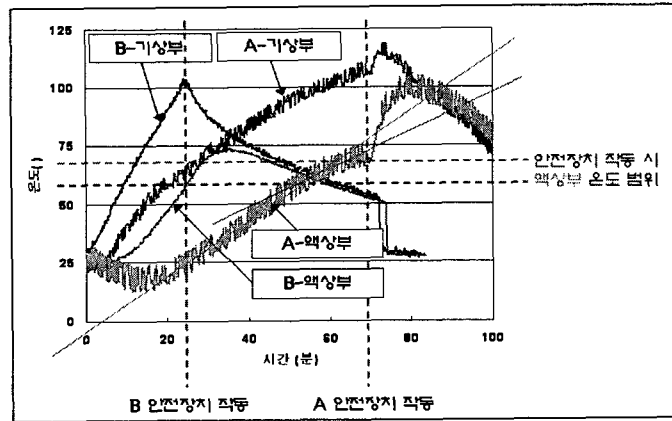


그림 6. 부탄캔의 온도변화 비교

#### 4. 결론

과대조리기구에 의한 부탄캔 과열·폭발 사고를 예방하기 위하여 안전성 향상 시제품을 제작하고 연소실험을 실시하였다. 실험 결과, 용기이탈식 안전장치를 수정한 시제품 A 모델의 경우, 추가 증발잠열로 인하여 안전장치의 작동을 장시간 지연시킬 수 있었다. 그러나 오랜 연소시간으로 인하여, 부위별 온도가 매우 높았으며, 안전장치 작동시 매우 급격한 속도로 부탄캔의 온도가 상승함을 알 수 있었다. 시제품 B는 안전장치가 단시간 내에 작동하였으나, 작동 후 냉각되는 시간이 짧았다. 시제품 A는 추가 증발잠열에 의한 냉각효과의 아이디어와 더불어 연소기 자체가 과열되지 않는 방향으로 추가연구가 필요하다고 판단되며, 시제품 B는 시제품 A와 같이 연소시간을 좀 더 증가시키는 추가연구를 진행한다면 더 좋은 결과를 보일 것으로 기대된다. 현재, 과대조리기구에 대한 사고예방을 위해 현재 이동식부탄연소기의 구조를 개선하는 연구가 진행 중에 있다.

#### 5. 참고문헌

1. 고압가스안전관리기준 통합고시집, 한국가스안전공사, 2005
2. 액화가스안전관리기준 통합고시집, 한국가스안전공사, 2005
3. KGS A 106-2003 이동식부탄연소기 기준, 한국가스안전공사, 2003
4. KGS A 106-2003 이동식부탄연소기 기준 부록, 한국가스안전공사, 2003
5. KGS A 406-2003 이동식부탄연소기용 가버너 성능인증 기준, 한국가스안전공사, 2003
6. KGS C 006-1999 이동식부탄연소기용 접합용기의 제조 및 검사기준, 1999