

카세트식 이동식부탄연소기의 使用에 관한 實驗的 研究

이근오, 이장우*

서울산업대학교 안전공학과, 한국가스안전공사*

An Experimental Study on the Potable hot plates used with Butane Gas

G. O. Lee, J. W. Lee*

Dept. of Safety Engineering, Seoul National Polytecnic Univ.

Korea Gas Safety Co.*

1. 서론

카세트식 이동식부탄연소기의 사고는 과열에 의한 화재뿐만 아니라 접합용기의 파열에 따른 피해가 더 큰 위험성을 내포하고 있다. 접합용기의 파열원인은 화재에 의한 파열과 접합용기 장착 불량에 의한 가스누출로 화염에 의한 파열, 그리고 과대 조리기구를 사용하여 조리기구 및 화염에서 발생하는 열이 접합용기에 전달되어 온도상승에 따른 파열로 구분된다. 현재 카세트식 이동식부탄연소기의 조리기구 크기에 따라 과열에 따른 정확한 검증이 부족하며, 사용자에게 사용장소와 조리기구의 크기만 권고하고 있어 이에 대한 자료가 필요하다. 현재 국내에 생산되고 있는 이동식 부탄 연소기는 안전장치가 용기파열을 방지하기 위하여 가스유로차단 방식과 과압에 의한 용기를 이탈시키는 방식이 장착되어 생산되고 있다. 따라서 가정에서 과대냄비를 사용하는 현실에서 연소기에 대한 사용자의 안전의식과 이에 따른 예방책이 크게 요구되고 있으나 이동식부탄연소기 장착 접합용기의 파열에 관한 연구가 매우 부족한 실정이다. 본 연구에서는 카세트식 이동식 부탄 연소기의 과대조리기구를 실제상황과 유사하게 설치하여 시간이 경과함에 따라 조리기구의 크기와 종류에 따른 접합용기의 상·하부, 접합용기 덮개에 부분에 대해 온도변화, 파열에 이르는 과정과 열이 접합용기에 미치는 영향에 대하여 검증하여 개선방향을 알아보고 카세트식 이동식부탄연소기의 접합용기 파열방지를 위한 안전장치의 개발에 기여하고자 한다.

2. 실험

2.1 실험장치

본 실험장치는 실험 대상물을 옥내실험공간과 유사하게 하기 위해 비닐하우스,

실험대, 조리기구, 카세트식 이동식부탄연소기, 접합용기, 실험자료를 수집·기록을 위한 다점식 온도기록장치로 구성되어진다. 그림은 실험장치의 배치도를 나타낸 것이다.

비닐하우스

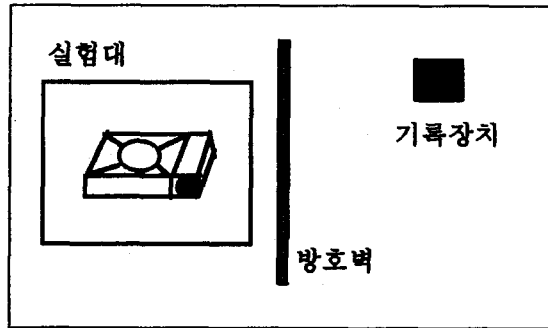


Fig. 1 실험장치 구성도

본 실험이 이루어지는 실험대의 크기는 Fig. 1와 같이 900mm×1000mm×600mm의 크기로 10mm합판목재로 제작되었으며 전체면 중 2개의 면은 개방하여 실험장치를 관찰할 수 있도록 하였다. 바람, 온도 등의 외부영향을 방지하기 위하여 비닐하우스를 설치하였으며, 또한 실험기간이 동절기인 점을 감안하여 실내온도를 유지하기 위해 비닐하우스 내부에 가스 난방기를 설치하였다..

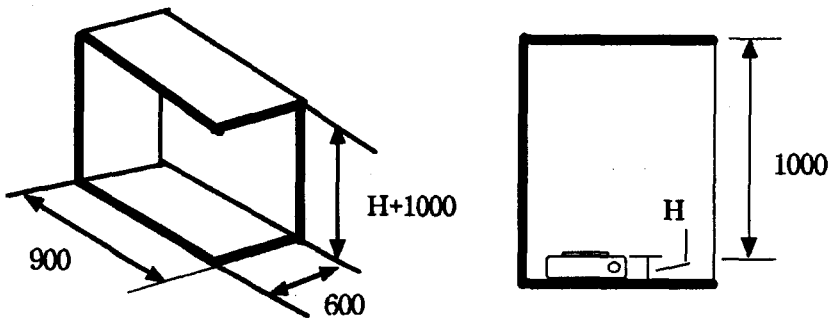


Fig. 2 실험대

카세트식 이동식부탄연소기, 조리기구, 접합용기, 실내온도를 측정하기 위하여 Fig. 3과 같이 T-type의 온도센서를 부착하였고, 온도센서가 정확히 부착되도록 감지부에 알루미늄 테이프를 사용하여 고정하였다.

센서는 조리기구의 표면(①), 접합용기 덮개표면(②), 접합용기의 상(③)·하부(④), 대기온도(⑤)에 설치하여 다점식 온도 기록장치에 연결하였다.

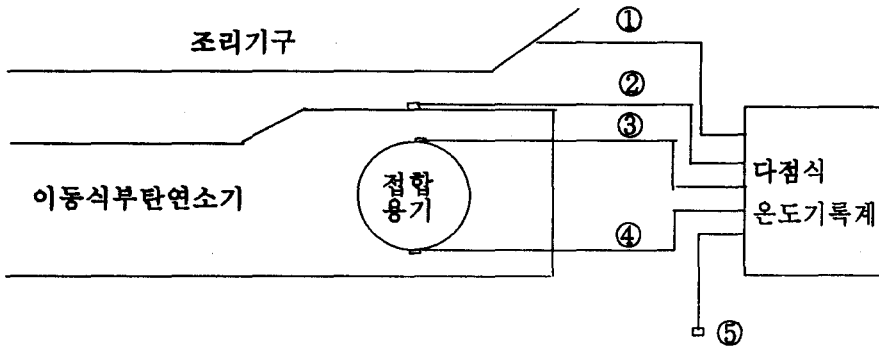


Fig. 3 온도센서 설치도

2-2. 실험방법

실험에 앞서 카세트식 이동식부탄연소기에 접합용기를 장착시키고 조리기구, 연소기표면, 접합용기의 가스상태가 기체인 상부(上), 가스상태가 액체인 하부(下), 실내의 온도를 측정하기 위하여 열전달에 의한 접합용기 파열에 미치는 각각의 위험요소 부위를 설정하고 알루미늄 테이프를 이용하여 부착시켰다. 다음에 각각의 센서를 다점식 온도 기록장치에 연결하였다.

실험장소에는 실험세트를 구성한 구조물과 실제 사고와 동일한 조건의 실내온도를 유지하기 위하여 비닐하우스를 사용하고 난방기를 이용하여 실내온도를 높여 주었다.

실험용 카세트 이동식부탄연소기의 주위에 화재 위험성과 접합용기 파열로부터의 피해를 최소화시키기 위하여 다점식 온도 기록장치의 이격은 물론 방호물을 설치하였다. 실험준비가 완료된 후에는 실제의 접합용기 파열사고와 같이 각각의 조리기구 크기별로 삼발이 위에 올려놓고 이동식부탄연소기의 접합용기 탈착레버를 작동시킨 후 점화콕크를 작동시켜 점화를 확인한 후 접합용기가 파열 또는 가스가 완전히 소비될 때까지 실험하였다.

실험이 종료되면 이동식부탄연소기의 점화콕크를 닫고 접합용기 탈착레버를 정상위치로 하고 조리기구를 제거한 후 각각의 센서를 분리시키고 기록결과를 확인하고 점검 기록하였다.

이동식부탄연소기의 형태는 여러 종류가 있으며, 접합용기는 동일한 구조로 용

량도 220g으로 동일종류이다. 또한 조리기구는 24cm불고기판, 26cm냄비, 30cm냄비, 40cm냄비, 30cm들구이판, 솥뚜껑구이판, 40cm들구이판을 선정하였으며, 냄비에는 물을 끓이는 조리방법을 이용하였다.

이러한 실험을 통하여 이동식부탄연소기 사용시 삼발이 보다 큰 과대냄비를 사용할 경우의 접합용기에 미치는 영향에 대해 알고자 크기가 다른 여러 종류의 조리기구를 설치하여 실험을 하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

3-1 접합용기 파열 실험

Fig 4는 조리기구 30cm전골냄비에 물을 넣고 5시간 12분동안 측정한 결과 조리기구의 표면온도는 급상승하여 30분 경과 후부터 100℃ 이상을 가스가 소진될 때까지 지속되었으며, 연소기 표면은 24분 경과부터 31℃ 시작으로 44.5℃에까지 올라가는 현상을 보였다. 이러한 온도에도 불구하고 접합용기의 상부는 기체상태 부분이지만 액화가스의 기화현상에 따른 결로 현상으로 15℃에서 25.5℃까지 상승하는 현상이 나타났으며, 접합용기의 하부는 액체상태의 부분으로 -0.5℃에서 4.5℃에 이르는 아주 낮은 온도분포를 볼 수 있었다.

Fig 5는 연소기의 삼발이 보다 넓은 조리기구 40cm들구이판을 가열하기 시작하여 처음부터 조리기구의 표면온도가 급상승하기 시작하여 30분만에 150℃였으며, 연소기 표면은 42분 경에 이 100.5℃, 용기상부는 84분 경 최고 높은 온도인 70.5℃, 용기하부는 조리기구와 연소기 표면온도가 가장 높은 시간대에 24.5℃를 높은 온도였다.

Fig 6은 조리기구 24cm불고기판을 가열하기 시작하여 처음부터 조리기구의 표면온도가 급상승하기 시작하여 6분만에 214℃를 측정되어 연소기 표면이 39℃ 용기상부가 20℃, 용기하부가 16℃로 측정되었다. 66분 경에는 조리기구347℃, 연소기표면77.5℃, 용기상부40℃, 용기하부 6.5℃를 측정되어 높은 온도분포였으며 높은 온도 관계로 가스의 소진시간이 빨랐으나, 접합용기의 파열현상은 볼 수 없었고 가스가 소진되는 시점에서는 조리기구의 온도강하가 급격히 발생하였으며 접합용기의 온도도 내려가기 시작하여 처음의 상태를 유지하였다.

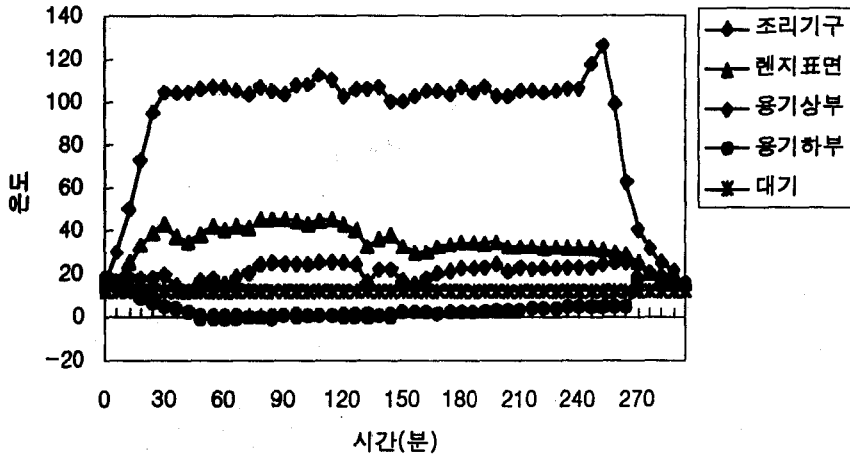


Fig 4. 30cm전골냄비

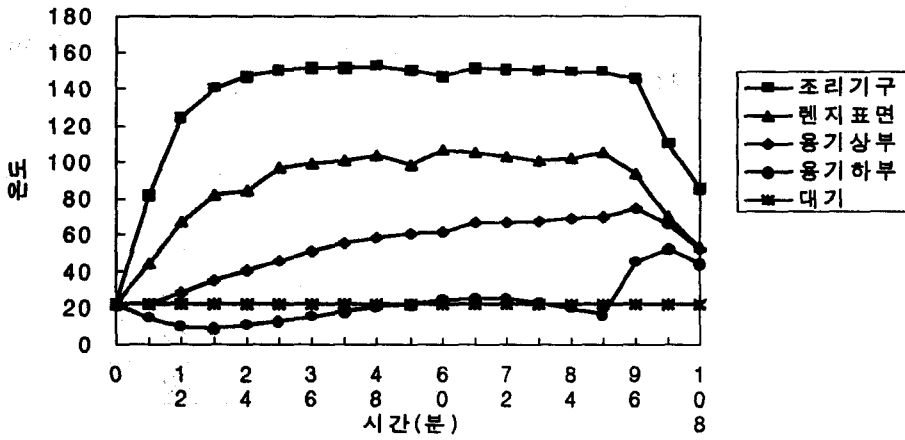


Fig 5 40cm돌구이판

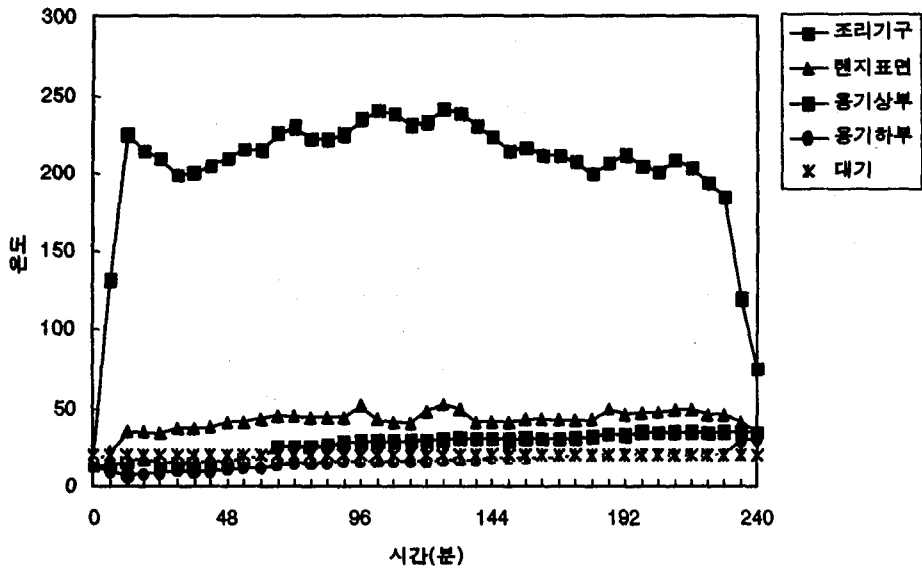


Fig 6 24cm 불고기판

3. 2 접합용기의 파열 내부압력

표 1에서는 국내에서 생산되는 제품에 대하여 접합용기에 압력을 가하여 변형 및 파열시점의 압력을 나타낸 것이다.

표 1 접합용기 파열압력 비교(단위:kg/cm²)

번호	시험기준	A사	B사
1	변형압력	14.3	16.7
	파열압력	18.2	17.8
2	변형압력	14.9	15.6
	파열압력	18.9	17.0

3. 3 접합용기 부탄가스 성분

표 2에서는 국내에서 생산되는 제품에 대한 부탄가스의 성분에 대하여 나타낸 것이다.

표 2 각 제조사별 가스성분 구성표(단위 %)

업체명 가스성분	A사	B사	C사
프로판	34.46	34.06	43.33
부탄	42.18	36.81	37.21
이소부탄	24.36	29.13	19.46

LP가스와 부탄혼합가스의 증기압 곡선에서 온도 60℃일 때 프로판 30%와 부탄 70% 비율로 혼합되었을 때 증기압은 10kg/cm²G를 나타내고 있다. 프로판 성분이 많을 경우 용기의 내부압력이 높아질 것이며, 특히 프로판 성분을 여름용보다 겨울용에 많이 함유시키고 있으나 겨울용을 여름철에 사용하는 것은 매우 위험하다고 할 수 있다.

4. 결론

카세트식 이동식부탄연소기에 대하여 실제 사고현장과 유사한 실험조건에서 파대 조리기구가 접합용기에 미치는 영향에 대하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 관련규격에서 가스소비량에 따라 조리기구의 바닥면적 크기를 정하고 있으나, 냄비크기 호칭 26cm보다 큰 조리기구를 사용할 경우 연소기 및 조리기구에서 발생하는 열로부터 접합용기에 미치기 때문에 접합용기의 파열 가능성이 높음을 알 수 있었다.

2. 접합용기내부의 압력이 5~7kg/cm²일 때 접합용기가 자동으로 이탈되거나 가스유로가 자동으로 닫히는 안전장치가 설치되어 있으나 파대 조리기구를 사용할 수 있는 조건이 충분하므로 이를 방지하기 위한 안전장치로써 접합용기 장착시 조리기구 설치위치와 용기 덮개부분 사이에 자동으로 칸막이가 설치하거나 접합용기의 덮개부분의 연소기표면에 연소열이 전달되지 않은 구조로 설계되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 한국가스안전공사 “가스관계법령, 1996.
2. 한국가스안전공사 “이동식부탄연소의 제조기준”,가스법관련고시집” pp210~216, 1998.
3. KS B 8106 “휴대용 부탄 가스 레인지“, 1995.
4. UL 147B Standard for Safety “Nonrefillable Type Metal Container Assemblies For Butane” 1992.
5. 한국가스안전공사 “97년도 가스사고 모의실험” pp143~225. 1998.
6. 한국가스석유기기협회 “가스연소기기편람”. pp256~261. 1998.
7. 한국가스안전공사 “가스사고연감” 1997
8. 한국가스안전공사 “고압가스업소통계집”. 1998.
9. 한국가스안전공사 “일본LPG시설 사고예방연구집” 1998.