



Propane-DME 혼합비율에 따른 가정용 가스레인지의 열효율 특성에 관한 실험적 연구

†안재욱 · 황현철 · 김영규 · 권정락

한국가스안전공사 가스안전연구원

(2008년 8월 11일 접수, 2008년 9월 8일 수정(1차), 2008년 9월 16일 수정(2차), 2008년 9월 16일 채택)

An Experimental Study on Thermal Efficiency Characteristics with Propane-DME Mixture Ratio for Residential Gas Range

†Jae Uk Ahn · Hyun Cheol Hwang · Young-Gyu Kim · Jeong-Rock Kwon

Institute of Gas Safety R&D, Korea Gas Safety Corporation

(Received 11. August. 2008, Revised(1st) 8. September. 2008, Revised(2nd) 16. September. 2008, Accepted 16. September. 2008)

요 약

본 연구는 현재 상용화를 추진중인 Propane-DME(dimethyl ether) 혼합가스를 가정용 가스레인지에 적용하였을 경우 각 버너에서의 열효율 특성이 KS 기준에 부합되는지를 알아보기 위하여 국내 4개사의 가정용 가스레인지를 대상으로 Propane 100%인 gas와 Propane-DME 혼합비율이 80%-20%(wt.%)인 혼합가스에 대하여 실험을 수행하였다. 실험결과, DME의 발열량이 낮아 DME 혼합비율이 높아질수록 열효율은 감소하는 것을 알 수 있었다. 또한, 4개사 중 1개사의 제품은 Propane-DME 혼합비율이 80%-20%(wt.%)인 혼합가스를 사용하였을 경우 열효율이 KS 기준인 40%에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 이에, Propane-DME 혼합비율이 80%-20%(wt.%)인 혼합가스를 가정용 가스레인지에 적용하기 위해서는 적절한 기준개발이 요구된다.

Abstract – In this paper, the research was applied the mixture gas of Propane-DME (dimethyl ether) for being commercialization to residential gas ranges. In order to examine a correspondence between Korean Standard and thermal efficiency characteristics at each burner, experiments were performed with 100% Propane and the mixture gas of 80% Propane-20% DME. The experimental results were shown that the higher a mixture ratio of DME was used, the lower a thermal efficiency was gained. Those were due to low calorific value of DME. With 80% Propane-20% DME mixture gas, one of residential gas ranges was not satisfied the condition for the thermal efficiency value, 40%, Korean Standard. Consequently, the research needs about the standard for being commercialization to the mixture gas of Propane-DME.

Key words : DME, Propane-DME mixture gas, thermal efficiency, residential gas range

I. 서 론

전 세계적으로 가장 많이 사용되고 있는 화석연료인 석유는 그 매장량 및 매장지역이 한정되어 있으며, 환경오염, 연료공급 등의 많은 문제를 안고 있다. 이러한 화석연료를 대체하기 위하여 최근 차세대 대체에너지에 대한 관심이 높아지면서 청정연료인 디메틸에테르(dimethyl ether; DME)의 사용방안에 대한 기술개발이 진행되고 있다. DME는 천연으로 생산되는 에너지자원

은 아니지만 석탄, 석유가스, 바이오매스, 유기폐기물 등의 다양한 에너지원으로부터 합성이 가능하며, 이산화탄소의 배출량이 적기 때문에 지구온난화 문제에도 적극 대응할 수 있다[1,2]. 또한, DME는 LPG와 유사한 물성을 지닌 청정한 연료로써 연소특성이 우수하며, 그 사용처도 발전용, 민생용, 자동차용 등 광범위하게 사용될 수 있다[3]. 일본의 LP가스진흥센터에서는 2002년부터 2004년도에 걸쳐 “DME 연료 표준사양서의 확립연구” 등을 수행하며 DME 상용화를 준비하고 있으며, 미국은 “디젤 엔진용 DME 대체연료 개발”을 목표로 Haldor Topsoe에서 연구를 추진중에 있다. 또한, 인

†주저자:juahn@kgs.or.kr

도에서도 150만톤/년 규모의 DME 플랜트를 건설하여 상용화를 추진하고 있다. 국내에서도 한국에너지기술연구원, 한국기계연구원 등에서 DME를 차량용 연료로 사용하기 위한 연구를 진행하고 있다.

DME 연료는 차량용 연료로서 뿐만 아니라, 가정·상업용 연료로도 적용이 가능할 것으로 예상되고 있다. 따라서 DME의 상용화를 위해서는 가스기기는 물론 충전시설, 운송설비, 저장탱크 등에 관한 안전성 평가 및 실증연구가 반드시 필요할 것이다[4].

따라서 본 연구에서는 기존 LPG 사용기기 중 가정용 가스레인지의 구조를 변경하지 않고 Propane-DME 혼합가스를 사용하였을 경우에 대한 열효율 특성 실험을 수행하였으며, 실험을 통하여 얻은 데이터를 분석하여 Propane-DME 혼합가스의 열효율 특성치가 KS 기준에 부합하는지 여부를 연구하고자 하였다.

II. 실험장치

2.1. 가정용 가스레인지

구조변경을 하지 않은 가정용 가스레인지에 Propane-DME 혼합가스를 적용하여 실험을 수행하였다. Table 1은 본 실험에 적용된 가정용 가스레인지의 사양을 나타내고 있다.

2.2. Propane-DME 혼합가스

Propane-DME 혼합가스를 가정용 가스레인지에 사용하였을 경우 열효율이 KS B 8114 (가스레인지)에 적합함을 알아보기 위하여, 4종의 Propane-DME 혼합가스를 제조하였다[5]. Table 2는 4종의 Propane-DME 혼

Table 1. Specification of residential gas ranges.

No.	Total gas consumption	Burner 1	Burner 2
A	8.20 kW	4.30 kW	2.60 kW
B	8.08 kW	2.95 kW	2.36 kW
C	8.68 kW	3.36 kW	3.36 kW
D	8.79 kW	3.50 kW	3.50 kW

Table 2. Mixing ratio of propane-DME mixture gas.

No.	Propane	DME
1	100%	0%
2	85%	15%
3	80%	20%
4	75%	25%

Table 3. Mixing analysis of the propane-DME mixture gas.

No.	Propane	DME	Higher heating value (kcal/Nm ³)
1	98.8% (butane 1.2%)		24296.79
2	85.68%	14.32%	23065.55
3	80.81%	19.19%	22593.50
4	76.37%	23.63%	22228.15

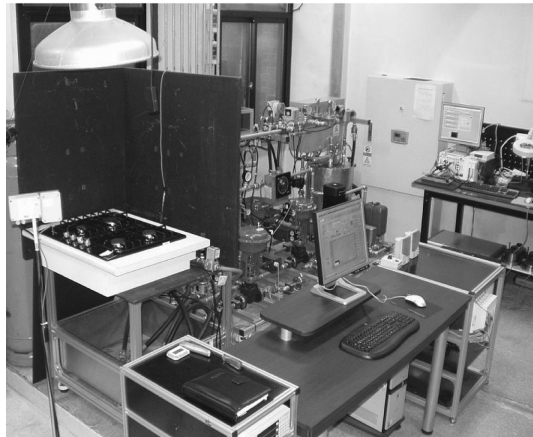


Fig. 1. Experimental apparatus.

합가스의 중량기준(wt.%) 혼합비율을 나타내고 있다. 혼합된 가스는 GC HP 5890의 PFPD 검출기를 사용하여 혼합가스의 성분을 분석하였다. Table 3은 혼합비율에 따른 Propane-DME 혼합가스의 성분분석 결과를 나타내고 있다.

2.3. 열효율 측정장치

열효율 측정은 KS B 8114의 시험방법을 적용하였으며, 열효율 측정 실험은 인증기관인 한국가스안전공사에서 수행하였다. Fig. 1은 열효율 측정 실험 장비를 나타내고 있다.

III. 실험방법

3.1. Propane-DME 혼합비율에 따른 열효율 측정

사양이 같은 A사의 가스레인지 4대를 Table 2의 혼합비율에 따라 열효율 측정 실험을 수행하였다.

3.2. Propane 80%, DME 20% 혼합가스 사용 시 열효율 측정

사양이 다른 3개사의 가스레인지에 Propane 100%와

Propane-DME 혼합비율이 80%~20%(wt.%)인 혼합가스를 사용하여 효율측정 실험을 하였으며, 혼합가스 사용 시 열효율이 KS B 8114의 기준에 미치지 못하는 가스레인지에 대하여 Propane-DME 혼합비율이 85%~15%(wt.%)인 혼합가스를 사용하여 열효율을 다시 측정하였다.

IV. 실험결과 및 고찰

4.1. Propane-DME 혼합비율에 따른 열효율 측정 결과

Table 4는 사양이 같은 A사 4대의 가스레인지에 혼합비가 다른 Propane-DME 혼합가스를 사용하였을 때 혼합비의 변화에 따른 각각의 가스레인지 버너의 효율을 나타내고 있으며, Fig. 2는 Propane-DME 혼합비율에 따른 효율변화 추이를 나타내고 있다. Fig. 2에서와 같이 Propane-DME 혼합가스에서 DME 혼합비율이 증가할수록 각 버너에서의 열효율은 1~2% 수준으로 감소하는 경향을 나타내었다.

Table 4. Thermal efficiency in appliance A with different mixing ratio of propane-DME mixture gas.

No.	Property ratio of propane-DME mixture gas (wt.%)	Thermal efficiency	
		Burner 1	Burner 2
1	Propane 100%, DME 0%	48.07%	47.38%
2	Propane 85%, DME 15%	45.36%	46.79%
3	Propane 80%, DME 20%	44.78%	44.75%
4	Propane 75%, DME 25%	43.87%	44.10%

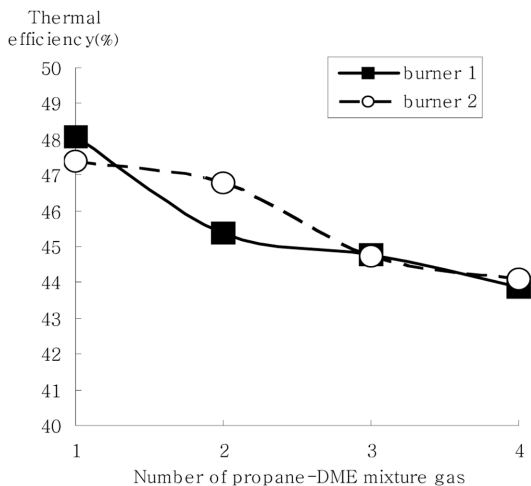


Fig. 2. The change of thermal efficiency in appliance A with different mixing ratio of propane-DME mixture gas.

소하는 경향을 나타내었다. 이는 DME의 발열량이 낮아 DME 혼합비율이 높아질수록 Propane-DME 혼합가스의 발열량 또한 Propane 100%에 비해 낮아지기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 A사 가스레인지 각 버너의 효율은 DME 혼합비율을 25%까지 증가시켜도 KS B 8114의 효율 기준인 40% 이상인 것을 알 수 있었다. 이 결과는 현재 알려진 바와 같이 Propane-DME 혼합비율을 80%~20%(wt.%)로 하여 가정용으로 사용하였을 경우 가스이용기기의 구조변경 없이 이용이 가능하다는 결론과 일치하는 것을 보여준다[6,7].

4.2. Propane 80%, DME 20% 혼합가스 사용 시 열효율 측정 실험 결과

4.1.의 Propane-DME 혼합비율에 따른 열효율 측정 실험결과를 바탕으로 사양이 다른 국내 3개사의 가스레인지에도 Propane-DME 혼합비율이 80%~20%(wt.%)인 혼합가스를 적용하여 보았다. Table 5부터 7까지는 3개사의 가스레인지에 Propane 100%인 경우와 Propane-DME 혼합비율이 80%~20%인 혼합가스를 적용한 경우에 대한 열효율 측정 결과를 나타내고 있다. Table 5와

Table 5. Thermal efficiency in appliance B with 100% propane and 80% propane-20% DME mixture gas.

No.	Property ratio of Propane-DME mixture gas (wt.%)	Thermal efficiency	
		Burner 1	Burner 2
B	Propane 100%, DME 0%	46.29%	45.21%
	Propane 80%, DME 20%	43.81%	43.37%

Table 6. Thermal efficiency in appliance C with 100% propane and 80% propane-20% DME mixture gas.

No.	Property ratio of propane-DME mixture gas (wt.%)	Thermal efficiency	
		Burner 1	Burner 2
C	Propane 100%, DME 0%	41.77%	43.04%
	Propane 80%, DME 20%	36.57%	36.57%

Table 7. Thermal efficiency in appliance D with 100% propane and 80% propane-20% DME mixture gas.

No.	Property ratio of propane-DME mixture gas (wt.%)	Thermal efficiency	
		Burner 1	Burner 2
D	Propane 100%, DME 0%	48.14%	47.49%
	Propane 80%, DME 20%	46.07%	45.73%

7에서 B사와 D사의 경우 Propane 100%에서 효율이 45% 이상으로 나타났으며, Propane-DME 혼합비율이 80%~20%(wt.%)인 혼합가스를 사용하였을 경우 효율이 2~3% 가량 떨어졌다. 하지만 B사와 D사 제품의 경우 Propane-DME 혼합가스에서도 KS B 8114의 효율 기준 이상의 값을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

그러나, C사의 경우 Propane 100%에서의 효율이 기준 값인 40%에 근접한 값을 나타내어 Propane-DME 혼합가스를 사용하였을 경우 열효율이 5~6.5%가량 떨어지며, KS B 8114의 기준값에 미치지 못하는 결과를 얻었다. KS B 8114의 효율 기준에 미치지 못하는 C사의 가스레인지에 대하여 Propane-DME 혼합비율이 85%~15%(wt.%)인 혼합가스를 사용하여 열효율 측정 실험을 다시 수행하였다. Table 8은 그 결과를 나타내고 있다. Table 8에서와 같이 Propane-DME 혼합비율이 85%~15%(wt.%)인 혼합가스를 사용하였을 경우 C사의 가스레인지는 KS B 8114의 효율기준에 근접한 값을 나타내며, 효율기준인 40%에 도달하였다. Fig. 3은 C사의 Propane-DME 혼합비율에 따른 효율변화 추이를 나타내고 있다.

Fig. 3에서처럼 국내 D사의 가스레인지도 A사의 가

스레인지와 마찬가지로 DME 혼합비율이 높아질수록 효율은 감소하는 추이를 나타내고 있으나, 감소량은 1~2% 가량 많은 것으로 나타났다.

V. 결 론

본 연구에서는 국내에 생산되는 가정용 가스레인지를 이용하여 국내 기준 적용을 위한 국내 4개사의 가정용 가스레인지를 이용하여 열효율 측정 실험을 Propane-DME 혼합가스에 대하여 수행하였다. 실험결과에 따르면, Propane-DME 혼합가스는 DME의 발열량이 낮아 DME 혼합비율이 높아질수록 열효율은 1~2% 수준으로 감소한다는 결과를 얻을 수 있었다. 또한, 4개 사의 가스레인지에 대하여 Propane-DME 혼합비율이 80%~20%(wt.%)인 혼합가스를 적용하였을 경우 구조변경을 하지 않은 A, B, D의 3개사 제품에 대한 열효율 값은 기존의 KS 기준(40%) 이상의 값을 나타내었다. 그러나, C사 제품은 Propane-DME 혼합비율이 80%~20%(wt.%)인 혼합가스를 적용하였을 경우 열효율이 KS 기준에 약 3.43% 미치지 못하는 값을 얻을 수 있었다. 이와 관련하여, “DME-LPG 혼합연료 적용 가스용품 및 설비의 안전성 연구” 과제에서 추가적인 실험을 수행 중에 있으며, 이를 통해, Propane-DME 혼합가스의 상용화를 위한 국내 실정에 맞는 적절한 기준개발이 요구된다.

Table 8. Thermal efficiency in appliance C with 85% propane-15% DME mixture gas.

No.	Property ratio of propane-DME mixture gas (wt.%)	Thermal efficiency	
		Burner 1	Burner 2
C	Propane 85%, DME 15%	40.07%	40.44%

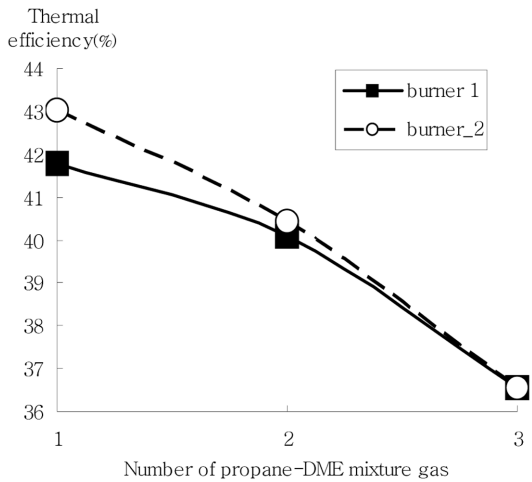


Fig. 3. The change of thermal efficiency characteristics in appliance C with different mixing ratio of Propane-DME mixture gas.

참고문헌

- [1] Aguayo, A.T., J. Erena, I. Sierra, M. Olazer and J. Bilbao, “Deactivation and Regeneration of Hybrid Catalysts in the Single-step Synthesis of Dimethyl Ether from Syngas and CO₂”, *Catal Today*, **160**(1-4), 265-270, (2005)
- [2] Choi, C.W., W.I. Cho, Y.S. Beak and K.H. Row, “Experimental Study on the Synthesis of Dimethyl Ether”, *Korean J. Ind. Eng. Chem.*, **17**(2), 125-131, (2005)
- [3] Spencer C. Sorenson Michael Glensving and Duance L. Abata, “Dimethyl Ether in Diesel Fuel Injection System”, SAE 981159, (1998)
- [4] 한국가스안전공사 가스안전연구원, “DME-LPG 혼합연료 품질특성 연구”, (2007)
- [5] KS B 8114, “가스레인지”, (2007)
- [6] Kader Md. Mohafiqul, Hiroyoshi Tsukahara, Hiraku Niwa, “Report on Combustion of DME-LPG Mixture Fuel in Domestic Gas Appliances”, 4th Asian DME Conference, (2007)
- [7] Helge Holm-Larsen, “Synthesis and New Applications of DME - A Review of Alternatives”, 8th Natural Gas Conversion Symposium, (2007)