



가정용 LPG 저압조정기의 사용수명 평가

†김영규 · 김필종 · 조석범 · 권부길

한국가스안전공사 가스안전연구개발원

(2005년 8월 12일 접수, 2005년 9월 14일 채택)

Evaluation of Service Life of Low Pressure LP-Gas Regulators for Home Use

†Young-Gyu Kim · Pil-Jong Kim · Seok-Beom Cho · Boo-Kil Kwon

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

(Received 12 August 2005, Accepted 14 September 2005)

요 약

가정용 LPG 저압조정기의 사용수명을 평가하기 위하여 실험적 연구를 수행하였다. 실험결과에 의하면 조정압력과 폐쇄압력은 사용경과 7년부터의 조정기에서 표준값을 현저하게 벗어나는 것으로 나타났다. 따라서 이들 결과로부터 LPG 저압조정기는 약 6년 정도의 사용수명을 갖고 있는 것으로 평가된다.

Abstract - Experimental works were carried out to evaluate the service life of low pressure LPG regulators for domestic use. Experimental results showed that the operating pressure of regulators used for 7 years notably deviated from the standard value of the adjusting pressure and the lock-up pressure. Thus, it is estimated that low pressure LPG regulators have approximately 6 years of service life.

Key words : Low pressure LPG regulator, Adjusting pressure, Lock-up pressure

I. 서 론

액화석유가스(LPG: liquefied petroleum gas)는 1960년대 초에 국내에 도입된 이래로 현재까지 연료용 연료로서 각광받고 있다[1]. LPG는 청정성과 편리성 때문에 가정용 연료로서 높은 비중을 차지하고 있으며, 그에 따른 가스기기도 다양하게 개발되어 사용되고 있다. 가스연료로 사용되는 LPG는 일반적으로 소형 용기(20 kg, 50 kg)에 액체상태로 저장되어 가정집으로 운송이 되며, 용기 내에서 기화된 LP가스는 용기에 체결된 밸브와 압력조정기를 통하여 저압의 형태로 조정되어 가스렌지와 같은 연소기로 공급된다. LPG 용기 내의 가스압력은 약 2~10 kg/cm²으로 매우 높아 가정용 연소기에서 바로 사용할 수가 없기 때문에 연소에 적합한 낮은 압력으로 감압시켜 줄 수 있는 압력조정기[2-5]의 설치가 필수적이다.

이러한 LPG 저압조정기(low pressure LPG regulator)는 용기내의 압력변동에 관계없이 안정적인 가스압력

을 연소기에 공급할 수 있도록 설계·제작된 가스용품[5]으로 LP가스의 안정적인 공급에 중요한 역할을 한다. 그러나 저압조정기를 설치한 후 사용연도가 오래 되면, 다이어프램, 스프링 재료의 시효 등으로 인한 이상압력이 발생하고, 결과적으로 연소기에서 불안정한 연소현상을 초래하거나 과도한 압력이 가해지는 등 잠재적인 가스사고의 위험성이 높아지게 된다. 실제, LPG 저압조정기와 관련된 사고는 매년 수천씩 발생하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 일반 가정에서 많이 사용하고 있는 LPG 저압조정기의 사용경과연수에 따른 성능시험을 통하여 적절한 사용수명을 평가하고자 한다.

II. 실험

2.1. 실험 시료

실험의 신뢰성을 높이고 결과의 적용 범위를 넓히기 위해서, 본 실험에는 전국 각 지역에서 채취한 사용경과 1년부터 10년까지의 LPG 저압조정기 160개와 사용하지 않은 신품 조정기 6개를 실험시료로 채택하였다.

†주저자: ygkim@kgs.or.kr

Table 1. Specifications of low pressure LPG regulator.

Inlet pressure (kg/cm ²)	Upper	15.6	
	Lower	0.7	
Outlet pressure (mmH ₂ O)	Standard	280	
	Adjusting pressure	Upper	330
		Lower	230
	Lock-up pressure	350	
Safety device operating pressure (mmH ₂ O)	Standard	700	
	Opening	560~840	
	Closing	504~840	
Rated capacity (kg/hr)		4.0	

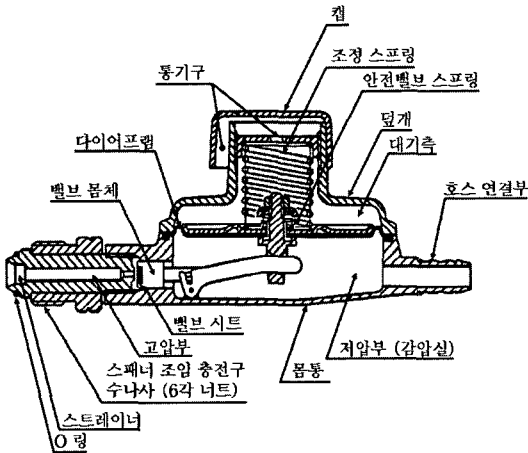


Fig. 1. Detail view of low pressure LPG regulator.

Table 1과 Fig. 1은 각각 LPG 저압조정기의 주요 사양과 구성도를 나타내고 있다. LPG 저압조정기는 용기에 직결되어 사용하게 되며, 알루미늄 다이캐스팅 재질의 몸체와 댕개, 다이어프램(diaphragm), 스프링(spring), 밸브시트, 캡 등으로 구성된다. LPG는 고압의 형태로 저압조정기의 고압부로 유입되고 다이어프램과 수압판(diaphragm plate)에 연결되어 작동하는 레버와 밸브몸체에 의하여 저압으로 감압된 뒤, 저압부를 통하여 연소기로 공급된다. 또한 저압조정기에는 미세한 압력을 조절할 수 있도록 다이어프램과 수압판의 상부에 스프링 조절기가 설치되어 있다.

2.2. 실험방법

LPG 저압조정기에 대한 조정압력(adjusting pressure)과 폐쇄압력(lock-up pressure)은 동경가스엔지니어링에서 제작한 조정기 성능시험기를 이용하여 측정하였다.

조정압력은 조정기의 입구압력 0.7 kg/cm², 5.0 kg/cm², 10.0 kg/cm², 15.6 kg/cm²에 대해 조정기 출구쪽 유량을 0%, 5%, 50%, 100%로 변화시키면서 실험하였다. 폐쇄압력은 조정기의 출구쪽을 막아 출구유량이 없는 상태인 유량 0%에서 입구압력을 0.7 kg/cm², 5.0 kg/cm², 10.0 kg/cm², 15.6 kg/cm²으로 변화시켜 가면서 압력을 측정하였다. 각각의 입구압력과 지정된 출구유량에서 측정된 데이터를 수집하여 분석하였다.

III. 실험결과 및 고찰

3.1. 조정압력

조정압력은 고압상태의 용기내 LPG가 저압조정기에 의해 감압되어 조정기 출구 쪽에서 발생하는 압력을 의미한다. 본 실험에서는 이러한 조정압력에 대해, 다양한 조건의 실험을 실시하기 위해서, 입구압력을 0.7 kg/cm², 5.0 kg/cm², 10.0 kg/cm², 15.6 kg/cm²의 네 단계로 나누어 가하였으며, 각 단계별 입구압력 조건에서 유량을 0%, 5%, 50%, 100%로 변화시키면서 출구 쪽의 압력을 측정하였다. LPG 저압조정기의 조정압력은 상한과 하한의 허용압력 값으로 구분되는데, 하한 값이 230 mmH₂O, 상한 값이 330 mmH₂O이며, 입구압력의 변화와 관계없이 이를 만족하여야 한다[5].

또한, 일반적으로 압력조정기는 유량이 증가할수록 압력이 감소하는 구조로 되어 있는데, Fig. 2의 각 사용연도별 분포도 유량이 증가할수록 압력이 감소하는 양상으로 나타났다.

Fig. 2는 입구압력 0.7 kg/cm²에 대한 LPG 저압조정기의 조정압력 값들을 도시화한 것이다. 여기서 기호 ■는 출구측 유량 0%, ○는 유량 5%, △는 50%, ◇는

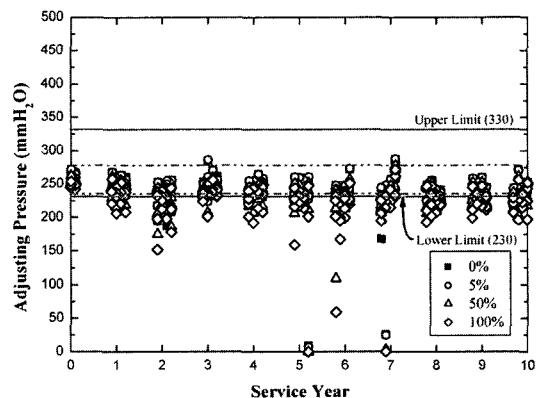


Fig. 2. Adjusting pressure distributions at inlet pressure of 0.7 kg/cm².

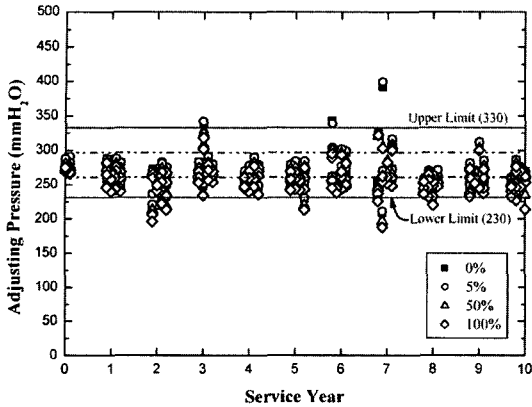


Fig. 3. Adjusting pressure distributions at inlet pressure of 5.0 kg/cm².

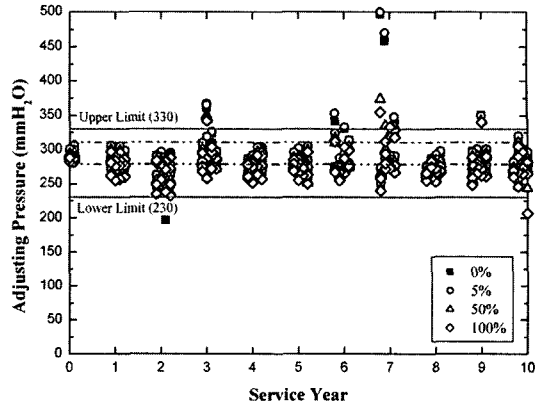


Fig. 4. Adjusting pressure distributions at inlet pressure of 10.0 kg/cm².

100%의 상태를 각각 나타낸 것이다. Fig. 2 중앙부의 2 점 쇄선은 신품 조정기의 조정압력 값을 참조하기 위해 나타낸 선이다. 입구압력 0.7 kg/m²은 본 실험에서 가장 낮은 입구압력 상태를 나타내는 데, 그림에서도 알 수 있듯이 1년이 경과한 조정기부터 하한 값(230 mmH₂O)을 밑도는 결과를 나타내는 조정기들이 많아짐을 확인할 수 있다. 또한 6년 이상 경과한 조정기들의 절반 이상이 하한 값에 미치지 못하였으며, 0~100 mmH₂O의 극히 낮은 압력을 나타내는 시료도 있었다. 참고로 신품 조정기의 경우, 입구압력의 영향으로 비교적 낮은 값을 보이지만, 모두 하한 값을 상회하는 안정된 분포를 형성하였다.

Fig. 3은 입구압력 5.0 kg/cm²에 대한 LPG 저압조정기의 조정압력 값들을 도시화한 것이다. Fig. 2와 비교하여 보았을 때, 전체적으로 조정압력 값들이 상향 조정된 것을 확인할 수 있다. 이것은 입구압력 증가에 기인한 것으로, 오래 사용한 조정기일수록 신품조정기에 비해 상향 조정되는 폭이 큰 것으로 나타났다. 오래된 압력 조정기에서 이러한 현상이 발생하는 이유는, 스프링과 다이어프램의 노화로 인하여 입구압력에 대해 출구압력을 유지하는 수준이 많이 약화되었기 때문으로 판단된다. 사용경과 7년에 해당하는 제품들은 하한값과 상한값을 초과하는 값들도 보여주었다.

Fig. 4에 입구압력 10.0 kg/cm²에 대한 LPG 저압조정기의 조정압력 값들을 유량 0%, 5%, 50%, 100%에 대하여 그 분포도를 그래프로 나타내었다. 사용기간이 3년이 경과한 조정기제품과 6, 7년이 경과한 조정기제품에서 표준 조정압력의 상한 값을 초과하는 현상이 나타나기 시작했으며, 대체적으로 조정압력이 Fig. 2나 Fig. 3에 비해서 상향으로 조정되었음을 확인할 수 있

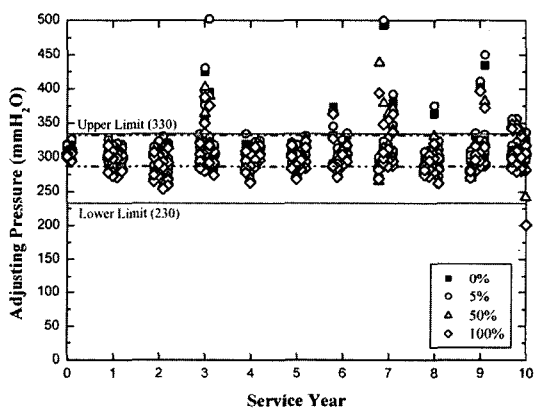


Fig. 5. Adjusting pressure distributions at inlet pressure of 15.6 kg/cm².

다. 이와 같이 조정압력이 상한 값을 초과하거나 전반적으로 높게 나타나는 현상도 앞에서 언급하였듯이 입구압력 증가에 대하여 노화된 스프링과 다이어프램이 민감하게 반응을 하지 못하기 때문인 것으로 판단된다. 반면, 사용하지 않은 신품과 1년이 경과한 저압조정기의 경우에는 입구압력으로 인해 조정압력이 약간 높아진 경향은 유사한 것으로 나타났으나 측정된 모든 조정압력 값이 상한 값과 하한 값 사이에 존재함을 보여주었다.

Fig. 5는 입구압력 15.6 kg/cm²에 대한 LPG 저압조정기의 조정압력 값들을 도시화한 것이다. 입구압력 15.6 kg/cm²는 LPG 용기의 최고 압력으로 가정용 LPG 압력조정기에서 접할 수 있는 최고 압력이 된다. 입구압력이 최대로 변하면서, 2년 이상 사용한 다수의 저압조정기들이 조정압력 상한 값을 초과하였다. 특히, 7년

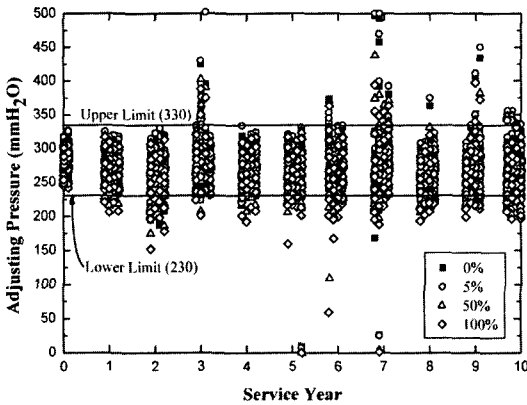


Fig. 6. Adjusting pressure distributions of low pressure LPG regulators.

이상 사용한 조정기들에서 이러한 현상이 두드러짐을 확인할 수 있었다. 또한 유량에 대한 압력변화의 값들도 이전의 실험에 비해 더 큰 폭으로 나타났다.

Fig. 6은 Fig. 3~5의 결과를 종합적으로 확인하기 위해, 모든 입구압력에 대해 유량별로 조정압력을 표시한 그래프이다. Fig. 6에서 확인할 수 있듯이 사용연수가 증가할수록 각 연도별 조정압력의 폭이 넓어지고 상하로 상한 값을 초과하거나 하한 값에 못 미치는 조정기들이 많아짐을 확인할 수 있다.

조정압력의 이상적인 분포는 편차가 적고 일정한 범위 내에 값들이 집중적으로 분포되는 것이다. 그러나 사용경과 7년의 조정기에서는 조정압력이 상한 값과 하한 값을 벗어났을 뿐만 아니라 폭넓게 분포하여 매우 불안정한 양상을 보였다. 또한 대부분의 사용조정기가 신제품 조정기의 조정압력 값 범위를 이탈하였고, 사용경과 6년부터는 상하로 벗어남을 볼 수 있다. 따라서 LPG용 저압조정기는 약 6년 정도 사용 후 교체하여야 연소기에 적정압력의 LP가스를 공급할 수 있을 뿐만 아니라 기기의 안전적인 측면에서도 바람직한 것으로 판단된다.

3.2 폐쇄압력

가정용 LPG 저압조정기에 있어서 폐쇄압력(lock-up pressure)이란 저압조정기의 출구를 폐쇄하였을 때, 저압조정기 내부에 발생하는 압력을 의미한다. 실제로는 사용 중인 연소기를 끄거나 호스연결 중간밸브를 닫았을 때 저압조정기의 저압부에 걸리는 압력을 의미하는데, LPG 저압조정기의 경우 국내가스법[5]에서는 폐쇄압력은 350 mmH₂O 이하를 유지하도록 규정되어 있다.

저압조정기에 대한 폐쇄압력 측정은 조정압력의 측

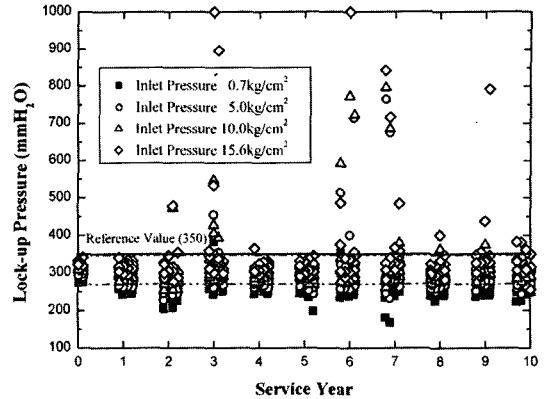


Fig. 7. Lock-up pressure distributions of low pressure LPG regulators.

정방법과, 마찬가지로 조정기의 입구압력을 0.7 kg/cm², 5.0 kg/cm², 10.0 kg/cm², 15.6 kg/cm²로 변화시켜 가면서 각각의 입구압력에 대한 폐쇄압력을 측정하였다. 각 입구압력에 대한 측정된 폐쇄압력 값들을 정리하여 Fig. 7에 제시하였다.

Fig. 7에서 굵은 실선은 저압조정기에서 유지해야할 폐쇄압력 최대 기준 값(350 mmH₂O)을 나타낸 것이고, 2점 쇄선으로 나타낸 부분이 신제품 조정기의 폐쇄압력 값의 범위이다. 또한 기호 ■는 입구압력 0.7 kg/cm², ○는 입구압력 5.0 kg/cm², △는 입구압력 10.0 kg/cm², ◇는 입구압력 15.6 kg/cm²의 상태를 각각 나타낸 것이다. Fig. 7의 결과를 살펴보면, 폐쇄압력은 입구압력이 높을수록 높은 수준을 보이며, 사용경과가 3년 된 조정기를 제외하면 사용경과 6년의 조정기부터 폐쇄압력의 최대 기준 값(350 mmH₂O)을 이탈하는 것으로 나타났다. 여기서 3년 경과제품에서 폐쇄압력이 높게 나타나는 현상은 일부 제조사의 LPG 저압조정기에서 특수하게 발생한 예외적인 경우로 판단된다.

신제품 LPG 저압조정기에 대한 폐쇄압력은 275~322 mmH₂O로 측정되었는데, 사용경과 6년부터 신제품 조정기의 폐쇄압력 값의 범위를 전반적으로 벗어나고 있음을 볼 수 있다. 따라서 조정기에 물이나 이물질이 유입되지 않도록 설치와 관리의 적정성을 고려하는 것이 필요하다. 또한 입구압력이 낮은 0.7 kg/cm²에서는 신제품을 제외한 대부분의 조정기가 신제품 조정기의 압력범위를 벗어나고 있기 때문에 조정기의 핵심부품인 스프링의 특성 향상과 LPG에 저항성이 강한 다이어프램 제조가 요구된다.

이와 같은 폐쇄압력 측정결과로부터 LPG 저압조정기는 제조 후 약 6년 정도의 사용수명을 갖는 것으로

평가되며, 비교적 이상상승압력이 발생되지 않는 이 기간 내에서 조정기를 사용하는 것이 권장된다.

IV. 결 론

가정용으로 많이 사용되고 있는 LPG 저압조정기의 장기간 사용에 따른 적절한 사용수명을 평가하기 위하여 사용경과 10년까지의 조정기와 사용하지 않은 신품 조정기에 대한 압력성능을 확인하였다. LPG 저압조정기의 조정압력과 폐쇄압력은 사용경과 1년부터 신품 조정기의 압력범위를 전반적으로 이탈하는 경향을 보이고 있으며, 특히 사용한지 7년이 경과하면서 조정압력과 폐쇄압력의 표준 기준 값을 현저하게 벗어나고 있음을 실험결과로부터 알 수 있었다.

따라서 이와 같은 성능 실험결과를 바탕으로 현재 국내에 유통되고 있는 LPG 저압조정기는 약 6년 정도의 사용수명을 갖고 있는 것으로 평가된다. LPG용 저압조정기는 약 6년 정도 사용 후 교체하는 것이 가스연소기에 적절한 압력의 LP가스를 공급할 수 있을 뿐만 아

니라 사용자의 안전성 확보 차원에서도 바람직하다.

또한 국내 LPG 저압조정기의 권장사용기간을 6년으로 설정하는 것은 본 연구를 통하여 얻은 성능결과와 일치하고 있어 매우 적절한 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 한국가스안전공사, “고압가스통계”, (2004)
- [2] KS B 6213, “일반용 액화석유가스 압력조정기”, (2004)
- [3] 日本エルビーガス機器検査協會, “調整器 検査規程”, (1996)
- [4] BS 3016, “Pressure Regulators and Automatic Changeover Devices for Liquefied Petroleum Gases”, (1989)
- [5] 한국가스안전공사, “액화석유가스의 안전관리 및 사업법”, (2004)
- [6] KS M 6518, “가황고무 물리시험 방법”, (2004)