



가정용 LPG 가스 조정기 차단안전장치의 개발

†김영규 · 김필종 · 권부길 · 박교식 · 김지윤

한국가스안전공사 가스안전연구개발원
(2006년 8월 28일 접수, 2006년 9월 22일 채택)

Development of a Shut-off Device of LP Gas Regulator for Home Use

†Young-Gyu Kim · Pil-Jong Kim · Boo-Kil Kwon · Gyo-Shik Park · Ji-Youn Kim

*Institute of Gas Safety R&D, Korea Gas Safety Corporation
(Received 28 August 2006, Accepted 22 September 2006)*

요 약

가정용 LPG 가스시설에 사용되고 있는 압력조정기에서 체결된 호스가 분리되거나 또는 고의로 절단하여 발생하는 가스사고 및 고의사고를 예방하기 위해서 조정기 출구에 차단기능을 갖는 안전장치를 개발하였다. 본 연구를 통하여 개발된 차단안전장치의 작동성과 현장 적용여부를 확인하기 위하여 조정기의 설치상태에 따른 시험과, 가정집에서의 현장시험을 실시하였다. 시험결과 입구압력 0.07~1.56 MPa의 조건에서 조정기의 설치상태와는 무관하게 호스길이 5 m 이내에서 차단되었고, 차단유량은 수직상향, 수평, 수직하향의 순서로 높게 나타났다. 또한 가정집에 설치하여 5개월 시험한 결과, 가스레인지나 보일러를 사용하는데 있어 문제점은 없는 것으로 나타났다. 개발된 조정기 차단안전장치가 상용화되어 보급된다면 호스분리나 절단에 따른 사고를 대폭적으로 예방하는데 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract – A safety device with shut-off function was developed for preventing intentional accidents that might happen by separating or cutting hoses connected to pressure regulators used in residential LP gas facility. For the verification of function and field adaptability, the safety device with shut-off function was tested in the state of joining the device to the regulator and a field test was carried out at home. This study shows that, at the inlet pressure of 0.07-1.56 MPa, the device shuts off the gas within the 5m length of hose regardless of the installation condition of the regulator. The shut-off flow rate increases in the order of perpendicular upward, horizontal and perpendicular downward. From the results of the field tests carried out at home for 5 months, there appears no problem using a gas range or a boiler. If the developed shut-off device is commercialized and distributed in the market, the intentional accidents occurred by cutting or separating hoses can be prevented remarkably.

Key words : LPG regulator, Shut-off device, Safety device, Flow rate, Field test

I. 서 론

LPG는 용기에 액체 상태로 저장하여 가정집이나 식품접객업소에 공급되며, 용기에서 기화한 LPG는 용기밸브와 압력조정기, 가스호스를 거쳐 연소기로 공급된다. 그러나 근래에 들어 가스호스를 절단하거나 분리하여 일으키는 사고가 발생되고 있다. Table 1에 제시한 바와 같이 최근 5년간 국내에서 발생한 가스 관련 고의사고 통계를 보면, 2005년 6월말을 기준으로

총 213건이 발생되어 동기간의 전체 가스사고(527건) 대비 약 40%를 차지하고 있다[1].

인명피해는 Table 2에 보듯이, 사망이 53명, 부상이 323명으로 총 376명의 사상자가 발생되어, 사고 1건당 사망률은 0.2명, 부상자는 1.5명인 것으로 나타나고 있어, 인명피해 강도가 매우 높다는 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 고의사고 예방대책 방안의 일환으로 가정집, 포장마차, 식품접객업소에서 많이 사용하고 있는 기존의 LPG 가스 조정기에 체결된 가스호스가 절단되거나 분리될 경우, 바로 조정기 출구에서 가스차단이 자동적으로 이루어지는 차단기능의 안전장치를 새로이

†주저자: ygkim@kgs.or.kr

Table 1. Intentional accidents related to gas.

구 분	'01년		'02년		'03년		'04년		'05년 6월말	
		6월		6월		6월		6월		증감률(%)
계	43	18	38	20	67	32	39	21	26	23.8
호스절단·분리	15	5	15	8	38	19	13	7	3	△57.1
용기밸브 개방	20	7	14	10	17	6	13	6	16	166.7
흡입	3	3	-	-	1	1	3	3	1	△66.7
기타	5	3	9	2	11	6	10	5	6	20.0

Table 2. Loss of life by intentional accidents.

구 분	계	'01년		'02년		'03년		'04년		'05년 6월말
			6월		6월		6월		6월	
고의사고 건수	213	43	18	38	20	67	32	39	21	26
인명피해계	376	94	35	64	33	129	64	52	32	37
사망자수	53	7	3	8	4	20	13	11	6	7
부상자수	323	87	32	56	29	109	51	41	26	30
사망률/부상률	0.2/1.5	0.2/2.0	0.2/1.8	0.2/1.5	0.2/1.5	0.3/1.6	0.4/1.6	0.3/1.1	0.3/1.2	0.3/1.2

개발하였으며, 기존 조정기와의 일체형으로 시작품을 제작하여 시험실에서의 성능시험과 현장에 설치 후 성능특성을 확인하였다.

II. 차단안전장치 시작품 제작

2.1. LP가스 조정기

저압용도의 LP가스 조정기[2-5]는 대부분이 용기에 직결하여 사용하는 방식이며, 알루미늄 다이캐스팅 재질의 몸체와 덮개, 다이어프램(diaphragm), 스프링(spring), 수압판, 밸브시트, 캡 등으로 구성된다. LP가

스는 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. 차단안전장치 설계·제작

차단기능을 갖는 즉, 차단안전장치가 추가된 LP가스 조정기 시작품을 설계·제작하였다. 시작품은 호스가 분리되거나 이탈될 때의 과도한 유량이 흐르는 경우에 자동으로 차단되는 기능과 차단 후 정상상태로 복귀가

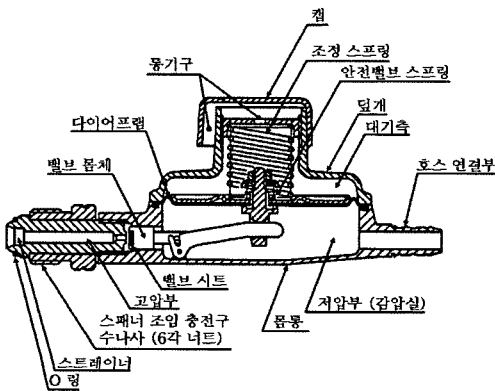
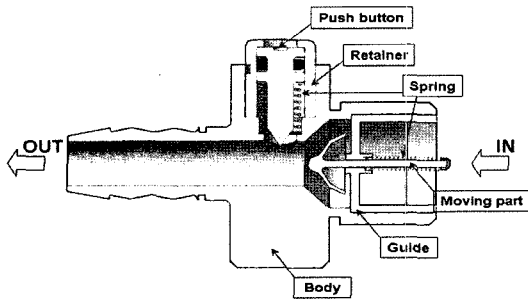


Fig. 1. Schematic structure of LP gas regulator for home use.

Table 3. Specification of LP gas 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	



(a) Design



(b) Product

Fig. 2. View of developed shut-off device.

가능하도록 리셋기능을 갖고 있다. 정밀도를 높이기 위해 사출금형으로 moving part를 제작하였으며, body와 push button 부위를 일반인이 쉽게 해체하지 못하도록 일체화 구조로 하였다. 특히, 복귀버튼이 쉽게 눌러지는 것을 방지하기 위해서 기구를 사용하는 경우에만 작동시킬 수 있도록 오목형상으로 제작하였다. 개발된 차단안전장치는 저압조정기 4 kg/h의 사양에 적정하고, 호스길이 3 m 이상에서 차단되며, 수평에서의 차단유량을 압축공기를 기준으로 분당 51 ± 2 liter가 되도록 설계·제작하였다.

III. 실험

유량 측정실험은 기존 LPG 가스 조정기와 제작된 시제품에 대하여 수행하였다. 조정기의 입구압력은 가정용 LPG 가스의 실제 사용상태와 동일한 압력조건을 확보하기 위해서, 가정용 LPG 가스 사용 중에 발생할 수 있는 최대·최저압력을 고려하였으며, 공기압을 이용하여 1.56, 0.7, 0.07 MPa의 압력상태에서 실험하였다. 또한 호스길이별 차단여부와 유량의 변화를 알아보기 위해서, 호스가 없는 경우, 1, 3, 5, 10 m의 호스를 연결한 경우에 대하여 각각 차단성과 유량을 측정하였다. 이때 조정기의 실제 설치상태를 고려하여 수평, 수직상

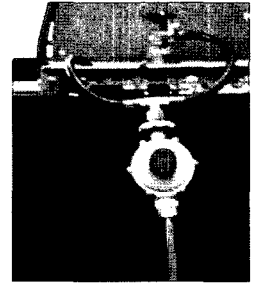
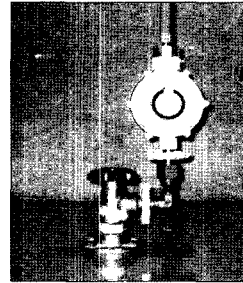
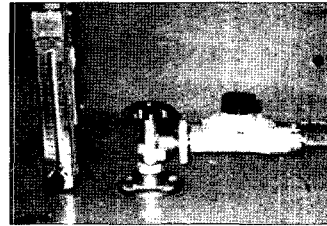


Fig. 3. Test conditions of LP gas regulator with shut-off device.

향, 수직하향 상태의 세 가지 경우로 나누어 실시하였다. 시료 1번부터 시료 5번까지 실험을 반복적으로 수행하였고, 수평상태, 수직상향상태, 수직하향상태의 순서로 실험하였다.

IV. 결과 및 고찰

4.1. LPG 조정기

가정집에서 사용되던 기존의 LPG 가스 조정기에 대한 호스길이별 유량변화를 수평실험 조건에서 측정하였으며, 그 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 그림에서 범주 숫자는 조정기의 입구압력을 의미한다. 그림에서 보듯이 호스길이가 길어질수록 출구에서 방출되는 유량은 현저하게 감소되는 것을 확인할 수 있다. 호스가 없는

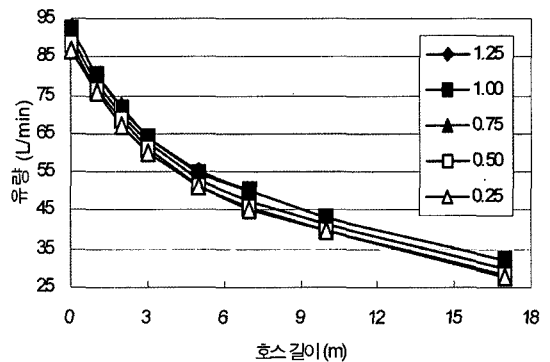


Fig. 4. Flow rate of exiting LP gas regulator according to hose length.

상태에서 측정된 유량과 호스 10 m 길이에서 측정된 유량을 서로 비교하여 보면, 약 2배 정도의 차이를 보이고 있다. 또한, 입구압력이 1.25 MPa에서 0.25 MPa에 이르는 동안, 호스길이별 출구유량의 변화는 유사한 유량곡선을 보여주고 있다.

4.2. 차단안전장치 일체형 LPG 조정기

차단안전장치 시작품은 총 3차에 걸쳐 개선·제작되었기 때문에 본 논문에서는 최종 시작품에 대한 실험결과 위주로 기술하였다. 차단안전장치 일체형 조정기 시료를 수평으로 설치하여 호스길이와 공급압력을 변화시켜 가면서 실험하여 얻은 결과를 Table 4에 제시하였다. 각각의 호스길이 별로 시료 5개에 대한 차단될 때의 유량을 측정하였고, 이들 차단유량의 평균값과 표준편차를 Table 4에 나타내었다. Table 4의 오른쪽 편에는 차단 정도를 백분율로 환산하여 제시하였다.

차단유량으로 표시된 값들은 유량계를 통해 나오는 분당유량을 의미하는데, 차단확률 100%인 경우는 설정된 차단유량 즉, 분당 51±2 liter의 조건을 잘 만족하고 있음을 알 수 있다. 차단유량은 호스가 없는 조정기 상태에서 부터 5 m의 호스를 사용하는 경우까지 유사한 차단유량을 형성하고 있는 것을 확인할 수 있다. 특히 입구압력이 높아질수록 차단유량이 일정하게 나타났다. 10 m의 호스를 사용한 경우 유량의 차이가 많은

데, 호스의 길이가 길어짐에 따라 호스자체의 부하작용으로 인해 유량이 줄어들었기 때문인 것으로 추측된다. 또한 10 m의 경우, 차단유량에 미치지 못하기 때문에 실험결과 차단이 잘 되지 않는 것으로 나타났다. 차단확률에서도 압력이 1.56 MPa인 경우에만 40%로 나타났고, 다른 경우에 대해서는 모두 차단이 되지 않는 것으로 나타났다.

Table 5는 수직상향상태에 대한 실험결과로서, 수평상태와 비교하여 보았을 때, 차단유량이 약간 증가하고, 편차는 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 차단유량이 증가하는 이유는 운동부(moving part)가 중력 반대방향으로 움직여야 하므로 moving part의 중량을 들어 올릴 수 있는 만큼의 유량이 더 필요하기 때문이다. 차단은 수평상태보다 좋지 않은 결과를 보이고 있는데, 이는 수직상향 상태에서는 수평상태보다 약간 높은 분당 약 53 liter 정도의 차단유량이 필요한 반면, 1 MPa 이하의 입구압력에서 호스길이 5 m를 초과하는 경우 조정기의 유량이 이에 미치지 못하기 때문으로 판단된다.

수직하향상태에서 실험한 결과를 Table 6에 나타내었다. 수평상태에서 실시한 실험과 비교하여 보았을 때, 수직하향상태의 조정기는 차단유량이 다소 낮은 경향을 나타내었다. 차단유량이 다소 낮아졌기 때문에 차단확률은 수평상태 보다 약간 높게 나타났다. 수직하향 상태의 조정기 차단유량이 수평상태보다 낮게 나타난

Table 4. Flow rate in horizontal condition of LP gas regulator with shut-off device.

호스길이 \ 압력(MPa)	차단유량/편차(l/min)			차단확률(%)		
	0.07	0.7	1.56	0.07	0.7	1.56
0 m	51.4 / 1.1	51.3 / 1.0	50.8 / 1.1	100	100	100
1 m	51.1 / 1.1	51.2 / 1.3	51.0 / 1.0	100	100	100
3 m	51.1 / 1.1	51.3 / 1.0	51.0 / 1.0	100	100	100
5 m	49.4 / 0.5	51.0 / 1.0	50.9 / 0.9	80	100	100
10 m	39.7 / 0.7	41.7 / 0.3	43.1 / 0.2	0	0	40

Table 5. Flow rate in perpendicular upward condition.

호스길이 \ 압력(MPa)	차단유량/편차(l/min)			차단확률(%)		
	0.07	0.7	1.56	0.07	0.7	1.56
0 m	52.8 / 0.6	53.5 / 1.0	53.3 / 0.7	100	100	100
1 m	53.0 / 0.4	53.1 / 0.5	53.3 / 0.7	100	100	100
3 m	52.3 / 0.3	53.1 / 0.5	53.5 / 1.1	100	100	100
5 m	48.2 / 0.6	51.3 / 0.3	53.2 / 0.8	0	0	100
10 m	38.6 / 0.4	41.1 / 0.2	42.7 / 0.3	0	0	0

Table 6. Flow rate in perpendicular downward condition.

호스길이	압력(MPa)	차단유량/편차(l/min)			차단확률(%)		
		0.07	0.7	1.56	0.07	0.7	1.56
0 m		46.2 / 0.3	47.1 / 1.1	46.7 / 0.7	100	100	100
1 m		46.1 / 0.2	47.2 / 1.2	46.9 / 0.4	100	100	100
3 m		46.1 / 0.2	47.0 / 0.9	47.2 / 1.0	100	100	100
5 m		45.7 / 0.3	46.9 / 0.9	47.0 / 0.9	80	100	100
10 m		38.5 / 0.4	41.1 / 0.2	42.6 / 0.2	0	80	100

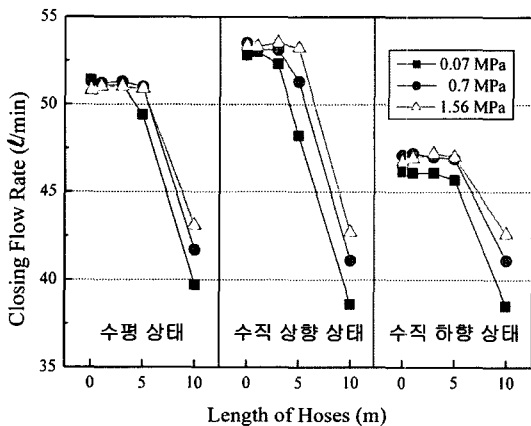
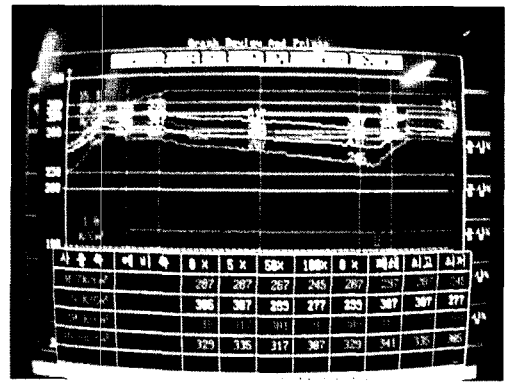


Fig. 5. Comparison of flow rate by test conditions of LP gas regulator.

이유는 조정기의 moving part가 아랫방향을 향하게 되므로, moving part만큼의 하중이 스프링에 추가로 작용한 상태로 차단되기 때문으로 판단된다.

조정기 설치상태별로 측정된 차단유량을 비교하여 Fig. 5에 제시하였다. 호스길이 변화에 따른 유량변화는 조정기 설치상태와 관계없이 유사한 경향을 보이고 있으며, 유량수준은 수직상향인 경우가 수평상태보다 높게 나타났고, 수직하향인 경우에 가장 낮은 것으로 나타났다. 호스길이가 0~5 m의 범위에서는 입구압력에 대한 유량편차가 비교적 작은 반면에, 호스길이가 5 m 이상인 경우 유량편차가 커지는 것을 보여주고 있다. 이와 같은 결과로부터 개발된 차단안전장치가 내장된 LP가스 조정기는 호스길이 3 m 이내에서는 안정된 차단유량을 가지며, 차단효과도 우수한 것으로 평가되지만, 호스길이 5 m에서는 설치상태에 영향이 있음을 확인할 수 있다. 이와 같이 호스길이와 차단유량의 관계와 측정결과들을 고려할 때 현장에서는 조정기를 수평상태로 설치하여 사용하는 것이 바람직하다는 것을 알 수 있다.



(a) Adjusting pressure



(b) Field test

Fig. 6. Test result of adjusting pressure and view of field test.

Fig. 6은 차단안전장치가 일체형으로 제작된 LP가스 조정기에 대한 조정압력(adjusting pressure)을 시험한 결과와 가정집의 시설에 약 5개월 설치·사용 후 호스를 직접 절단하여 차단성을 확인하는 시험을 보여주고 있다. 조정기 입구압력 변화에 따른 조정압력시험 결과, 출구압력은 230~330 mmH₂O의 압력기준을 잘 만족하는 것으로 나타났다. 또한 설치 후 5개월 경과된 조정

기에 체결된 호스를 절단하여 차단여부를 확인한 결과, 조정기 출구에서 바로 차단이 이루어져 개발된 안전장치는 적절하게 설계·제작되었음을 확인할 수 있었다.

V. 결 론

가정용 LP가스 조정기에 체결된 호스를 절단하거나 또는 분리하여 발생하는 사고를 예방하기 위하여 차단 안전장치를 개발하였다. 차단안전장치 일체형 조정기 시작품을 제작하여 설치상태별로 실험한 결과, 차단은 입구압력 0.07~1.56 MPa의 조건에서 조정기 설치상태와는 관계없이 호스길이 3m 범위에서 양호하게 이루어졌다. 특히, 수평상태에서 차단될 때의 유량은 설계 조건에 만족하였고, 유량크기는 수직상향, 수평, 수직하향의 순서로 높게 나타났다. 수직하향 조건에서 측정된 유량은 상대적으로 낮은 수준을 보였으나 가정집이나

포장마차에서 LP가스 기기를 사용하기에는 충분한 수준이다. 따라서 차단성, 차단유량 및 현장 차단성능 등을 종합적으로 고려하여 볼 때 성공적으로 개발된 것으로 평가되며, 향후 차단안전장치 일체형 LP가스 조정기의 상용화로 보급이 활성화 된다면 사고예방에 기여가 클 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 한국가스안전공사, 고압가스통계, (2005)
- [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 안전 관리 및 사업법, (2005)