

**차단기능형 LPG 용기밸브의 개발**  
 김영규, 권부길, 박교식, 김지윤  
 한국가스안전공사 가스안전연구개발원

**Development of LPG cylinder valve with self-closing function**  
Young-Gyu Kim, Boo-Kil Kwon, Kyo-Shik Park, Ji-Youn Kim  
*Institute of Gas Safety R&D, Korea Gas Safety Corporation*

**1. 서론**

최근 5년간 국내에서 발생한 가스 관련의 고의사고 통계를 보면, 2005년 6월말을 기준으로 총 213건이 발생되어 동기간의 전체 가스사고 527건 대비 약 40%를 차지하고 있으며, 특히 LPG에 용기밸브 개방에 의한 고의사고는 80건으로 전체 고의사고의 약 37%를 차지하였다. 표 1에서 보듯이 고의사고는 주로 LPG 용기밸브의 개방이나 호스 절단 및 분리 등에 의하여 발생되고 있다. 표 2에 제시된 고의사고로 인한 인명피해는, 사망이 53명, 부상이 323명으로 총 376명의 사상자가 발생되어, 사고 1건당 사망률은 0.2명, 부상자는 1.5명인 것으로 나타나 사고가 발생할 경우, 인명피해 강도가 매우 높다는 것을 알 수 있다.

이러한 고의사고에 의한 인명피해가 끊임없이 발생되고, 또한 사회문제화 되면서 관련 안전기기의 개발 필요성이 대두되었으며, 따라서 본 연구에서는 이러한 대책방안의 일환으로 일반 가정집이나 소규모 식품접객업소에서 많이 사용하고 있는 기존의 용기밸브와는 차별화된 단순하면서도 차단성이 확실한 안전장치가 내장된 새로운 LPG 용기밸브를 개발하였다.

표 1. 연도별 고의사고 발생 현황

구 분	'01년		'02년		'03년		'04년		'05년 6월말	
	계	6월	계	6월	계	6월	계	6월	계	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

표 2. 고의사고로 인한 인명피해 현황

구 분	계	'01년		'02년		'03년		'04년		'05년6월말
		계	6월	계	6월	계	6월	계	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

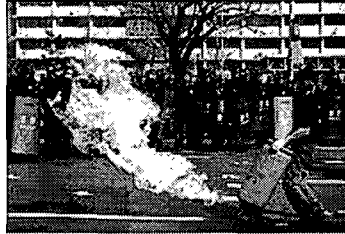


그림 1. LPG 용기를 이용한 화염시위

## 2. 차단기능형 LPG 용기밸브 시제품 제작

### 2.1 제품설계

차단기능형 LPG 용기밸브는 기존 용기밸브를 기준하여 설계가 이루어졌기 때문에 무게나 치수에서 큰 차이를 보이지는 않는다. 설계상의 큰 특징은 차단안전장치를 용기밸브의 충전구에 내장시켜 압력조정기의 체결여부에 따라 작동되는 구조를 갖기 때문에 가스충전구는 기존 용기밸브의 충전구보다 14mm가 길게 설계되었고, ISO 기준의 핸들토크 강도에 부합될 수 있도록 밸브시스템의 지지를 핀리벳 구조로 설계하였다는 것이다. 또한 LPG 충전이나 회수작업에 지장이 없고, 차단된 후에도 밀봉(sealing)이 잘 이루어지도록 설계되었다.

그림 1에서 보이는 왼쪽부분, 즉 돌출된 부분이 가스충전구이고, 그 반대편의 돌출부가 과압발생시 이를 방출하는 안전밸브이며, 그리고 시트와 밸브핸들이 연결된 스템부위와 스템이 이탈되지 않도록 지지하는 핀이다. 가정집에서 LP가스를 사용하기 위해서는 압력조정기나 트윈호스 체결부가 가스충전구에 나사접속으로 체결된다. LPG 충전소에서 LPG를 충전할 때도 충전기의 주입 건(gun) 역시 가스충전구에 접촉하게 되며, 이 경우 충전기 건이 가이드를 밀면서 건의 오링이 가이드에 접촉으로 밀봉되면서 충전이 이루어진다.

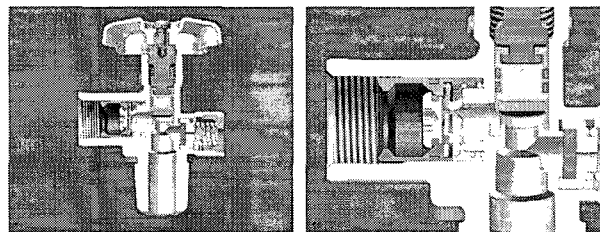


그림 2. 개발된 차단기능형 용기밸브 개략도

### 2.2 차단안전장치 작동원리

압력조정기 체결에 따른 충전구 가스유로의 열림상태와 압력조정기 분리에 따른 가스유로의 닫힘상태를 그림 3에서 보여주고 있다. 가스충전구에 압력조정기의 체결은 처음에 압력조정기 접속구가 충전구내에 가공된 나사산 1.5산에 접속되고, 그 후 핸들회전력으로 완전하게 체결되므로 용기내 압력이 높아도 장착이 용이하다. 또한 압력조정기를 충전구에서

분리하면, 충전구내 가이드에 밀착되었던 스프링의 힘과 용기내 압력이 동시에 가이드를 밀어주기 때문에 자동적으로 가스유로를 차단하게 된다. 따라서 스프링은 되도록 큰 강성을 갖지 않도록 적절하게 설계하는 것이 바람직하다. 가스유로가 열림상태에서는 유로가 개방되어 가스가 외부로 방출되지만, 가스유로가 닫힘상태에서는 가이드의 밀봉기능에 의해 가스는 가스충전구 내에서 외부로는 방출되지 않는다. 따라서 용기내 이물질이 시트와 디스크 사이에 끼어 발생하는 가스누출이나 고령자의 오조작의 경우에도 유효하게 차단된다.

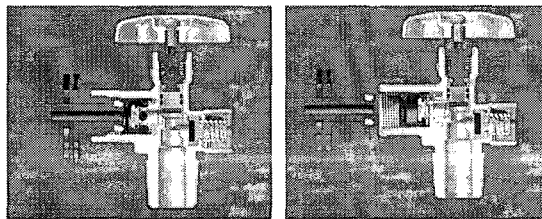


그림 3. 차단기능형 용기밸브의 유로(좌: 열림, 우: 닫힘)

### 2.3 제품제작

최종 설계를 바탕으로 제작된 『차단기능형 LPG 용기밸브』는 용기내의 압력과는 상관 없이 작동되는 방식의 차단안전장치가 설치되어 있으며, 이것은 조정기의 체결여부에 따라 좌우로 움직이면서 가스유로를 폐쇄 또는 개방하게 된다. 처음에 제작된 제품은 충전 및 회수시간이 너무 길게 소요되어 차단안전장치의 유로 홈, 디스크의 높이, 두께, 길이에 대한 설계수정 등 총 4회의 시행착오를 거치면서 최종 제품을 완성하였다.

개발된 차단기능형 용기밸브는 제품설계에서 언급했듯이 기존 용기밸브와 치수나 무게 측면에서 큰 차이가 없으며, 충전구는 약 14mm 길게, 리벳형 스템지지 구조, 그리고 차단안전장치의 내구성을 확보하기 위하여 리테이너(retainer) 패킹을 접촉부위에 삽입시켰으며, 내식성 재질인 스테인리스강으로 스프링을 제작하였다. 또한 충전소에서 LPG를 충전할 때에 충전기 건의 패킹이 충전구내의 가이드 홈(guide groove)에 밀착이 잘 되고, 또한 운동거리가 적정하도록 홈 각도를 가공하였다.

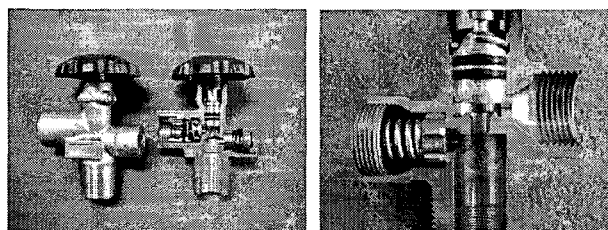


그림 4. 개발제품과 기존제품 비교(좌: 개발제품, 우: 기존제품)

## 3. 시험결과 및 고찰

### 3.1 차단장치 작동내구성능

개발된 제품의 차단장치 성능시험은 차단 작동성과 차단 내구성에 대하여 실시하였다. 차

단 작동성의 경우 성능평가 기준은 『압력조정기 이탈시 유로가 차단되고, 조정기 체결시 유로가 개방될 것(시험압력: 0.01MPa, 0.1MPa)』, 차단 내구성은 『1,000회 이상 압력조정기 이탈작 조작후 차단 작동에 이상이 없을 것』이며, 개발제품에 대하여 이러한 시험을 실시한 결과, 관련 성능평가 기준을 만족하는 것으로 나타났다.

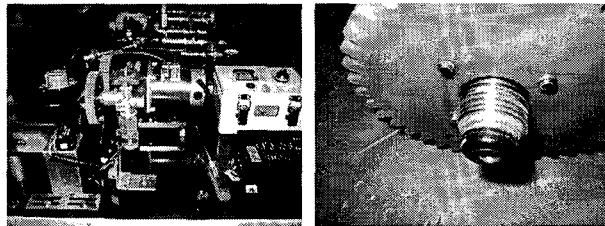


그림 5. 차단부 내구성시험 및 시험후 체결부 상태

### 3.2 충전 및 회수성능

#### (1) 물을 이용한 충전 및 회수시간

물을 이용하여 개발된 차단기능형 용기밸브와 기존의 용기밸브 제조 3사 제품에 대한 충전시간과 회수시간을 측정하였으며, 그 결과를 표 3에 제시하였다. 개발된 차단기능형 용기밸브의 물 충전시간은 1분 28초 정도로 기존 용기밸브(SSE) 대비 약 7.3% 초과하는 것으로 나타났고, 회수시간은 1분 26초로 충전시간에 비하여 2초 정도 단축되는 현상을 보이고 있으나 기존 용기밸브(SSE)와 비교하면 약 6.2%를 초과하였다. 이와 같은 시험결과로부터 개발된 차단기능형 용기밸브는 적절한 충전유량 및 회수유량을 가지며, 성능평가 기준에도 만족하고 있기 때문에 설계 및 제작이 양호하게 이루어진 것으로 평가할 수 있다.

표 3. 충전시간 및 회수시간 측정결과(물)

구분		충전시간(분, 초)		회수시간(분, 초)	
기존제품	SSE	1,22	1,22	1,21	1,21
	O U Y	1,22	1,22	1,23	1,22
	W A H	1,16	1,16	0,53	0,53
개발제품	공사	1,28	1,28	1,26	1,26

#### (2) LPG를 이용한 충전 및 회수시간

LPG 충전소에서 실제 LPG를 이용하여 기존 밸브 3개사 제품과 개발된 차단기능형 용기밸브에 대한 충전시간과 회수시간을 측정하여 표 4에 제시하였다. 표 4의 표시사항에서 (고)는 충전기가 고정된 상태에서, (회)는 충전기가 회전하는 상태에서 소요시간을 측정하였음을 의미한다. 개발된 차단기능형 용기밸브의 충전시간은 1분 33초~1분 34초로 측정되어 기존 용기밸브(SSE) 대비 약 8.9% 정도 초과함을 보였다. 차단기능형 용기밸브에 대한 기상 및 액상으로 시험할 경우 소요되는 회수시간은 약 10분 정도이며, 기존 용기밸브(SSE)와 대비하면 약 7.6%를 초과하는 것으로 나타났다. 따라서 개발된 차단기능형 용기밸브는 실제 LPG 충전소에서 충전기의 1회전 시간이 약 2분 정

도 소요됨을 감안해 보면, 개발된 용기밸브의 충전 및 회수성능은 양호한 것으로 평가된다.

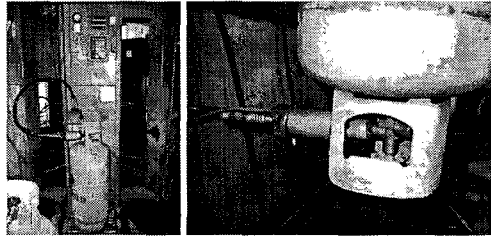


그림 6. LPG 충전소에서 LPG 충전 및 회수

표 4. 충전시간 및 회수시간 측정결과(LPG)

구분		충전시간(분:초)		회수시간(분:초)	
기 존 제 품	SSE(고)	1,21	1,19	2,22(G)	2,24(G)
	SSE(회)	1,29	1,26	10,04(L)	9,59(L)
	OUY(고)	1,19	1,18	2,23(G)	2,25(G)
	OUY(회)	1,28	1,27	10,05(L)	10,03(L)
	WAH(고)	1,15	1,16	2,21(G)	2,20(G)
	WAH(회)	1,26	1,23	9,38(L)	9,40(L)
개 발 제 품	공사(고)	1,26	1,26	2,33(G)	2,35(G)
	공사(회)	1,34	1,33	10,03(L)	10,01(L)

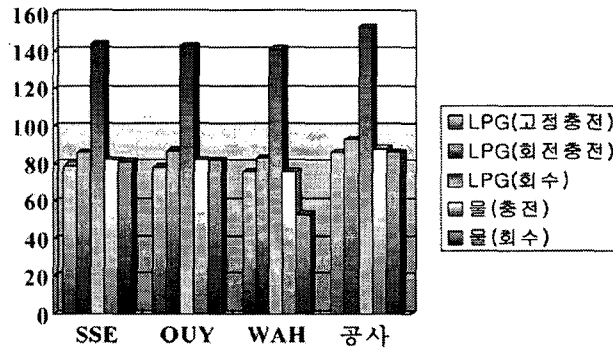


그림 7. LPG 충전시간 및 회수시간 분포도(unit : sec)

### 3.3 현장 적용시험

#### (1) 충전기 주입기 건 장착성

개발된 차단기능형 용기밸브를 LPG 20kg 용기에 체결후 실제 충전소에서 충전기 건의 장착성을 확인한 결과, 충전기 건은 비교적 양호하게 장착되었다. 충전기의 1회전 시간은 약 2분 정도 소요되는데, 지장을 주지는 않았다. 그러나 일부 충전기 건의 경우, 건고리가 호미형상으로 둥글고 짧게 제작되어 있어 용기밸브 몸체에 장착하기가 용이하지 않기 때문에 작업자 측면에서 충전작업시간의 효율성을 고려한다면, 이들 건 고리에 대해서는 길이확장 개선이나 교체가 필요하다.

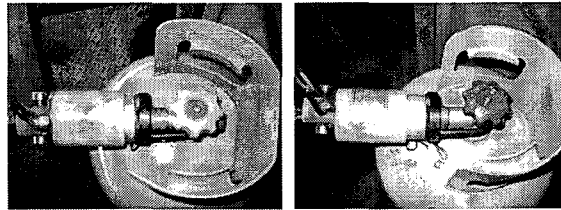


그림 8. LPG 충전기 건 장착성 비교(좌: 기존 제품, 우: 개발 제품)

## (2) 가정집 및 식당 설치 사용성

LPG 20kg 용기와 50kg 용기에 개발된 차단기능형 용기밸브를 장착하고, LPG를 충전후 가정집과 식품집객업소에 용기를 공급하여 사용상의 문제점을 확인한 결과, 3개월 이상을 사용하는데 있어 문제점은 나타나지 않았다. 일부 집합대의 고압호스에 최초 체결시 고압호스 체결구가 약간 휘어지는 현상을 보였으나, 고압호스 장착성에 지장을 줄 정도의 문제가 되지는 않았다.



그림 9. 가정집 및 식품집객업소 설치 모습

## 4. 결론

가정집이나 소규모 식품집객업소에서 많이 사용하고 있는 기존 LPG 용기밸브의 안전성을 높이고, 고의로 LPG 용기밸브를 개방하여 일으키는 사고를 예방하기 위하여 충전구에 안전 차단기능이 추가된 LPG 용기밸브를 개발하였다. 개발된 차단기능형 용기밸브에 대한 차단 작동성과 내구성시험, LPG 및 물을 이용한 충전·회수시험, 가정집과 식품집객업소에 실제 적용하여 현장시험을 실시한 결과, 개발된 용기밸브는 양호한 성능특성을 가지고 있었고, 실제 사용에서도 이상이 없음을 보여주었다. 향후 개발된 용기밸브의 보급이 이루어질 경우, 1) LPG 용기밸브의 개방에 의한 고의사고 예방, 2) 시위현장에서의 LPG 용기를 이용한 화염방출 행위 근절, 3) 용기내 이물질로부터의 차단불능에 따른 가스누출 방지, 4) 고령자의 취급부주의에 따른 밸브개폐 오조작사고 예방 등의 효과가 있을 것으로 기대된다.

## 5. 참고문헌

1. 한국가스안전공사, "고압가스안전관리법", 2006.
2. 한국가스안전공사, "액화석유가스의 안전 및 사업관리법", 2004.
3. 한국가스안전공사, "고압가스통계", 2005.
4. 한국가스안전공사, KGS A301, "LPG 용기밸브 검사기준 및 검사방법", 2003.

5. KS B 6212, "액화석유가스 용기용 밸브", 2003