

LPG 탱크로리 및 충전소의 새로운 긴급차단장치 연구

김영규 · 노오선 · 김지윤
한국가스안전공사 가스안전시험연구원

A Study on the New Emergency Shut-off Device for LPG Tank Lorry and Filling Stations

Young-Gyu Kim, Ou-Sun Noh and Ji-Yoon Kim
Institute of Gas Safety Technology, Korea Gas Safety Corporation

1. 서론

액화석유가스(LPG:liquefied petroleum gas)는 1960년대 초에 한국에서 처음으로 사용되기 시작한 이래로 지속적인 증가추세를 보여왔으며, 청정성과 편리성 때문에 산업용 및 가정용 연료로서 많은 비중을 차지하고 있다. 2000년도 국내의 LPG 사용가구수는 약 8,260,000가구로 전체 수요가의 약 50%를 점유하였고, 소비량은 약 7,260,000톤으로 전체 가스소비량의 약 34%를 차지하였다[1].

IMF 이후에 LPG 자동차의 급격한 증가로 2000년 기준, 전체 자동차의 10%인 1,214,000대에 이르고 있고, 이와 더불어 이들 자동차에 LPG 연료를 공급하기 위한 충전소 또한 획기적으로 증가하였다[1].

통계자료[2]에 의하면, 지난 10년간 국내에서는 LPG 충전시설에서 총 39건의 사고가 일어났으며, 이로 인하여 8명이 사망하고 138명이 부상당하는 인명피해가 발생되었다. LPG 충전시설에서 사고발생시 나타난 사고피해율은 사고건당 3.7명으로써 LPG 전체 사고피해율 1.6명과 비교하여 볼 때 상당히 높은 것으로 나타났다. 이러한 사고피해를 예방하기 위하여 LPG 충전소와 탱크로리[3-5]에 화재 사고가 발생하였을 때 가스누출을 긴급히 차단할 수 있는 새로운 긴급차단장치의 필요성이 대두되었고, 특히 부천 LPG 충전소 폭발사고를 계기로 본 긴급차단장치를 설계하게 되었다[6]. 새로운 작동방식과 개념으로 설계된 긴급차단장치는

2000년에 특허를 획득하여 독자적인 기술로 평가받았다.

따라서 새로운 긴급차단장치의 설계배경인 국내의 LPG 충전소 현황과 사고 사례를 분석하여 보고, 설계된 긴급차단장치의 주요 특징과 기능에 대하여 소개하고자 한다.

2. LPG 충전소 현황 및 사고사례 분석

2.1 LPG 충전소 현황

국내에서는 LPG 충전소를 크게 용기전용, 용기·자동차겸용, 자동차전용 등 크게 3가지로 분류하고 있다. 주어진 Table 1에서 보듯이 충전소는 매년 증가하는 경향으로 나타났고, 특히 2000년도 기준으로 충전소수는 768개로 1997년도 대비 약 30% 증가하였다[1]. 이것은 국제통화기금(IMF) 관리체제로 인한 긴축재정과 고유가 부담에 따른 LPG 자동차의 폭발적 증가로 2000년도 1,214,000대에 이르렀고, 이들 자동차에 연료를 공급하기 위한 LPG 충전소 또한 이와 비례하여 대폭적으로 증가하였기 때문이다.

한편, LPG 충전소 주변환경은 점점 더 열악화 되고 있는 실태이다. 즉, LPG 충전소의 주변이 도심지화 됨에 따라 주변환경의 밀집화가 가속되고 있으며, LPG 차량의 증가에 따라 가스 이·충전 작업이 24시간 지속되고 있고, 게다가 LPG 운송작업도 2000년도 1,079대의 탱크로리로 빈번하게 이루어지고 있다. 따라서 LPG 충전시설에서의 잠재적 사고위험 요소의 상시존재로 취급자에 대한 안전교육 강화와 누출사고 발생시 원거리 또는 근거리에서도 조작성이 가능한 안전장치의 개발이 필요하다[6].

Table 1. Classifications of LP Gas filling station in Korea

	1997	1998	1999	2000
Cylinder	54	37	41	48
Cylinder+Vehicle	171	182	188	212
Vehicle	367	394	433	508
Total	592	613	662	768

2.2 LPG 충전소 사고사례 분석

LPG 충전소 사고[2]는 Table 2에서 보는 바와 같이 1990년부터 2000년까지

총 39건 발생하였다. 충전소 사고는 매년 3건 정도가 발생되고 있음을 알 수 있으며, 이들 발생한 사고의 유형을 분류하여 Table 3에 제시하였다.

Table 3을 보면, 폭발이나 화재사고가 차지하는 비중이 전체사고의 61%를 넘고 있어서 사고발생시 대형사고로 발전할 잠재가능성이 대단히 높다는 것을 알 수 있다. 또한 LPG 충전소 관련사고로 8명 사망, 138명이 부상당하는 인명피해가 발생하여 사고피해율은 사고건당 3.7명으로써 LPG 전체 사고피해율 1.6명과 비교하면 상당히 높은 편이다. 이것은 특히, 자동차·용기 겸용인 부천충전소 사고로 인해 인명피해가 크게 증가하였기 때문이다.

Table 2. Incidents of LP Gas filling station in Korea

Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Total
No. of incident	3	4	3	3	3	3	7	6	3	1	3	39

Table 3. Classifications of incidents of LP Gas filling station in Korea

Classification	Explosion	Fire	Leakage	Burst	Total
No. of incident	10	14	13	2	39

Photograph 1은 부천충전소 폭발사고의 현장 사진들이다. 폭발발생시 촬영한 화이어블 현상과 화재 진화 후의 파괴된 충전소 모습을 잘 보여주고 있다.



Photograph 1. Explosion of Bucheon LP Gas filling station in Korea

조사결과[2], 이 사고의 주원인은 탱크로리에서 저장탱크로 가스충전시 커프링의 불안정한 체결로 로리호스(lorry hose)가 이탈 또는 파손되면서 대량의 가스가 누출되어 폭발을 일으킨 것으로 밝혀졌다. 이 사고로 인하여 사망 1명, 부상 83명이 발생했을 뿐만 아니라 약 166억원(재산피해 약 96억원, 피해보상금 약 70억원)의 막대한 경제적인 손상을 입었다.

우리는 이러한 대형사고로부터 LPG 충전시설에서 폭발이 일어날 경우, 그 폭발강도가 얼마나 크고, 그로부터 오는 피해손상이 어느 정도인지를 잘 알 수 있었다. 부천 충전소 폭발사고는 앞으로도 가장 대표적인 LPG 충전소 사고로 기록될 것이다.

3. 새로운 긴급차단장치

LPG 충전시설[3-5]에서 호스의 파열이나 빠짐, 화재 발생시 대량의 가스누출을 방지하는 긴급차단밸브는 작동기구가 수동식이어서 화재시 화염과 높은 열 때문에 가까이 접근하여 차단하기가 어렵다. 그래서 이와 같은 경우, 원거리에서 무선조작에 의한 방법으로 밸브를 차단하거나 또는 온도감지에 의해서 밸브를 차단하여 가스누출을 방지할 수 있는 새로운 긴급차단장치가 요구된다[3].

여기서 소개하고자 하는 긴급차단장치는 이러한 문제점을 해결하기 위해 특별히 설계된 신개념의 안전장치이다[6]. 새로이 설계된 긴급차단장치는 무선으로 차단신호를 송신할 수 있도록 제작된 송신부와 무선신호를 수신하고 온도를 감지하는 수신부, 수신부의 신호를 분석·판단하는 제어부, 가스의 흐름을 차단하는 차단부로 구성되어 있다. 긴급차단장치의 블록구성을 간략하게 소개하면 다음과 같다.

송신부(TU:transmission unit)는 차단 또는 개방신호를 입력할 수 있는 신호입력부와 신호입력부로부터 입력된 신호가 차단신호인지 개방신호인지를 판단하는 신호처리부와 신호를 무선전파 신호로 송신하기 위한 무선신호 송신기로 구성되어 있다. 수신부(RU:reception unit)는 송신부의 무선신호를 수신(안테나)하여 신호를 제어부에 전달하는 무선신호 수신기와 온도를 감지(온도센서)하여 신호를 제어부에 전달하는 온도감지기로 구성되어 있다. 제어부(CU:control unit)는 수신부로부터 입력된 무선신호의 종류를 검출하여 전기적 신호로 변환하는 무선신호 검출부와 온도신호를 검출하여 전기적 신호로 변환하는 온도신호검출부의 정보

를 이용하여 신호 판정부에서 차단밸브의 제어여부를 판단하고, 신호출력부로 신호를 보내면 신호를 받은 신호출력부는 차단부의 차단밸브가 작동되도록 하는 장치이다.

차단부(SU:shut-off unit)는 가스의 흐름을 차단 또는 개방하는 차단밸브 기구로서 밸브에 연결된 케이블을 모터구동으로 개폐하는 방법과 또는 볼밸브를 모터구동으로 개폐하는 방법, 또는 이들을 조합한 방법 등이 가능한 수단으로 구성되었다.

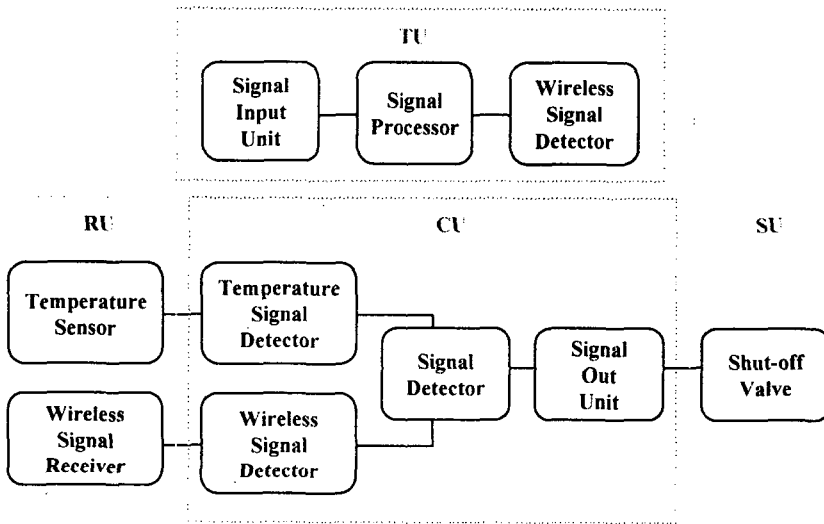


Figure 1. Block diagram of a new emergency shut-off device

본 긴급차단장치는 안전관리자가 송신기를 휴대하고 있다가 긴급상황시 무선 작동 방식으로 원거리 또는 근거리에서 신호를 보내면 충전시설에 설치된 수신기에서 감지하여 모터구동으로 차단밸브를 닫도록 하였고, 온도감지에 의해서도 차단밸브를 닫도록 하여 대량의 가스누출을 방지할 수 있게 하였다. 따라서 화재 등의 사고발생시 원거리에서도 차단이 가능하므로 가스누출에 의한 대형사고를 미연에 방지할 수 있을 것이며, 또한 LPG 충전시설의 안전성 향상으로 안정적인 가스공급을 확보할 수 있을 것이다.

본 논문에서 제시하고 있는 새로운 긴급차단장치의 궁극적인 개발목적은 LPG 충전시설(탱크로리, 충전소)에서 다량의 가스누출에 따른 대형사고를 방지하여 이에 따른 LPG 충전시설의 안전성을 향상시키는 것이다.

본 안전장치의 연구를 통하여 우리가 얻을 수 있는 대표적인 기대효과를 요약하면 다음과 같다.

- 화재시 원거리에서 무선작동으로 차단가능
- 가스누출의 조기차단으로 대형사고의 예방
- LPG 충전시설의 안전성 향상 및 공급 안정성 확보
- LPG 안전장치 개발에 응용가능

4. 결론

LPG 자동차, 충전소의 증가와 더불어 가스사고도 지속적으로 발생되고 있으며, 충전시설에서의 가스사고는 대형사고로 발전할 잠재가능성이 대단히 높다. 그래서 이들 LPG 충전시설에서의 사고방지와 안전성 확보를 위하여 새로운 긴급차단장치를 제시하였다. 이것은 LPG 충전작업시 액체라인의 파열, 빠짐 또는 화재가 발생하면 운전자나 작업자가 원거리에서 리모콘 조작으로 직접 차단이 가능하며, 화재시에는 화염온도를 감지하여 자동적으로 차단되는 특징을 갖는다. 향후 LPG 충전시설에 이러한 긴급차단장치를 적용하면 LPG 충전시설의 안전성 향상과 신뢰성 확보에 도움이 될 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 한국가스안전공사, "고압가스통계", 2001.
2. 한국가스안전공사, "가스사고편람", 2001.
3. 한국가스안전공사, "액화석유가스의 안전 및 사업관리법", 2000.
4. The World LPG Association, "Guidelines for good safety practice in the LP gas industry", 1998.
5. 한국가스안전공사, "액화석유가스 충전소 안전관리 기준(이탈리아)", 1998.
6. 김영규, 노오선, 김지윤, "지하저장탱크의 사고발생시 잔류가스 회수 및 가스 조기차단 방안 검토", 한국가스안전공사, 2000.