발표 5

LP가스 소형저장탱크의 사고사례분석 및 대책에 관한 연구

이기연 · 손상근 · 이장우* · 박찬옥 · 여창훈 · 조완수

G. Y. Lee · S. G. Son · J. W. Lee* · C. O. Park · C. H. Yeo · W. S. Cho

한국가스안전공사

1. 서 론

최근 보급되는 소형저장탱크는 249kg, 300kg, 495kg 및 2900kg등 다양하게 제조되어 전국에 설치되고 있다. 최근 10년간 LP가스벌크로리에서 소형저장탱크로 가스를 이송하던 중에 발생한 사고가 LP가스 1607건중 12건이 발생하여 0.7%에 불과하지만 2002년 1건에서 2006년 2건, 2007년 2건 및 2009년도 10월말 현재 3건이 발생하는 등 점증적으로 증가할 것이다. 최근의 사고는 LP가스벌크로리에서 소형저장탱크로 이송하는 과정에서 이송호스의 파열, 벌크로리의 장치 가스누출, 압력계 파손 및 운반책임자의 교통안전수칙 부주의로 인한 사고가 대부분을 차지하고 있다. 이러한 사고의 대부분은 안전점검의 부실과 이송중의 운반책임자 교통안전수칙과 이송중에 자리를 비우는 등의 최소한의 안전관리에 문제점이 있다고 할 수 있다.

2. 본 문

2.1 사고통계 및 분석

2009년도 LP가스벌크로리와 소형저장탱크에서 발생한 사고가 3건이 발생하여 전년도 무사고에서 매우 높은 건수를 나타내고 있다. 전체 12건 중 LP가스벌크로리 연결부 누출 3건, 교통안전 미수칙 3건, 이송호스 파열 3건, 안전장치 누출 1건이 발생하여 6명이 부상자가 발생하였다. 연결부 가스누출 사고는 안전점검을 통해 충분히 예방할 수 있는 사고로서 소유자나 운전자의 가스안전의식이 부족하다고 할 것이다. 또한 이송호스는 고무호스로서 고압상태로 상시 유지하고 있으나 검사를 받는 제품이 없는 상태이며, 사용자 역시 1회 설치 후 장기간 사용하는 등의 문제점이 많다.

Table 1. LP가스벌크로리와 소형저장탱크 사고현황

구 분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	계
LP사고건수	163	156	164	186	162	162	179	189	146	100	1706
사고건수	–	–	1	1	2	1	2	2	–	3	12
점유율(%)	–	–	0.6	0.5	1.2	0.6	1.1	1.1	–	3.0	0.7

2.2. 고압가스 운반기준

2.2.1 고압가스안전관리법 시행규칙별표9의2「운행기준」

가) 고압가스를 운반하는 도중에 주차를 하려면 저장탱크 등에 고압가스를 이입하거나 그 저장탱크 등으로부터 고압가스를 송출할 때를 제외하고는 제1종 및 제2종 보호시설 부근을 피하고, 주위의 교통상황、지형조건、화기 등을 고려하여 안전한 장소를 택하여 주차해야 하며, 주차 시에는 엔진을 정지시킨 후 주차제동장치를 걸어 놓고 차바퀴를 고정목으로 고정시킬 것

나) 차량에 고정된 탱크는 그 온도를 항상 40℃ 이하로 유지할 것

다) 고압가스를 운반하는 경우의 운반책임자(운전자가 운반책임자의 자격을 가진 경우에는 운전자를 말한다)는 운반 도중에 응급조치를 위한 긴급지원을 요청할 수 있도록 운반경로의 주위에 소재하는 그 고압가스의 제조、저장、판매자, 수입업자 및 경찰서、소방서의 위치 등을 파악하고 있을 것

라) 고압가스를 운반하는 자는 시장、군수 또는 구청장이 지정하는 도로、시간、속도에 따라 운반할 것

마) 차량에 고정된 탱크를 운반할 때에는 그 고압가스의 명칭、성질 및 운반 중의 재해방지를 위하여 필요한 주의사항을 적은 서면을 운반책임자 또는 운전자에게 내주고 운반 중에 휴대하게 할 것

바) 차량에 고정된 탱크에 의하여 고압가스의 운반을 시작할 때 또는 운반을 종료하였을 때에는 가스누출 등의 이상 유무를 점검하고 이상이 있을 때에는 보수를 하거나 그 밖에 위험을 방지하기 위한 조치를 할 것

2.2.2 액화석유가스의안전관리및사업법 시행규칙 별표6「이입 및 충전 기준」

가) 수요자가 액화석유가스사업허가를 받은 자인지 또는 액화석유가스 특정사용자인지와 소형저장탱크의 검사 여부를 확인하고 공급할 것

나) 액화석유가스를 충전하려면 그 소형저장탱크 안의 잔량을 확인한 후 충전할 것

다) 충전작업은 수요자가 채용한 안전관리자의 입회하에 할 것

라) 자동차에 고정된 탱크로부터 액화석유가스를 소형저장탱크에 송출 또는 이입하려면 “가스충전 중”의 표시를 하고, 자동차가 고정되도록 그 자동차에 자동차

정지목 등을 설치할 것

마) 소형저장탱크에 가스를 충전하려면 정전기를 제거한 후 소형저장탱크의 내용적의 85%를 넘지 아니하도록 충전할 것

바) 충전 중에는 액면계의 움직임、펌프 등의 작동을 주의、감시하여 과충전방지 등 작업 중의 위해방지를 위한 조치를 할 것

사) 저장설비나 가스설비에는 방폭형 휴대용전등 외의 등화를 지니고 들어가지 아니할 것

아) 충전작업이 완료되면 세이프티커플링으로부터의 가스누출이 없는지를 확인할 것

2.3 LP가스소형저장탱크 설치기준

2.3.1 안전거리

한국가스안전공사 KGS FU432 에 따르면 소형저장탱크의 안전거리는 다음과 같이 규정하고 있으며, 토지경계와의 거리는 탱크외면으로부터 최소 0.5m이상의 안전공지를 유지하고, 충전질량 1000kg이상인 소형저장탱크의 경우 표에서 정한 거리를 유지할 수 없는 경우 방호벽을 설치함으로써 이격거리의 1/2 을 유지할 수 있도록 하며, 우회거리를 유지하여야 하며, 방호벽의 높이는 소형저장탱크의 정상부보다 0.5 m 이상 높게 하도록 규정하고 있다.

소형저장탱크충전질량(kg)	가스충전구로부터토지경계선에 대한 수평거리(m)	탱크간거리(m)	가스충전구로부터건축물개구부에 대한 거리(m)
1000미만	0.5	0.3	0.5
1000이상 2000미만	3.0	0.5	3.0
2000이상	5.5	0.5	3.5

2.3.2 설치장소

가) 소형저장탱크는 지상식으로 설치한다.

나) 소형저장탱크는 옥외에 설치한다. 다만 KGS FU432의「2.9.3」살수장치 등 안전조치를 강구하여 안전관리상 지장이 없다고 고압가스안전관리법 제28조 한국가스안전공사가 인정하는 경우에는 제외한다.

다) 소형저장탱크는 습기가 적은 장소에 설치한다.

라) 소형저장탱크는 액화석유가스가 누출한 경우 체류하지 아니하도록 통풍이 좋은 장소에 설치한다.

마) 소형저장탱크는 기초의 침하, 산사태, 홍수 등에 의한 피해의 우려가 없는 장소에 설치한다.

바) 소형저장탱크는 수평한 장소에 설치한다.

사) 소형저장탱크는 부등침하 등에 의하여 탱크나 배관 등에 유해한 결함이 발생할 우려가 없는 장소에 설치한다.

2.3.3 설치방법

가) 동일 장소에 설치하는 소형저장탱크의 수는 6기 이하로 하고, 충전질량의 합계는 5000kg미만이 되게 한다.

나) 소형저장탱크는 지진, 바람 등에 의하여 이동되지 아니하도록 설치한다.

다) 소형저장탱크는 그 기초가 지면보다 5 ㎝ 이상 높게 설치된 콘크리트 등에 설치한다.

라) 소형저장탱크를 기초에 고정하는 방식은 화재 등의 경우 쉽게 분리될 수 있는 것으로 한다.

마) 소형저장탱크는 정전기제거조치를 한다.

바) 충전질량1000kg이상인 소형저장탱크로서 제3자가 쉽게 접근할 수 있는 것에는 높이 1 m 이상의 경계책을 만들고 출입구를 설치한다.

사) 소형저장탱크 및 가스설비실에는 KGS FU432의「2.8.2」에 따라 가스누출경보기를 설치한다. 다만 충전질량 1000kg미만의 옥외 노출된 소형저장탱크시설에는 가스누출경보기를 설치하지 아니할 수 있다.

2.4 사고사례 원인조사

2.4.1 사고개요 및 원인

2009년9월 경기도 이천시 소재 식당에 설치된 소형저장탱크에 LP가스벌크로리차량이 LP가스를 이송하던 중 LP가스 고무호스가 파단되면서 다량의 LP가스가 누출되면서 화재가 발생하고 소형저장탱크 및 주위 건물 1개동이 완전 전소된 사고가 발생하였다. 사고는 LP가스 6톤 벌크로리차량 운전자가 소형저장탱크에 가스를 이송하기 위하여 소형저장탱크를 건물 옆 경사진 공터에 주차시킨 상태였다. 사고당시 차량은 도로 아래로 미끄러져 내려가면서 전복되고 가스가 이송 중이던 호스가 파단되였으며, 다량의 가스가 누출되고 화재가 발생한 사고였다. 가스를 이송하기 위해서는 LP가스벌크로리 차량은 움직이지 않도록 차량고정목을 설치하여야 하고 주차제동장치를 정확히 사용하여야 하며, 운전자는 현장을 이탈하지 못하도록 규정하고 있다. 이번 사고는 LP가스벌크로리 차량을 주차시킨 후 차량바퀴고정목이 미흡하게 설치되었고, 주차제동장치를 정확히 사용하지 않았던 것으로 확인되었고, 특히 호스의 파단원인은 호스릴의 장치가 고장난 상태에서 방치하면서 고무호스를 기계장치에 감아놓아 풀리지 않아 고무호스가 당겨지면서 소형저장탱크를 전도시키면서 가스누출의 확대된 사고였다.

Fig. 1. 소형저장탱크 주위 화재

Fig. 2. 벌크로리차량 전도

Fig. 3. LP가스벌크로리 기계장치

Fig. 4. 소형저장탱크 전도·소실

Fig. 5. 고무호스 파단부

Fig. 6. 소형저장탱크 주위화재

Fig. 7. 건물 1동 앞쪽 전소

Fig. 8. 건물1동 뒤쪽 전소

Fig. 9. 차량바퀴 고정목

Fig. 10. 주차제동장치 레버

2.4.2 문제점 및 대책

2.4.2.1 문제점

ㅇ 경사면에 안전조치를 무시한 충전 작업
  - 벌크로리차량 이송(주차)시 차량바퀴고정목 사용 부적정

ㅇ 벌크로리차량의 정비 불량(주차제동장치, 오발진방지장치 미사용)

ㅇ 벌크로리차량의 이송 호스릴(Hose reel) 고장상태로 방치
  - 기상호스를 기계장치에 감고 운행하는 등 관리 부실

ㅇ 벌크로리차량의 노후(92년 11월 출고)로 인한 안전성 결여
  - 주차제동장치의 구형제품으로 기능 저하
  - 주차제동장치의 레버고정 부분 부식으로 기능 부실

ㅇ 벌크로리운전자의 안전의식 결여

2.4.2.2 대책

ㅇ 벌크로리 이송작업시 안전조치 철저

ㅇ 차량의 정비 철저(주차제동장치 등, 오발진방지장치:리미트스위치)

ㅇ 차량의 이송 호스릴 고장시 즉시 수리 후 사용 철저

ㅇ 차량의 주차제동장치 안전성 확인 철저 및 노후차량 교체토록 제도 개선 필요

ㅇ 운전자의 안전의식 결여

3. 결론

LP가스벌크로리차량은 차량에 가스를 이송할 수 있도록 펌프 등이 설치된 차량으로서 3톤미만의 소형저장탱크에 가스를 직접 충전할 수 있는 차량이다. 3톤미만의 소형저장탱크를 가스사용 현장에 설치할 경우 LP가스벌크로리차량이 직접 방문하여 가스를 이송한다. 이러한 과정에서 발생하는 사고는 차량의 가스누출 및 이송중에 발생하는 가스누출은 대량사고를 수반할 수 있으므로 특히 유의할 필요가 있다. 차량운전자는 교통법규는 물론 가스관계법령에서 운잔기분을 준수하여야 하고 가스를 이송중에는 반드시 현장을 이탈하지 않는 등의 안전관리를 지켜야 한다. 차량바퀴고정목의 사용, 기계장치의 누출점검, 고무호스의 파손 등 점검, 차량주차제동창치 등에 대한 점검 및 가스이송중의 현장을 이탈하지 않는 등의 안전관리를 철저히 하여야 한다.

참고문헌

1. 한국가스안전공사, 가스사고연감, 2000-2009.
2. 한국가스안전공사, 인터넷 홈페이지 “가스사고통계”
3. 한국가스안전공사 KGS FU 432 “소형저장탱크에 의한 액화석유가스 사용시설의 시설·기술 검사·기준 2009.
4. 고압가스안전관리법, 한국가스안전공사, 2008.7
5. 액화석유가스의안전관리및사업법, 한국가스안전공사, 2008.7