



# LPG충전소 사고 이후의 가스안전관리

## Gas Safety Management after LPG Refueling Station Explosions



尹 在 建\*  
Yoon, Jae Kun

\* 가스기술사, 공학박사, 한성대학교 산업시스템공학부(기계시스템공학전공) 교수.

### 1. 서론

LPG충전소는 우리생활과 매우 인접한 위험시설이다. 서울에만도 60개소에 이르며 전국적으로 614개소('99년 5월 현재)의 LPG충전소가 운영되고 있다. <표 1>은 LPG충전소의 전국 현황을 보이고 있다. 만약 LPG충전소 옆에 살고 있다면 자신의 집이 충전소로부터 충분히 안전하게 떨어져 있는지에 관심을 갖게될 것이다. 지난해 부천과 익산에서의 LPG충전소 폭발사고는 그간 적용되어 오던 안전거리를 증가시켰고, 심지어는 안전거리에 대한 정의조차 변경시키고 있다.

안전거리란 위험시설에서의 발생 가능한 사고로부터 충분히 보호될 수 있는 이격거리로 정의되어 왔는데, 텔레비전 뉴스시간에 방영된 부천의 폭발사고는 폭발과 구형화염(fire ball)의 크기와 정도를 너무도 생생하게 많은 사람들에게 각인 시켰다. 따라서 부천의 폭발사고와 같은 폭발에 대한 안전거리를 기존의 LPG충전소에 적용한다면 모든 충전소들은 짐을 싸서 넓은 들이나 깊은 산 속으로 들어가야만 할 것이다. 결국 많은 전문가들이 나서서 안전거리란 사고발생시의 원활한 방재활동과 피해확산을 방지하기 위하

여 필요한 시설과의 이격거리라는 새로운 개념을 전파하고 있다.

LPG의 자동차연료로서의 경제성 때문에 LPG 차량이 급격히 증가('99년 5월 현재 52만 여대)하고 있다. 따라서 LPG차량의 소유자뿐 아니라 LPG충전사업자 역시 많은 경제적 이득을 보고 있으나 우리 주변의 위험은 점점 증가하고 있다. 위험과 경제성은 항상 상반되는 기준이며, 결국 어느 정도의 위험을 감수하고 우리 모두 얼마의 경제 이득을 볼 것인가는 사회구성원 전체의 어떤 공감대가 필요하며, 안전공학의 많은 이론과 계산은 이런 공감대 형성에 결정적인 역할을 한다.

<표 1> LPG bottle-filling and refueling stations

지역	서울	경기	경남	경북	충남	충북	전남	전북	강원	제주	합계
총기	4	9	5	5	6	1	6	2	0	2	40
항구자동차	2	33	41	23	10	14	19	8	17	1	171
자동차	58	64	58	51	47	22	48	30	17	8	403

### 2. LPG충전소 사고사례분석

1987년부터 1998년까지 충전소에서 발생한 사고는 총 45건으로 집계되고 있으며, 그 주요사고의 개요는 <표 2>와 같다. 사고유형은 크게 다음

〈표 2〉 The accident examples of LPG storage facility

일 시	형태및피해정도	사 고 개 요
91. 10. 28.	폭발 화상6명, 설비전소, 차량 7대 전소	용기충전기를 8연식에서 신규 12연식 충전기로 교체작업 중 기존 설치된 인접충전기에서 충전시 누설된 가스가 체류되어 있다가 신규충전기의 탄탈이불 지지대 고정구멍을 뚫기 위해 드릴 작업도중 누설된 가스가 폭발, 화재가 발생한 사고임
91. 11. 1.	폭발 화상4명, 차량 4대 전소	고정식 용기충전기 신설작업 중 기존 충전기로 공급되는 배관에 설치되어 있는 압력계 연결부분에서 누설된 가스가 체류되어 있다가 신규충전기 설치 작업을 위한 드릴이나 나사 가공기로 작업 도중 가스에 인화·폭발된 사고임
92. 1. 8.	폭발 화상2명, 사무실 유리창 파손	액중 펌프 고장으로 수리작업을 하던 중 저장탱크 내에 12t 가량의 가스가 있어 탱크 내 가스를 탱크로리로 3.3t을 빼내 다른 충전소에 이송전 시키고, 전량을 탱크로리에 회수 후 저장탱크 내 잔량이 없는 것을 용량계이자로 확인한 후, 질소 7t 주입 후 저장탱크 방출구(높이5M)로부터 가스 방출 작업 시작 10분 후에 건물 주위 및 충전소 기계실에 체류된 가스가 원인 미상의 불씨에 의하여 폭발·화재가 발생한 사고임
92. 4. 29.	화재 화재발생	탱크로리(7.5t)에 프로판을 싣고와 저장탱크에 이입한 후 자동차 충전소로 이송을 위해 부단 저장탱크로부터 탱크로리로 충전작업을 하던 중 작업자들이 자리를 비운사이 탱크로리에 과충전 되면서 베이퍼클로퍼사에 액화가스가 이입·압축되어 콤포레샤 안전밸브가 열려, 가스가 환기구로 누설·확산되어 기체실 아래쪽 도로에 정차해 있던 차량의 배기가스의 불씨에 인화·폭발되어 화재가 발생되고 계속된 화재는 폐쇄기능이 상실된 안전밸브로 가스가 계속 방출되어 재해가 확대된 사고임
95. 2. 15.	누설 D급 없음	개인택시가 가스주입 후 커플링을 탈착하지 않은 상태에서 출발하여 안전커플링이 분리되지 않아 호스가 파열되어 가스가 누설됨
95. 7. 17.	화재 B급 경상 2명, 부동산 14,250만원	탱크로리에서 소형저장 탱크로 가스를 충전하던 중 충전호스의 파손으로 가스가 누출되어 화재의 발생과 동시에 탱크로리 및 소형 저장 탱크가 파열된 사고로 추정됨
95. 6. 24.	누설 D급 없음	가스를 탱크로리에서 저장탱크에 이송전 작업 중 탱크노즐 박스에 부착된 드레인밸브의 노즐 용접부에서 균열과 기밀시험 중에 액체 질소의 초저온 기체가 드레인 노즐로 주입되어 취성에 의해 균열이 발생하여 누설됨
95. 10. 13.	화재 화상2명, 차량2대 파손	영업용 택시에 LPG를 충전하기 위해 충전호스를 택시에 연결·충전 중이던 택시가 충전이 종료된 줄 알고 출발하여, 충전호스가 몸체에서 이탈·절단되면서 LP가스가 누출, 점화원에 의해 화재가 발생한 사고임
96. 2. 12.	누설 없음	공강 증설을 위한 도목공사를 위하여 지하에 설치된 저장탱크를 철거 후 지상으로 이동하여 보관 중 온도에 연결용 플랜지 용접 부위 부식된 곳으로 빗물 등이 온도 감지 배관으로 유입, 탱크내의 배관을 지지하기 위하여 설치한 앵글 용접 부가 동파되어 액화 가스가 외부로 누출됨
96. 9. 12.	화재 중상1명, 경상 1명, 시설파손	용기 충전작업을 하던 중 12:30분경 회전식 충전기의 회전모터와 액뎀프 전기스위치만 끄고 충전기에 용기가 연결되어 있는 상태에서 사무실에서 점심식사를 한 후 직원들이 담배를 피우고 있던 중 화재가 발생하여 안전관리자가 긴급차단장치를 동작시키고 기계실로 가서 모든 밸브를 잠그었으나, 용기 충전장이 전소된 사고임
96. 10. 2.	화재 사망1명, 시설파손, 차량3대 파손	LPG차량 운전자(남58세)가 LPG를 충전하기 위해 충전대쪽으로 후진하던 중 브레이크를 밟는다는 것이 액셀레이터를 밟아 차량이 충전대로 돌진·충돌하면서 충전대가 파손되어 가스가 누출, 차량 엔진에서 발생하는 스파크에 의해 인화·화재가 발생한 사고임
96. 4. 24.	폭발 경상2명, 동산450만원	LPG자동차 충전시설 보수공사 중 충전소 안전관리자가 차량충전용 호스의 커플링 분리하여 배관내 가스를 방출시키는 순간 인근에서 용접 작업 중이던 용접 불꽃에 인화되어 폭발한 사고임
96. 8. 8.	누설 없음	충전소 직원이 지하 기계실에 가스용량 확인차 지하기계실에 내려갔다 배관 위에서 확인 중 물의 균형을 잃어 50A 역라인에 수직 설치된 20A 안전밸브 라인을 쥘어 15A 스톱밸브와 연결된 나뭇잎이 파손되면서 가스가 누출됨

의 3가지로 분류된다.

- 1) 탱크로리에서 저장탱크로의 이송전작업시 연결부, 로리호스 등에서의 누출.
- 2) 차량의 오발진에 의한 충전기(dispenser) 손상에 의한 누출.
- 3) 설비의 검사, 유지보수, 설치 등과 관련된 사고.

지난 1998년의 부천과 익산에서의 폭발사고는 그 규모와 형태면에서 가스산업관련 종사자 뿐 아니라 일반인들의 관심을 끌기에 충분했으며, 그 결과 LPG충전소의 안전관리뿐 아니라 전만

적인 가스안전분야에도 큰 영향을 미쳤다.

### 2-1. 부천 LPG 충전소 사고

- 일시 : 98년 9월 11일 (금) 14:20경
- 장소 : 경기도 부천시 오정구 내동 70번지 대성에너지 충전소.
- 피해현황
  - 인명피해 : 부상 83명, 사망 1명
  - 재산피해 : 약 98억 여원
- 시설현황
  - 시설 명 : 용기 및 자동차 충전시설
  - 지상 3층, 지하 1층 양식



블럭조(3개동 165평)

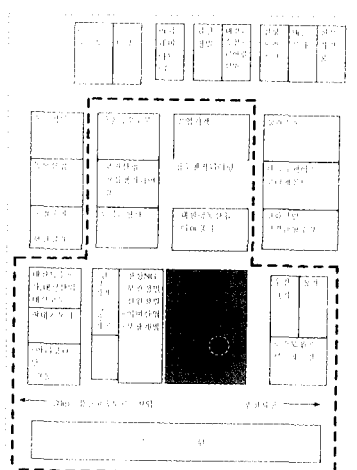
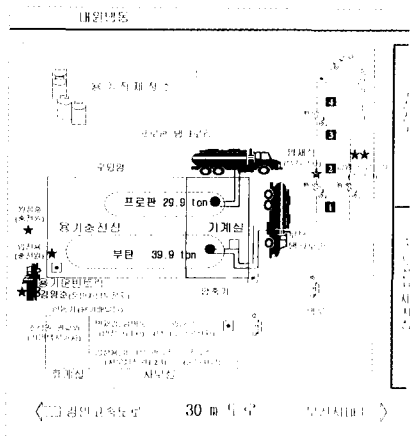
- 펌 프 - 언로딩펌프 : 7.5 Hp 1개
- 액중펌프 : 11 Kw 500ℓ /min 2개
- 컴프레서 : 15 Hp 759ℓ /min 1개
- 저장탱크 : 부탄 39.9톤 (70,606ℓ),  
프로판 29.9톤 (82,257ℓ)
- 충전기
  - 프로판용기 충전기 : 16연식 1세트
  - 부탄용기 충전기 : 8연식 1세트
  - 자동차 충전기 : 복식 4세트



〈그림 3〉 부천 충전소 폭발사고 현장 사진 1



〈그림 4〉 부천 충전소 폭발사고 현장 사진 2

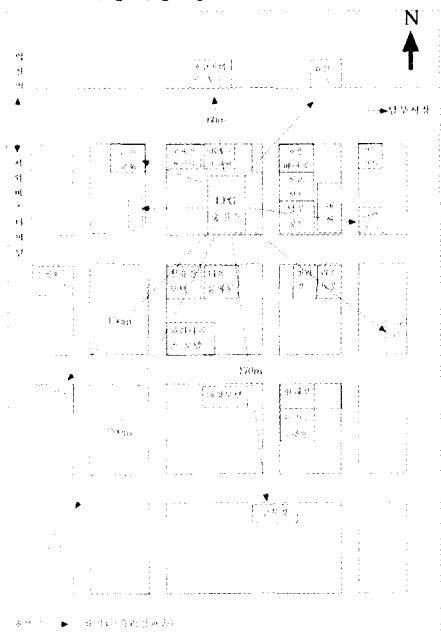


14:00분경 부탄 탱크로리로부터의 저장탱크로의 하역작업 개시 직후 많은 양의 가스누출이 발생하여 지표에 잠시 체류후 미상의 점화원에 의해 화재(Pool Fire)가 발생한 후 충전소 내에 정차하여 하역작업 중이던 2대의 탱크로리(부탄과 프로판)의 BLEVE(Boiling Liquid Evaporating Vapor Explosion)현상으로 발전한 사고이다. 대량의 액상 누출지점이 밝혀지지 않아 사고원인이 명확히 규명되지 못하였으며 책임소재여부를 가리기 위한 재판이 현재 진행 중이다. 사고 발생 직전에 한국가스 안전공사에 의한 설비의 안전검사(검사주기 1년)가 있었기에 검사후 처리가 불안정한 상태에서 탱크로리의 하역작업이 시작되어 발생한 것이 아니냐는 의혹을 강하게 받고 있다. 또한 검사원의 업무의 한계와 책임의 범위에 대해서도 다시 한번 생각해 하는 계기가 되고 있다. 지상의 탱크로리의 강력한 폭발에도 불구하고 지하저장탱크는 아무런 손상도

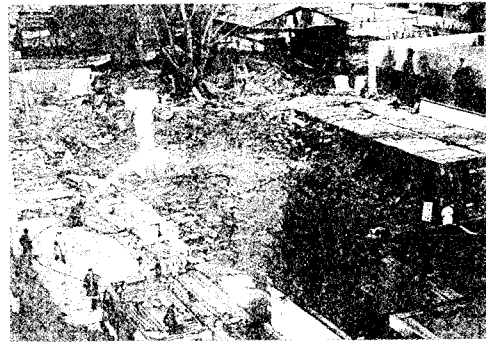
입지 않아 지하저장탱크의 안전성을 입증하였다.

### 2-2. 익산 LPG 충전소 사고

- 일시 : 98년 10월 6일 (월) 02:07경
- 장소 : 전북 익산시 인화동 1가 135-44  
번지 SK에너지판매직영
- 피해현황
  - 인명피해 : 부상 6명, 사망 1명
  - 재산피해 : 3억 4천 여원
- 시설현황
  - 저장능력 : 부탄 15Ton 1기 (지하매몰)
  - 자동차용 충전기 : 4대 (8기)



〈그림 5〉 익산충전소 폭발 피해범위

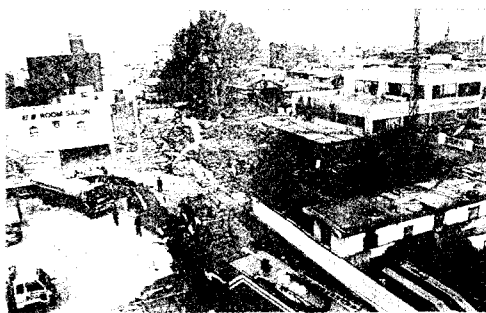


〈그림 7〉 익산충전소 폭발사고 현장 사진 2

01:00경 LP가스를 충전하기 위해 영업용택시에 충전주입기 8호를 연결하여 가스를 충전하던 중 다른 차량이 가스를 충전하려고 충전장에 도착하여 충전원이 다른 충전기로 이동하는 사이에 주입기 8호로 가스 충전하던 택시운전자가 차량시동을 걸어 오발진하면서 가스주입기의 카플링 연결나사 부분이 파손·이탈된 채 방치하던 중, 02:05분경 가스를 충전하러온 택시에 충전원이 가스주입기 7호를 연결하고 가스충전을 위해 전자밸브 전원스위치를 누르면서 01:00경에 카플링이 파손되어 사용하지 않는 가스주입기 8호의 전자밸브 전원스위치를 잘못 눌러 갑자기 다량의 액상가스가 누출, 넓은 지역에 퍼져서 미상의 점화원에 인화 폭발(Unconfined Vapor Cloud Explosion)하여 화재가 발생한 사고이다. 반경 60m내에서는 큰 피해를 보았으며 심지어 200m 이상 떨어진 곳까지 영향을 주었다.

### 3. LPG 충전소의 문제점 고찰

〈표 3〉에 서울지역 충전소의 저장탱크용량을 보이고 있다. 액화가스저장탱크에 액화가스를 충전하는 경우 액체가스의 양이 저장탱크 내용적의 90%를 넘지 않도록 되어 있다. 그러므로 〈표 3〉의 용량을 모두 합할 경우 서울의 1일 저장능력은 약 680톤이다. 한편 1일 부탄 사용량



〈그림 6〉 익산충전소 폭발사고 현장 사진 1



은 1,420톤 정도이다. 따라서 사용량이 저장능력의 배가 넘는다. 저장탱크의 용량이 부족한 상태에서 충전소의 LPG가스 판매량은 날로 증가되어 결국 1일 판매량이 저장탱크 용량보다 더 커지게 되었다. 심한 경우 10톤의 저장탱크를 갖고 있는 충전소의 하루 판매량이 30톤이 넘는다. 이런 경우 저장탱크보다 용량이 큰 탱크로리가 지상의 저장탱크역할을 할 수밖에 없다. 따라서 탱크로리와 저장탱크가 많은 시간 로리호스로 결속되어 있는 상황에서 용기 및 자동차 충전을 실시하고 있다. 결국 이러한 위험요인이 부천 LPG충전소 화재시의 탱크로리폭발과 같은 사고를 야기한다.

〈표 3〉 The storage tank capacity for LPG fueling stations

톤	10톤	15톤	20톤	50톤
주거	27	7	2	0
준주거	1	0	0	0
상업	10	1	0	0
준공업	4	2	0	0
자연녹지	2	1	1	0
녹지	1	0	0	0
자연	0	0	0	2
합계	450톤	165톤	60톤	100
총 저장능력	775톤			

〈표 4〉는 저장설비 및 충전설비의 현재의 안전거리 기준이다. 부천이나 익산 충전소 사고이전에는 안전거리 기준이 1종 보호시설과 2종에 대하여 보호시설 최소 12m에서 최대 30m까지 안전거리를 유지하도록 되어 있었다. 그러나 현재의 안전거리기준은 저장능력에 따라 사업소 경계까지 24m 내지 39m 이상을 확보하여야 하고 학교, 유치원 등 보호시설경계까지는 50m 이상을 유지하도록 하고 있다. 또한 저장탱크를 지하에 설치할 경우 안전거리를 1/2로 줄여 주던 것을 현재는 70%수준으로 강화했다. 그리고 LPG 충전소의 사고예방을 위하여 현재 용기충전시설에 설치를 의무화한 충전용 로딩암을 자동차용기충

전시설에도 설치를 의무화하여 로리호스 사용을 억제하고, 탱크로리 정차지역에 살수장치 또는 물분무장치 등을 설치하도록 요구하고 있다. 현재 도심의 충전소의 가장 큰 위험요인은 지상의 저장탱크로 사용되는 탱크로리이므로 탱크로리를 가스 이송설비로만 간주하지 말고 추가의 저장탱크로 보고 모든 안전장치와 안전거리를 정해야 한다. 그러나 이러한 새로운 기준을 기존의 충전소에 적용할 경우 도저히 만족시킬 수 없는 안전기준에 봉착하게 된다.

〈표 4〉 Safety distance of the LPG storage facility

저장능력	사업소경계와의 거리		지하에 저장탱크 설치시의 거리
	과거	현재	
10톤 이하	17m	24m	16.8m
10톤 초과 20톤 이하	21m	27m	18.9m
20톤 초과 30톤 이하	27m	30m	21m
30톤 초과 40톤 이하	30m	33m	23.1m
40톤 초과 200톤 이하	30m	36m	25.2m
200톤 초과	30m	39m	27.2m

〈표 5〉 LPG Tank lorry'

연도	'95				'96				'97			
	10톤 이하	10~20톤 이하	20톤 초과	계	10톤 이하	10~20톤 이하	20톤 초과	계	10톤 이하	10~20톤 이하	20톤 초과	계
서울	90	34	0	124	81	27	0	108	75	33	0	109
서울 외 지역	496	225	0	721	447	225	0	732	357	345	1	702
계	586	259	0	845	558	282	0	840	432	378	1	811
구성 (%)	69.3	30.7	0	100	66.4	33.6	0	100	53.27	46.61	0.12	100

〈표 5〉는 우리나라의 탱크로리 현황을 보이고 있는데, LPG 탱크로리의 수는 점점 줄어들고 있으나, 10~20톤 사이의 탱크로리가 차지하고 있는 비중은 점점 증가하고 있다. 즉 탱크로리의 용량이 점점 대형화되는 추세이다.

#### 4. 결론

아현동 밸브기지 폭발사고(94. 12. 7), 대구 지하철공사장 폭발사고(95. 4. 28), 부천의 LPG충전소 폭발사고(98. 9. 11)는 세계적으로도 그 유래를 찾아보기 힘든 사고들이다. 가스의 소비가 늘어나면서 크고 작은 가스사고 특히 대형사고의 위험성은 항상 주변에 상존 하고 있다.

대형사고사례는 사고조사와 분석을 통하여 많은 것을 교훈으로 얻을 수 있다. 그러나 부천사고와 같이 사고의 직접적인 원인이 아직도 규명되지 못하고 있다는 것은 한심스러운 일이다. 사고조사기법뿐 아니라 사고조사의 체계와 전문성이 구비되어 있지 못하여 이와 같은 일이 발생하고 있다고 생각한다. 안전관리를 위해서는 우선 사고조사의 선진화가 선행되어야 한다.

비록 가스산업계는 엄청난 대형사고의 경험을 바탕으로 안전관리부문에서 양과 질적인 성장을 거듭하고 있으나, 계속되는 가스사고는 기본적인 안전수칙을 사업자와 현장 안전관리자가 스스로

지켜야 한다는 점을 일깨우고 있다. 되풀이되는 대형가스사고는 가스안전관리체도의 전반적인 변화를 요청하고 있으며, IMF 이후 모든 분야에 불고 있는 구조조정의 분위기와도 맞물려 근본적으로 가스안전이 관주도의 가스안전관리법과 제도를 일방적으로 강화함으로써 얻어질 수 없다는 것을 강조하고 있다.

(원고 접수일 1999. 5. 14)

#### 참고문헌

1. "가스사고연감", 한국가스안전공사, 1995, 1996, 1997
2. "일본의 최근 12년간 탱크로리 관련사고분석", '97년 가스안전 9월호, 1997
3. Daniel A. Crowl & Joseph F. Louvar. "Chemical Process Safety : Fundamentals with Applications", Prentice-Hall, 1990.
4. "고압가스업소통계집", 한국가스안전공사, 1996
5. "에너지 통계 시스템", 에너지 경제 연구원, 1997
6. "고압가스 안전관리법", 구민사, 1996
7. "고압가스통계집", 한국가스안전공사, 1995, 1996, 1997
8. "'96년도 검사업무 지도 확인 결과 및 대책", 한국가스안전공사, 1997
9. "사고예방논문집", 삼성화재 위험관리연구소, 1998
10. "가스사고편람", 한국가스안전공사, 1997