

## LCNG충전시스템 개발

김기동, 신동현, 최동수, 유석진\*, 한규석\*, 윤재건\*\*

한국가스공사 연구개발원

\*(주)현대정공

\*\*한성대학교

### Development of LCNG(Liquefied and Compressed Natural Gas) refueling system

K. D. Kim, D. H. Shin, D. Choi, S. J. Yoo, K. S. Han, and J. G. Yeon

R & D Center, Korea Gas Corporation

HDPIC

\*\*Hansung University

#### 1. 서론

최근 들어 환경문제, 특히 대도시 대기오염으로 저공해자동차의 보급에 관심이 대두되고 있는 가운데 전세계적으로 많이 활용되고 있는 천연가스자동차(Natural Gas Vehicle)가 국내에서 높은 관심과 함께 서울을 비롯한 대도시를 중심으로 보급이 추진되고 있다. 현재 정부는 심각한 대기오염을 줄이기 위해 월드컵이 열리는 2002년에는 5000대, 그리고 2007년까지는 서울, 부산 등 7대 도시에서 운행되고 있는 시내버스 2만 여대를 천연가스를 연료로 전환할 계획을 세우고 있다.

천연가스자동차의 연료는 고압으로 압축된 압축천연가스(Compressed Natural Gas, CNG)를 사용하고 있으며, 이러한 천연가스자동차의 보급에는 연료의 공급 시설, 즉 충전소의 설치가 동시에 진행되어야 하며, CNG의 경우 천연가스를 고압으로 압축, 저장하였다가 자동차에 충전하므로 압축에 따른 압축일, 고압의 가스를 저장하는 저장용기 등의 사용에 따라 충전소의 설치 및 유지에 많은 비용이 든다. 따라서 최근 들어 저온, 저압의 LNG를 액체펌프로 가압한 후, 기화기에서 상온, 고압(25MPa)의 CNG로 기화시켜 디스펜서를 통해 천연가스 자동차(NGV)에 탑재된 연료 용기로 충전하는 기술과 시스템 일부 변경으로 LNG를 겸용 활용할 수 있는 LCNG 충전시스템의 선진 외국에서 연구중이다.

이러한 LCNG충전시스템은 도시가스 배관이 연결되어 있지 않은 지역에서의 충전소건설을 가능하게 해주고 또한 현재 설치되고 있는 압축천연가스의 몇 가지 문제점을 해결해줄 수 있어 향후 압축천연가스 충전시스템의 back up용 등으로 활용이 기대되고 있다. 본 연구진은 선진외국에서의 연구와 병행하게 LCNG 충전시스템 개발 및 국산화하는 것을 목표로 전체 시스템을 구성하고, 각 구성 부품을 국산화하여 전체 시스템을 완성하는데 매진하고 있는데, 이 발표에는 초기 시스템 구축과 운전실험에 대해 논하겠다.

## 2. LCNG충전시스템 특징

LCNG 충전기술은 LNG를 받아 저장탱크에 저장후 이를 CNG로 전환하여 공급하는 충전시스템이다. 따라서 LNG는 전통적인 차량용 연료와 마찬가지로 트럭 트레일러 등을 이용하여 각 지역 충전소로 수송된다. 이 LNG 수송분야는 국내에서 액화질소나 산소의 수송을 통한 극저온 트레일러 시장의 성장과 함께 일상적인 분야로 자리잡고 있으며 따라서 가스배관이 부재한 지역에서도 CNG의 서비스를 받을 수 있게 된다.

LCNG 충전기술은 기존의 CNG 충전방식과 비교하여 다음과 같은 특징을 갖는다.

- a) LNG 사용으로 지속적이고 청정한 연료의 공급.(오일 함유 없음)
- b) 가스관 공급에 의존하지 않아 지역적인 제한이 없음.
- c) 충전시스템의 단순화로 인한 투자 및 운용 비용의 절감.
- d) 액체상태의 LNG를 가압하기 때문에 기체상태의 천연가스를 압축시키는 기존의 CNG 충전방식보다 충전 소요에너지 절약면에서 유리.  
압축천연가스 충전시스템의 운영비는 많은 비용이 압축기를 작동시키는 전기비용인데 비해 LCNG충전시스템의 펌프작동 전기비가 압축기 보다 30%이상 절약할 수 있다. 또한 가스 충전압력(200기압)까지 압축시키는 시간을 압축천연가스 보다 20% 단축할 수 있다.
- e) 기존 LNG 차량의 충전은 LCNG 시스템에 LNG 충전모듈을 추가하는 것으로 대체할 수 있음.
- f) 저렴하게 연료공급 가능: LNG인수기지에서부터 직공급에 따른 PNG 비용 절감
- g) LNG/LCNG충전기 및 설치비 저렴  
LNG 100기준, LCNG 135, CNG 300-400

## 3. LCNG충전시스템 구성

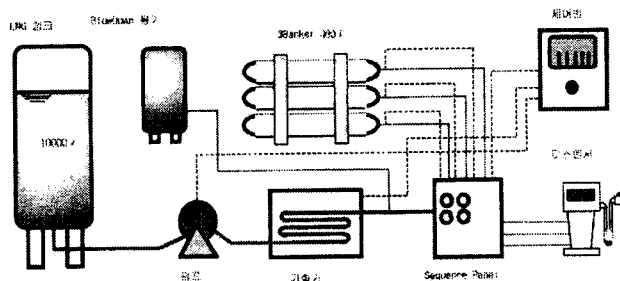


그림 1 LCNG충전시스템 개요도

위의 공정도에서 알 수 있듯이 LCNG충전시스템은 다음과 같은 부품으로 구성되어 있다.

- 1) 액체천연가스 저장탱크/국내제작
- 2) 펌프 2대/ 국내제품
  - 최대 300kg/cm<sup>2</sup>까지 사용할 수 있는 펌프
- 3) 기화기/국내제작
- 4) 저장용기/외국제품
- 5) 디스펜서/외국제품
- 6) 컨트롤 패널/국내제작
- 7) 압력계/국내제작
- 8) 온도계/국내제작
- 9) 단열재/외국제품
- 10) 기타

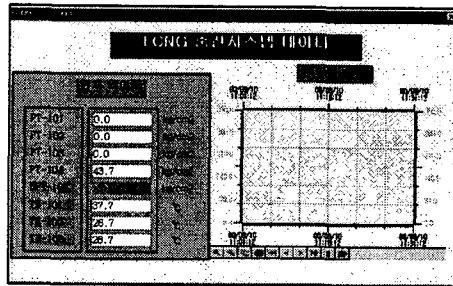


그림 2 LCNG충전시스템 컨트롤 화면

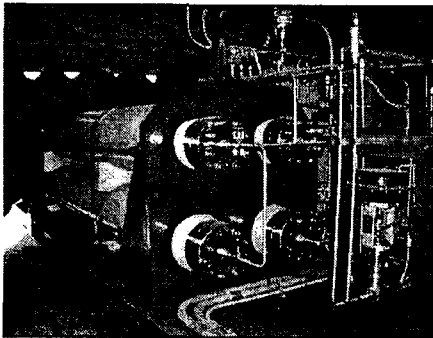


그림 3 LCNG충전시스템 용기부분

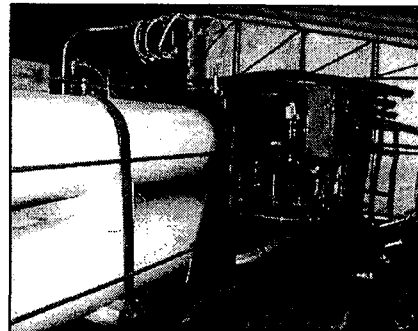


그림 4 LCNG충전시스템 구성부분

LCNG충전시스템 설치후 시스템 작동과 전체 구성에 대한 실험을 수행하였다. 실험은 LNG와 온도가 비슷한 액체질소를 사용하여 안전사고를 예방하였으며, 저장탱크가 구비가 되지 않아 액체질소 용기(175L) 여러 개를 저온용 sus tube를 연결하여 펌프에 공급하는 방식을 채택하였다.

실험결과[그림 5, 6] 펌프작동은 충분한 예냉이 이루어지면 200kg/cm<sup>2</sup>로 가압하는데는 별 어려움이 없었으나, 액체질소 공급관에서의 BOG발생으로 펌프 실린더로 들어가는 액체부족으로 인해 펌프의 잦은 trip현상이 발견되었다. 이러한 BOG가스는 저온 영역부분의 단열이 불충분하여 생기는 현상으로 다시 이 부분을 개선하여 펌프의 trip현상을 많이 줄였으나 펌프 자체의 leak가 발생하여 이에 대한 조치를 취하였다.

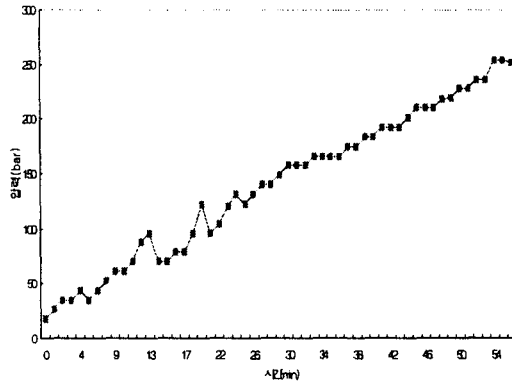


그림 5 펌프작동에 따른 충전압력변화(저장용기)

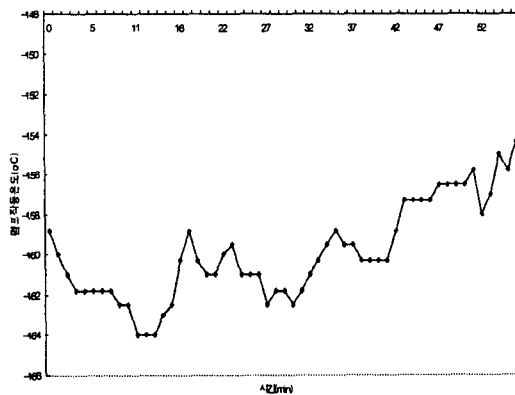


그림 6 충전에 따른 펌프작동온도 변화

위의 실험결과 압축천연가스충전시스템과는 달리 본 LCNG충전시스템은 펌프로 단기간에 저장용기내 200kg/cm<sup>2</sup>의 가스를 채울 수 있음을 확인할 수 있었다.

#### 4. 결론

LCNG 충전시스템을 개발중이다. 이 시스템을 구성하면서 얻은 결론은 다음과 같다.

- 1) 본 시스템을 이용하여 250bar까지 충전할 수 있다.
- 2) 펌프의 작동을 위해서는 충분한 예냉이 필요하다.
- 3) 펌프 2대의 매칭이 중요하다.