

03 충전소

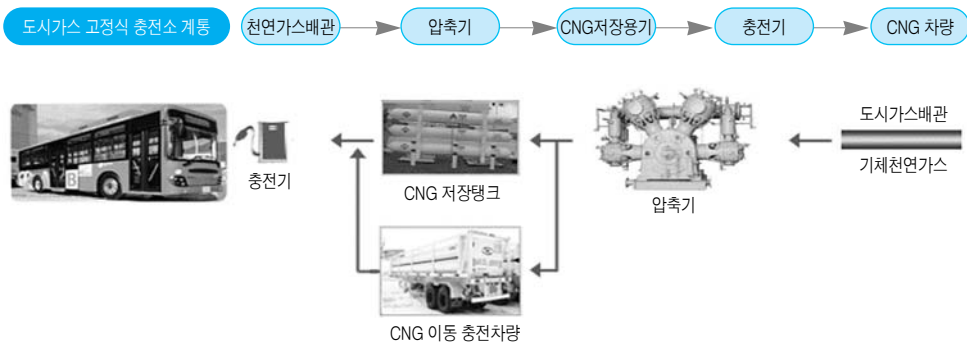
천연가스자동차 보급에 있어서 가장 필수적인 인프라는 천연가스 충전소다. 천연가스 충전소는 공급연료의 형상에 따라 크게 CNG 충전소, LNG 충전소, LCNG 충전소로 구분할 수 있다. 또한 이동식 충전소, 소형 충전기 등이 부족한 천연가스 충전시설의 보조 역할을 수행하고 있다.

1. 압축천연가스 충전소(Compressed Gas Refueling Station)

압축천연가스자동차에 천연가스를 공급하는 충전소로서 중압(0.8Mpa)의 천연가스를 압축기를 통하여 고압(24.5Mpa)으로 압축한 후 충전기를 통해 천연가스자동차에 충전하는 설비를 말한다.

CNG는 도시가스 배관을 통하여 공급받은 천연가스를 압축설비를 이용, 25MPa로 압축하여 압축가스를 천연가스자동차(NGV)에 충전하게 된다.

고정식 충전소 시스템



즉 인입배관에 필터, 드라이어(필요 시) 등이 설치되어 있으며, 인입압력에 따라 다르지만 일반적으로 4단 압축을 통하여 25MPa로 CNG 저장용기에 저장하거나 디스펜서를 통하여 CNG자동차에 충전하는 방식이다.

CNG 압축기는 냉각방식에 따라 수냉식, 공랭식으로 분류된다.

수냉식은 저소음에 냉각성능이 좋으나 동절기의 냉각수 관리, 고비용 등이 문제이며, 공랭식은 저가적이고 동절기에도 문제가 없지만 소음발생 등의 문제점이 있다. 대부분의 CNG 충전소는 공랭식 충전소를 주로 적용하고 있으며 밀폐구조를 하여 외부로 나가는 소음을 차단하고 있다.



한국가스공사가 운영 중인 천연가스충전소.



고압 압축가스에는 오일, 미립자 및 기타 불순물이 압축가스에 포함될 수 있기 때문에 유분리기와 필터를 설치하게 되며, 고압압축에 의한 가스온도 상승 등으로 가스의 온도를 낮추기 위한 열교환기도 설치된다.

CNG는 장거리 수송용 보다는 한정된 지역을 순회하는 차량의 충전용으로 주로 활용되고 있다. 그 대상으로는 시내버스, 택시, 소형화물차 및 승용차 등이 될 수 있다.

전 세계적으로 CNG 차량이 가장 많이 보급되어 있는 만큼 천연가스 충전소 중에서 CNG 충전소가 전 세계 보급률이 가장 높다. 선진국에서는 대형(버스충전용), 중형(중소형 차량), 소형(승용차용, 가정용)까지 다양한 CNG 충전소가 개발되어 있으며 주로 배관에 의한 고정식 충전소 형태로 보급되어 있다.

2. 액화천연가스 충전소(Liquefied Natural Gas Refueling Station)

액화천연가스를 연료로 사용하는 자동차에 연료를 공급하기 위한 충전소로서 액화천연가스를 초저온용기에 저장하고 LNG펌프를 이용하여 자동차에 액체상태의 천연가스를 공급하는 시스템이다.

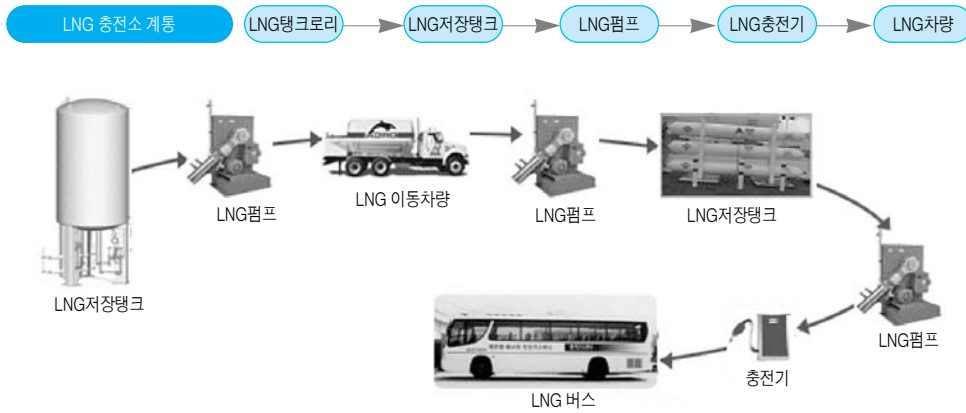
LNG 충전소를 구성하는 설비는 LNG를 저장, 공급하는 저장탱크와 LNG를 가압하여 차량 연료용기에 충전하게 하는 가압펌프, LNG 계량과 LNG 주입을 위한 LNG 충전기, 부속장치 등이 있다. 전체적인 시스템은 CNG 충전소에 비해 간단하며, 상용압력이 5~8기압으로 낮아 압력에 의한 위험성은 CNG에 비해 훨씬 낮다. 하지만 -162°C 의 초저온 액체를 사용함에 따른 위험성과 충전시설에 사용되는 구성품의 극저온에 대한 충분한 기계적 성질, 저장용기 내 증발가스(BOG)의 처리 등이 해결하여야 될 큰 문제이다.

LNG 자동차의 연료공급은 LNG 공급 펌프를 갖추지 않은 자연흡입 방식과 공급펌프를 갖추고 강제로 공급을 제어하는 강제공급 방식이 있다.

자연흡입 방식은 LNG 단열용기에 외부로부터 유입하는 열에 따라서 LNG의 일부가 기화하여 압력증기가 생기고 이것에 의하여 가스를 기관에 공급하는 방식이다. 강제 공급 방식은 LNG 탱크에 LNG 공급 펌프를 설치하고 부하에 따라서 LNG를 엔진기관에 공급하는 방식이다.



LNG 충전 시스템



LNG 차량은 대부분 대형 버스 및 대형 트럭 등에 응용되고 있으므로, LNG 충전소의 용량도 대형 차량에 연료를 공급할 수 있는 충분한 용량으로 설계되어야 한다. LNG는 배관망을 활용하지 않으므로 LNG 기지에서 탱크로리를 통하여 저장탱크로 이송하는 경우의 운송비용만 효율적으로 수행하면 보다 경제적이고, 환경적인 시스템 운영이 가능하게 되는 장점이 있다.



3. LCNG 충전소

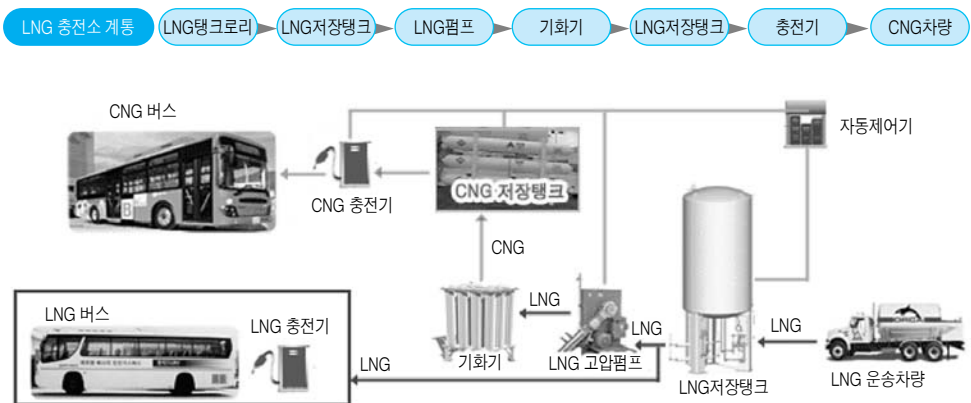
LNG 상태로 충전소로 이동하여 저장하면서 차량에 충전할 때 극저온의 LNG 연료펌프를 이용하여 310Mpa 이상의 고압으로 압축한 뒤, 기화기를 지나면서 기화하여 디스펜서를 통해 200~250Mpa의 CNG 상태로 차량에 충전하는 방식이며 LNG 디스펜서를 추가로 설치하면 CNG 차량과 LNG 차량을 동시에 공급할 수 있는 복합충전소다.

즉 LCNG 충전시설은 시스템 구성에 따라 한 설비에서 LNG와 CNG 둘 다 충전이 가능한 충전시스템으로, LNG 저장 및 압축은 LNG 충전소를, CNG 저장 및 충전은 CNG 충전소의 기능을 혼합한 시스템이다.

자동차 연료용 CNG는 주로 가스배관망을 통해 공급되는 저압의 압축가스를 압축기를 이용하여 20MPa(3,600psi) 이상의 고압 압축가스로 만드는 방법과 -162℃의 초저온 상태의 LNG 액화천연가스를 극저온 고압펌프를 이용하여 가압 후 기화하여 20MPa 이상으로 만드는 두 가지 방법이 있다. CNG 충전시스템의 고압 압축가스는 오일, 미립자 및 기타 불순물 가스를 포함할 수 있기 때문에 유분리기와 필터를 설치하게 되며, 고압압축에 의한 가스온도의 상승 등으로 가스의 온도를 낮추기 위한 열교환기 설비도 설치된다.

그러나 LCNG 충전시스템에서는 정제과정을 거친 액화천연가스를 바로 사용하게 되므로 수분 및 불순물이 전혀 없고 단지 펌프에 의해 가압 후 기화기를 통해 일정온도로 기화시켜 사용하기 때문에 압축기에 의한 가스압축방식에 비하여 총 사용 에너지가 절약되고 충전시간을 낮출 수 있다는 장점이 있다. LCNG 충전시스템의 구성은 LNG를 저장하

LCNG / LNG 복합 충전 시스템





는 단열 저장탱크, LNG를 CNG화하기 위한 펌프 및 기화기, CNG를 저장하는 압력 저장 용기, 압축천연가스의 유로 제어를 위한 우선 순위 판넬 그리고 충전기로 이루어진다. 각각의 설비는 배관으로 연결되며, 작동 및 정지시에 고립된 배관부의 외부 침입열에 의한 기체의 이상고압 발생 가능성이 있는 곳에는 안전장치를 설치하며, 가연성 가스의 누설을 대비한 가스누출검지 경보장치가 설치된다.

압축기가 필요 없고, CNG 전용충전소에 비하여 운영비 절감이 커서 미국에서 보급이 확산되고 있다.

4. 이동식 충전소

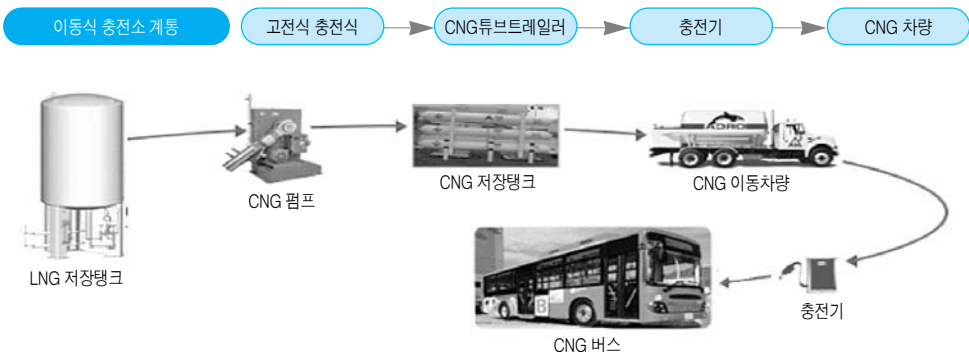
국토가 넓거나 가스 배관망과 접속이 어려운 지역에 CNG 연료를 공급하기 위해 CNG를 고정식 충전소(Mother Station)에서 고압가스용기를 장착한 튜브트레일러(Tube Trailer)에 충전하여 차고지 충전소(Daughter Station)로 이동한 후 충전기와 연결하여 천연가스차량에 공급하는 방식이다.

저장탱크 및 충전설비 등이 이동이 가능한 차량에 탑재된 상태로 설치 운영되며, 충전을 필요로 하는 차량 또는 차고지가 있는 곳에 가서 자동차의 연료용기에 충전을 한다. 충전설비가 갖추어진 벌크로리 형태의 전용 이동충전차량이 주로 이용되고 있으나 탱크로리에 충전설비를 갖춰 직접 이용하는 경우도 간혹 있다.

경우에 따라 충전설비는 일정한 충전장소에 고정시켜 놓고 벌크로리를 이용하여 충전설비가 있는 곳까지 연료를 수송한 다음 이를 연결 커플링으로 연결하여 사용하는 방식도 있다. 이동식 충전방식은 중국, 태국 등의 아시아 지역에서 주로 보급되고 있는데, 이 충전방식은 이동식에 압축기를 이용하여 CNG 운송효율을 높이는 방식이 해외에서 많이 이용되고 있기 때문이다.

하지만 국내에서는 지역주민 민원과 압축기 비용투자에 따른 초기 투자비 과다에 의한 경제성 상실의 이유로 압축기를 사용하지 않는 방식의 이동식 충전소를 운영하고 있다. 이러한 이동식 충전소는 주변에 고정식 충전소가 들어서는 경우에 공급단가가 높아 경쟁력이 떨어지며 효율도 낮아서 세계적으로 점진적으로 고정식화 되고 있다. 또한 이동식 충전소는 국내에서도 점차 줄어드는 추세이다.

이동식 충전 시스템



이동식 충전소는 천연가스차량 보급 초기 충전소 인프라 구축이 미비한 지역이나 고정식 충전소를 설치하여 운영하기에는 차량 대수가 많지 않는 사업소의 경우, 사고나 연료고갈 등으로 인해 연료 비상충전 시 등 특별한 경우에 효과적으로 활용될 수 있다.

5. 소형 충전기(VRA : Vehicle Refueling Appliance)

일반 가정이나 소규모 사업장 등에서 간편하게 사용할 수 있는 중소형 자동차 전용 충전기다. 저장용기를 별도로 설치하지 않아도 되며 압축기, 안전장치, 충전설비로 장비가 간단하면서 실용적으로 구성돼 있다.

소형 충전기는 고정식 충전소가 갖추어야 할 대량의 부지가 필요 없으며 설치비용도 저렴하여 지자체 관용 차량이나 도시가스회사 및 기업 업무용 차량, 개인 자가용차량 등과 같은 소규모 충전 차량 등을 충전하기에 적합하다. 또한 이동이 제한된 지게차 차량 등에 대한 지원도 가능하다. 그러나 충전기 가격이 고가이고, 충전용량이 작아 보급이 쉽지 않은 상황이다. 프랑스에서는 가스회사와 충전설비제조사가 설비를 임대하는 방식으로 보급되고 있으며, 미국에서는 자동차제조사와 충전설비회사가 공동 마케팅 하는 방식으로 보급되고 있다.

국내에서는 인프라 구축의 핵심인 충전소 설립에 있어서 관련법규, 민원, 부지선정 문제 등 많은 문제가 발생함에 따라 지식경제부가 부품소재사업단 지원사업으로 2005년 9월부터 2008년 12월까지 25억의 사업비를 투자해 엔케이, 엔케이텍, 한신공기, 부산대학교, 한국가스안전공사가 참여한 가운데 소형 완속충전기 개발을 완료했다.



VRA 설치 및 차량에 충전하는 모습.