

생산하는 것이 목표입니다. 디스플레이는 초연결과 초지능의 4차 산업혁명 시대의 핵심 기술이기 때문입니다. 네온사인이 문을 연 디스플레이 기술이 양자점 디스플레이로 이어지기까지, 기술의 눈부신 발전 속도를 새삼 느끼는 요즘입니다.

권용일(충북 형석고 1)
김상현(경기 대평고 2)
노완섭(서울 불암중 1)
민제원(경기 상현고 1)
이준우(서울 송파중 1)
장슬기(경남 문산중 1)

Chapter 3. 공장·지구에서



22

수소 풍선은
왜
위험한가요?



A



석원경 교수가 답하다

대기오염과 기후변화 문제가 주목받으면서 청정에너지원인 수소에 대한 관심이 부쩍 높아졌습니다. 수소가 화석 연료를 대체할 수 있는 깨끗하고 안전한 연료로 알려져 있기 때문이죠. 실제로 수소는 기후변화의 주범이라는 온실가스를 배출하지도 않고, 미세먼지와 질소 산화물도 만들지 않습니다. 화학적 독성도 걱정할 필요가 없습니다.

수소 폭발, 전투기보다 더 큰 충격파 일으켜

그렇다고 수소를 무작정 쓸 수는 없습니다. 상온에서 기체 상태로 존재하는 수소는 끓는점이 영하 252.9°C로 매우 낮아 액체로 만들기가 어렵습니다. 그래서 보통 700기압 이상의 초고압 상태로 압축해 저장합니다. 압축된 가스는 가볍고 냉각과 단열 과정이 필요 없다는 장점이 있지

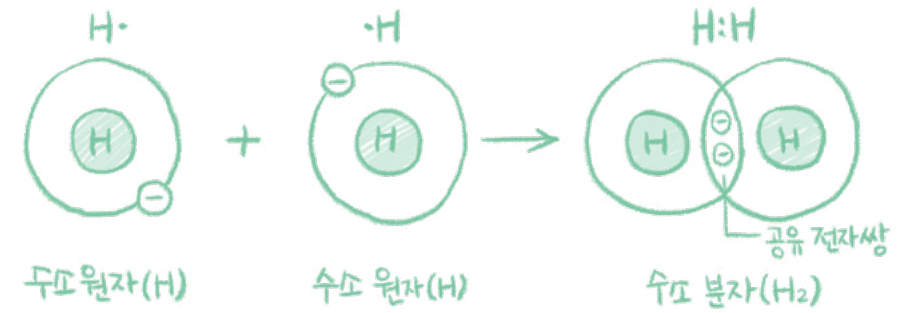
만 사고 시 폭발 위험이 있습니다. 대도시에서 운행되는 압축천연가스(CNG-Compressed Natural Gas) 버스에는 약 200기압의 고압 연료탱크가 들어 있는데, 2010년 서울에서 이런 연료탱크가 폭발해서 17명의 승객이 다쳤습니다. 수소 탱크 압력은 이런 CNG 버스 연료탱크 압력의 무려 3.5배입니다. 폭발 시 끔찍한 피해를 일으킬 수 있다는 뜻입니다.

수소 연료탱크를 탄소 섬유로 제작하면 폭발 사고의 위험을 크게 줄일 수 있습니다. 또 수소를 주입 후 배출하는 과정에서 가스가 누출되지 않도록 연료탱크와 연료 파이프를 연결하는 기술 그리고 수소가 공기와 섞이지 않도록 관리하는 기술이 점점 더 발전하고 있습니다.

수소와 공기를 분리하는 기술은 특히 중요합니다. 수소는 공기에 닿으면 쉽게 폭발하기 때문입니다. 순수한 수소는 거의 폭발하지 않지만, 공기 중 수소 농도가 4~75%일 때는 사정이 달라집니다. 정전기와 같은 작은 불씨로도 엄청난 폭발이 일어납니다. 이런 폭발 과정에선 강력한 열이 발생하는데, 이는 휘발유나 천연가스의 폭발과는 차원이 다릅니다. 수소가 폭발하면 전투기가 음속을 돌파할 때 발생하는 충격파보다 더 큰 충격파를 일으킵니다. 공기보다 훨씬 더 가벼운 수소가 초음속으로 날아가기 때문입니다.

수소의 폭발력 때문에 발생한 끔찍한 사고도 잦았습니다. 2019년에는 강원도 강릉시에 있는 과학산업단지에서 높이가 2m 정도 되는 철제 수소 연료탱크가 터지는 사고가 발생했습니다. 이 폭발로 수백 미터 떨어진 건물까지 형체를 알아볼 수 없을 정도로 파괴됐습니다. 물을 전기분해해서 연료용 수소를 생산하는 기술을 개발하던 중에 산소를 충분히 제거하지 않았던 것이 문제였습니다.

2011년 일본 후쿠시마 원전사고도 수소 폭발이 사고 규모를 키웠습니



다. 당시 규모 9.0의 동일본대지진으로 지진 해일(쓰나미)이 발생했고, 이로 인해 후쿠시마 원전으로 냉각수 공급이 중단돼 원자로의 노심이 뜨겁게 달아올랐습니다. 이때 노심과 바로 연결된 증기 발생기의 물이 열분해 되면서 엄청난 양의 수소가 발생했고 그대로 폭발해버렸습니다. 1937년 유럽에서는 길이가 245m인 독일의 거대 비행선 힌덴부르크호가 미국 뉴저지의 해군 기지에 착륙하던 중 공중에서 폭발했습니다. 비행선 용도로 실었던 수소가 폭발한 것이었죠.

이런 역대 사고들을 보면 수소 풍선이 얼마나 위험천만한 것인지 실감할 수 있습니다. 한때 우리나라 놀이공원에서 어린이들에게 팔던 은박 풍선에 헬륨 대신 가격이 훨씬 싼 수소를 넣어서 팔기도 했습니다. 만약 수소가 폭발하기라도 했다면 끔찍한 사고로 이어졌을 겁니다.

수소를 깨끗하게 얻는 방법은?

그렇다고 수소 사용을 포기해야 하는 것은 아닙니다. 수소는 분명 유용한 자원이고, 앞으로 화석 연료가 바닥나면 수소를 쓸 수밖에 없는 것이 현실입니다. 지구(지각)에서 10번째로 흔한 원소가 바로 수소니까요. 다만 당장 연료로 쓸 수 있는 수소(H₂) 기체는 너무 가벼워서 오래전에 우주 공간으로 빠져나가 버리고, 지금 지구에 남아있는 수소는 대부분 다른 원소에



23

스프레이는
왜 LPG 가스를
쓰나요?



단단하게 결합해 있습니다. 산소와 결합한 물(H_2O), 탄소와 결합한 탄화수소(C_nH_m), 그리고 질소와 결합한 암모니아(NH_3)가 대표적입니다. 수소를 연료로 사용하려면 물이나 탄화 수소에서 수소만 떼어내야 합니다. 엄청난 노력과 비용이 필요합니다.

과학자들은 수소를 얻을 수 있는 다양한 기술을 개발해냈습니다. 대표적인 기술로 고온의 수증기를 이용해 천연가스(LNG)를 열분해하는 방법이 있습니다. 열분해로 수소를 생산하는 과정에선 뜨거운 수증기를 만들기 위해 적지 않은 양의 LNG를 연소시켜야 합니다. 이때 각종 온실가스와 질소 산화물이 배출되기 때문에 열분해 수소를 100% 청정 연료라고 부르는 어렵습니다. 게다가 작은 도시에 건설하는 수소 연료전지 발전소에는 LNG를 충분히 공급하기도 쉽지 않고요.

정유공장에서 원유를 정제하는 과정에서, 코크스(화석연료를 정제해 고탄소화시킨 연료)를 사용하는 제철 공정에서도 수소가 생산됩니다. 이를 ‘부생 수소’라고 하는데, 현재 국내에서 생산되는 부생 수소로 연간 50만 대의 수소 자동차를 운행할 수 있습니다.

수소를 얻는 또 다른 기술은 물을 전기분해하는 겁니다. 이를 ‘수전해 수소’라고 하는데요. 태양광이나 풍력으로 생산한 전기로 물을 전기분해하면 수전해 수소처럼 깨끗한 수소를 생산할 수 있습니다. 물론 신재생에너지 발전소 대부분이 수소 연료를 많이 쓰는 대도시에서 멀리 떨어져 있다는 단점이 있지만요. 최근에는 원자로에서 나오는 열을 이용해 물을 열분해하는 방법도 개발되고 있습니다.

수소를 깨끗하게 얻고 안전하게 사용하기 위한 기술은 아직 갈 길이 많이 남아있습니다. 하지만 한 가지 분명한 것은, 수소는 절대 포기할 수 없는 미래의 에너지라는 사실입니다.