

가스배관 수소혼입(탄소중립)에 따른 안전확보 방안

Measures to Secure Safety according to Gas pipe Hydrogen Mixing(Carbon Neutral)

곽채식*·신동일**

Kwak, Che-Sik · Sin, Dong-Il

요약

본 논문에서는 우리나라 2030년 국가 온실가스 감축목표(NDC*, 291백만톤 감축) 달성 및 2050년 탄소중립 목표 달성을 위해 필연적으로 수반되는 천연가스 내 수소 혼입에 따른 안전성확보 방안과 수소혼입에 따른 국민 불안감 해소 및 수용성 제고를 위한 대안을 제시하고, 해외 사례를 연구 하였다.

탄소중립은 온실가스(이산화탄소 등)의 배출량을 최대한 줄이고, 남은 온실가스를 흡수, 제거해서 실질적인 배출량이 “0”이 되는 것을 의미하고, 수소혼입은 도시가스의 주성분인 메탄 연소시 발생하는 CO₂를 최소화하기 위해 수소(H₂)를 도시가스에 일정비율 혼합하는 것을 말한다.

본 연구에서는 수소 혼입 시 우려되는 수소취성 및 배관내구성 문제와 수소 특성인 작은 입자로 인한 누출 위험성, 고층에서 메탄과 수소가 분리되는 현상 등에 따른 문제를 도출하고 이에 대한 안전관리 방안도 함께 제시하였다. 또한, 도시가스 배관에 수소 혼입시 천연가스 대체를 통한 온실가스 감축 및 기존 배관망 사용을 통한 경제성 분석결과와 국가 온실가스 감축에 어느 정도 기여할 수 있는지도 함께 기술하였다.

Keywords : 수소혼입, 탄소중립, NDC, 가스연소기, 수소, 메탄, 수소취성, CO₂

1. 서론

우리나라는 2030년 국가 온실가스 감축목표(NDC*, 291백만톤 감축) 달성 및 2050년 탄소중립을 목표로 설정하고 있다. 이에 따라, 도시가스배관 수소 혼입은 필요한 사업이며, 수소혼입에 따른 국민 불안감을 해소하고 수용성 제고를 위한 재난-안전 확보방안도 요구되고 있다.

*NDC : Nationally Determined Contribution, 기후변화 파리협정에 따라 당사국이 스스로 발표하는 국가 온실가스 감축목표 < ‘18년 727.6백만톤 → ‘30년 436.6백만톤 (▽40%)>

탄소중립은 온실가스(이산화탄소 등)의 배출량을 최대한 줄이고, 남은 온실가스를 흡수, 제거해서 실질적인 배출량이 “0”이 되는 것을 의미하고, 수소혼입은 도시가스의 주성분인 메탄(CH₄)에 연소시 CO₂가 발생되지 않는 수소(H₂)를 일정비율 혼합하는 것을 말한다. 그러나, 이 과정에서 수소의 특성을 고려한 도시가스 공급-사용시설 및 설비에 대한 안전성 확인이 필수이며, 국민 불안감 해소 및 수용성 제고가 필요하다. 이에 따라, 도시가스 공급 배관망에 최대 20Vol% 수소혼입을 위한 관망과 수요처의 안전성 검증 실증연구를 통해 안전기준을 제도화하고, 수소공급 확대 및 재난-안전 확보 방안을 마련하고자 한다.

2. 본론

수소 혼입 시 안전 확보를 위한 분야별 고려사항은 수소 취성에 따른 배관 내구성, 수명 등 문제와 수소 특성인 작은 입자로 인해 배관-플랜지 등 연결부 수소누출이 발생하고, 고층에서 메탄과 수소가 분리되는 현상이 발생하는 등 수소 혼입에 따른 안전 문제가 예상됨에 따라 다음과 같은 고려사항을 제시하였다.

* 정회원·명지대학교 재난안전학과 석박사과정 ksik@kgs.or.kr

** 종신회원·명지대학교 재난안전학과 교수 dongil@mju.ac.kr

구분	수소 특성	고려 사항
① 공급시설	수소 취성*	배관 내구성, 수명 등 문제 발생
	작은 입자	배관, 플랜지 등 연결부 수소 누출
② 사용시설	빠른 연소	가스렌지, 보일러 등 연소기 내 역화** 발생
	가벼움	고층에서 메탄과 수소가 분리되는 현상 발생
③ 가스설비	작은 입자	밸브류 내 비금속(고무, 수지류) 투과로 수소 누출
	가벼움	기존 도시가스 대비 유량 계측 차이 발생
	폭발 범위	방폭설계 및 검지기 작동 기준 재설정 필요

첫째, 가스배관은 주로 철강재로 이루어진 배관을 이용하고 있어, 수소 혼입시 배관 내부에서 수소취성이 발생할 수 있어 가스배관 모재부 표면 및 용접부에 대한 안전성을 검증하여야 한다. 둘째, 수소 혼입시 도시가스보다 열량이 낮아지므로, 열량에 따라 설계된 가스연소기에 영향이 없는지 검토를 해야 한다. 이는 열량 감소에 따라 연소기 노즐을 변경할 경우, 기존 사용시설 연소기의 노즐변경에 따른 제반비용(변경검사 등)이 많이 소요되기 때문이다. 셋째, 수소는 도시가스보다 분자량이 작기 때문에, 수소혼입시 기밀유지가 상대적으로 어려우며 누출 확률이 높아질 우려가 있어 정압기(플랜지/나사이음), 입상밸브, 계량기, 실내배관 등 나사접합이음부 등에서의 가스누출 검증을 실시하여야 한다. 넷째, 현행 관계 법령은 수소 혼입을 전제하지 않고 제정 운영 중이기 때문에 관련 법령의 개정과 함께 수소 혼입비율을 점차 증가시킬 여지가 있다면 해외 기밀시험 기준 사례 등을 참고하여 누출량에 대한 기준을 정립해야 한다.

도시가스 배관에 수소혼입시 천연가스 대체를 통한 온실가스 감축 및 기존 배관망 사용을 통한 경제성으로는 수소 20 vol% 혼입시, 연간 7.65백만톤 CO₂ 절감(NDC 2.63% 기여)하고, 기존 배관망을 그대로 이용하므로 추가 설비비용이 거의 없으며, 절감된 CO₂는 배출권 거래시 2,050억원 규모에 해당할 것으로 기대한다.

3. 결론 및 제언

탄소중립은 국내뿐만 아니라 전 세계가 준수해야 할 필수 조건이 되었고, 이는 단순히 환경 또는 건강상 이유를 떠나 국가수출입을 위한 경제적 가치 조건으로 까지 확대 되었다. 이에 따라 미국, 영국, 프랑스, 독일 등 대부분의 나라에서 천연가스에 수소를 혼입하는 실증 연구를 실시하고 있으며, 우리나라도 좀 늦었지만 준비를 거쳐 2023년부터 실증연구를 시작할 예정이다. 우리나라 실증연구의 본질은 국민의 안전에 있으며, 수소 혼입에 따른 각종 위해요소를 찾아 예방하는데 있다. 이런 때에 본 연구에서 제시하는 고려사항과 예방대안은 실증에서 좋은 참고자료로 활용될 수 있으리라 생각하며, 본 연구를 마무리하고자 한다.

참고문헌

- NREL 수소혼입보고서 (2021) 수소혼입 비율에 따른 안전성평가 보고서
- 도시가스배관 수소혼입 세계사례 조사연구 (2022) 한국가스안전공사 조사연구 보고서