

진공 밸브에서의 Helium permeation 현상

이규찬^{1,2}, 임인태¹, 홍승수¹, 오은순², 김진태^{1*}, 신용현¹

¹한국표준과학연구원 진공기술연구랩, ²충남대학교 물리학과

진공밸브의 주 사용목적 중의 하나인 밀폐기능에서 밸브 몸체(body)에서 생길 수 있는 리크(leak)와 개폐기능을 하는 부분(valve seal)에서 기밀성을 얼마만큼 유지하느냐는 매우 중요하다.

밸브의 형태와 개폐 방법은 회사별, 제품별로 많은 차이가 있으나 보편적으로 널리 사용하고 있는 90° Angle valve(NW40 2종류)와 Gate valve(6" 2종류)를 대상으로 실험하였는데 Gate valve는 50,000회까지 개폐를 반복하면서 리크에 어떤 영향을 미치는지 관찰하였고, Angle valve의 경우에는 헬륨가스의 압력을 일정하게 변화시키면서 그에 따른 리크의 변화를 측정하였다.

Helium Leak Detector를 사용하여 밸브 seal 부분에서 리크를 측정했는데, 초기에는 신호의 변화가 나타나지 않고 angle valve는 약 1 - 3분, gate valve는 약 5 - 10분 정도가 지나고서야 리크 신호의 변화를 볼 수 있었다. 밸브의 개폐사용 횟수 또는 Helium 가스의 압력을 증가시키면 따라 신호의 폭이 커졌고 gate valve의 경우 많이 사용할수록, 신호의 변화 시작시간이 짧아졌다. 이 현상은 실제 리크가 아닌 Helium 가스가 O-ring을 침투(permeation)해서 나타난 것임을 의미한다. 위 경우와 달리 50,000회 개폐한 gate valve의 경우 리크측정 직후부터 신호의 변화가 나타났고 이것은 O-ring에서 리크가 발생한 것에 기인한다.

Helium 리크측정에서 리크와 침투의 구별이 필요하고 산업체와 연구기관에서 리크평가와 밸브개발에 고려해야 할 내용이다. 그리고 이 결과는 국내 최초로 ISO 진공분과의 국제표준규격(Test procedure for vacuum valves)을 제정하는데 활용되고 있다. 이 ISO 규격에 제시한 Helium Leak Detector를 사용하여 밸브 몸체와 seal 부분에서의 리크 측정방법을 소개하였다.