

소형 ZrCo 및 DU 베드 수소흡탈장 시스템 설치 및 검사

구대서, 정동유, 이지성, 정홍석
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
 ndskoo@kaeri.re.kr

1. 서론

삼중수소는 중수로형 원전 방사성폐기물이며 한편으로는 핵융합반응의 소중한 연료물질이다. 핵융합반응에 사용되는 삼중수소 저장·공급용기는 흡탈장 기능이 필요하다[1]. 삼중수소 저장재는 ZrCo 합금금속 및 우라늄을 사용하여 삼중수소 흡탈장 성능실험을 수행하여 그 기초 특성연구가 진행 되었다[2-4].

본 연구는 소형 ZrCo 및 DU베드 수소흡탈장 특성을 비교하기 위하여 수소흡탈장 측정시스템을 설치하였다. 소형 ZrCo 및 DU베드 저장용기의 안전 및 품질보증을 위하여 내압검사 및 헬륨리크검사를 수행하고, 소형 ZrCo 및 DU베드 수소흡탈장 시스템의 기밀성을 확인하였다.

2. 본론

2.1 소형 베드 수소흡탈장 시스템 설치

Fig. 1은 소형 ZrCo 및 DU베드 수소흡탈장 시스템을 나타낸 것이다. 이 시스템은 각 베드를 선택하여 수소흡탈장 특성실험을 할 수 있도록 하였다. 각 소형베드는 1차용기와 그것을 보호하고 냉각용 헬륨을 공급하고 बे기하고 고진공화할 수 있는 2차용기로 구성된다. 각 위치의 온도정보를 제공하기 위하여 1차용기 내에 온도센서 2개 및 2차 용기에 온도센서 1개를 설치하였다. 1차용기 내 저장재의 수소 탈장을 위하여 1차용기 외벽에 케이블 히터2개(총용량 12kW)를 설치하였다. 수소탈장을 위하여 dry pump설치하고 소형 베드 진공시스템의 진공화를 위하여 로터리 및 TMP(turbo molecular pump)를 설치하였다.

2.2 소형베드 내압검사

Fig. 1은 소형 ZrCo 및 DU베드 수소흡탈장 시스템에 내압검사를 나타낸 것이다. 압력계이지 2개를 사용하여 한 개는 1차 용기베관에 설치하고 다른 한 개는 2차 용기베관에 설치하였다.

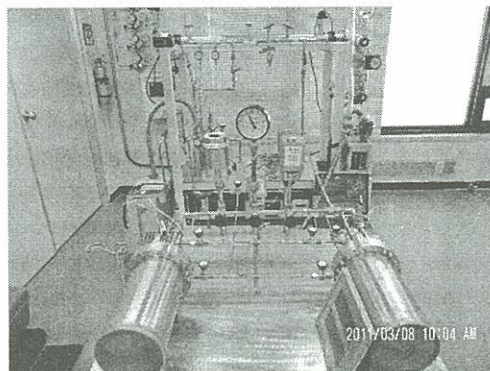


Fig. 1. A photograph of small ZrCo and Du beds

각 압력계이지에 알곤개스 4 bar를 채우고 먼저 소형 베드 1차 용기 베관 연결부, 소형베드 1차용기 베관 용접부(온도센서, 수소인렛 베관)에 대하여 버블검사(bubble test)를 수행하였다. 1차 압력계이지에 리크가 없음이 확인되면 같은 절차로 2차 용기 베관 연결부, 소형베드 2차용기 베관 용접부(온도센서, 수소아웃렛 베관)에 대하여 버블검사(bubble test)를 수행하여 압력계이지를 통하여 리크여부를 확인하였다.

소형 ZrCo 및 DU베드 수소흡탈장 시스템 1차 및 2차 베관에 알곤개스 4 bar 채위 1시간 동안 압력변화 없음을 확인하여, 소형 ZrCo 및 DU베드 수소흡탈장 시스템의 내압검사를 완료하였다.

2.3 소형베드 헬륨리크 검사

소형베드 헬륨리크검사는 헬륨리크 디텍터(Leybold, Inficon UL200)를 사용하여 다음의 검사절차로 수행하였다(그림2). 첫째 헬륨리크 디텍터를 수소탱크 및 노트북 PC에 연결하여 각각 전원을 공급한다. 둘째 헬륨리크 디텍터를 작동시키면 진공 및 turbo pump가 가동하여 측정모드로 진행한다. 셋째 측정모드에서 백그라운드(leak rate)값이 기준치($1.0 \times 10^{-9} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$) 이하까지 도달하도록 기다린다.

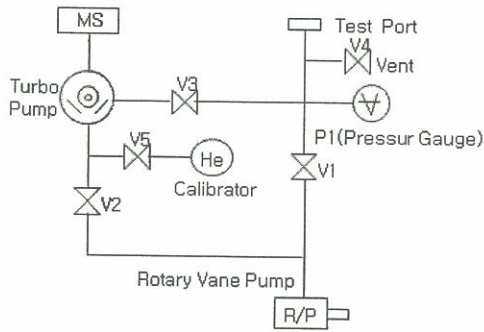


Fig. 2. A schematic diagram of helium leak detector

넷째 헬륨 리크율이 기준치에 도달하면 헬륨가스를 1차용기 배관연결부, 압력센서 연결부, 소형베드 CF 플랜지 연결부 및 소형베드 TC 용접부, 히터선 용접부, 수소개스 공급배관 용접부에 뿌려 헬륨리크 검사를 수행한다(그림3).

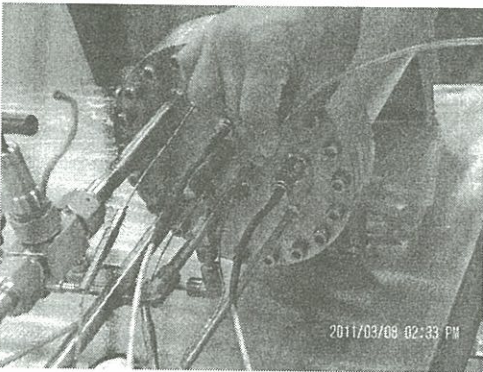


Fig. 3. Helium leak test of cable heater connector.

같은 절차로 2차용기 배관부, 압력센서 연결부 및 소형베드 TC 용접부, 수소개스 배기배관 용접부 검사를 수행한다.

그림 4는 소형 ZrCo 및 DU베드 수소흡탈장 시스템에 대한 헬륨리크검사 결과를 나타낸 것이다. 노랑색과 빨강색은 임의 지시치인 경고 및 불량선인데 측정치 녹색선은 경고 및 불량선 이하 헬륨리크율을 유지함으로써 삼중수소 저장공급용기 품질보증 기준치 $1.0 \times 10^{-9} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 요건을 잘 만족하였다.

3. 결론

소형 ZrCo 및 DU베드 소흡탈장 측정시스템을 설치하였다. 소형 ZrCo 및 DU베드 저장용기의

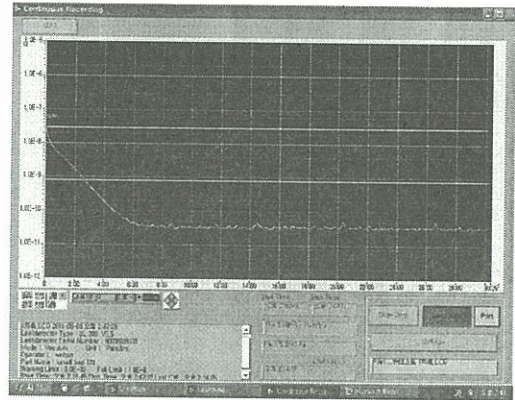


Fig. 4. Result of helium leak tests.

안전과 품질보증을 위하여 내압검사 및 헬륨리크 검사를 수행하였다. 삼중수소 저장공급용기 품질보증 기준치 $1.0 \times 10^{-9} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 요건을 잘 만족하였으며, 소형 ZrCo 및 DU베드 수소흡탈장 시스템의 기밀성을 확인하였다.

4. 감사의 글

본 논문은 교육과학기술부의 국제핵융합실험로(ITER) 공동개발사업 지원으로 작성되었음

5. 참고문헌

- [1] Hongsuk Chung et al., ITER Tritium SDS Design Verification, KAERI/RR-2879/2007 (2008).
- [2] Myunghwa Shim et al., "Experimental Study on the Delivery Rate and Recovery Rate of ZrCo Hydride for ITER Application", Fusion Science and Technology, Vol. 54, pp. 27-30, July 2008.
- [3] T. Tanabe et al., "Recovery of Hydrogen Isotopes Using a Uranium Bed," J. of the Less - Common Metals, Vol. 89, pp. 393-398 (1983).
- [4] W. T. Shmayda and P. Mayer, "Uranium Beds for Temporary Tritium Storage," J. of the Less - Common Metals, Vol. 104, pp. 239-250 (1984).