

원자력 고분자 재료의 열 노화 성능 평가
Thermal Aging Degradation Assessment of Domestic Nuclear Polymer Materials

권석환, 정영석, 김용수
한양대학교

배영수, 고성실
새한검증(주)

임남진, 주포국
한국원자력연구소

요약

원자력발전소에서 가장 우선 시 되어야 하는 것은 안전이므로 원전의 각 계통을 구성하고 있는 기기 건전성의 확보와 유지는 매우 중요하다. 특히, 장기 운전에 따른 노화가 심각해질수록 이러한 구성 기기의 건전성 확보 및 유지는 안전에 있어 결정적인 역할을 하게 되므로 구성 기기나 부품 건전성과 성능 유지 여부를 판단하는 기기 검증 기술은 원전의 안전성 및 신뢰성 확보에 필수적인 기술이며, 기기 국산화를 위해서도 필수적인 요소 기술이다. 이러한 기기 검증 기술의 자립을 위해서는 필요 시설의 구축과 함께 검증 기술의 뿌리라 할 수 있는 국산 기기 부품의 노화 성능 자료의 확보가 시급한 형편이다.

이 연구에서는 노화에 가장 민감한 것으로 알려진 국산 원자력 폴리머 재료 중 플라스틱은 PBT(Poly Butylene Terephthalate)를, 고무류는 EPR(Ethylene Propylene Rubber)와 SIR(Silicon Rubber)의 2 종류를 선정하여 열적 노화 시험 평가를 수행하고 그 노화 메커니즘에 대한 기초 연구를 수행하였다. 노화 시험은 가속 노화와 연신율 저하의 측정으로 나뉘어 진행되었다. 가속 노화의 경우 노화 온도는 재료의 기본 물성치와 해외 연구 경험을 참조하여 세 재료 모두 140℃, 155℃와 170℃로 설정하였고 노화 측정은 연신율이 50% 정도로 떨어질 때까지 수행되었다. 노화 평가는 해외의 연구 경향을 따라 인장 시험을 이용하여 60% 연신율 저하율을 측정함으로써 평가하였다. 현재까지 드러난 잠정 연구 결과, 국산 EPR의 경우 연신율이 60%까지 감소하는데 걸리는 시간이 140℃에서 1860.47h, 155℃에서 390.63h, 그리고 170℃에서 172.12h이었으며 연신율 60% 저하의 활성화에너지는 1.25eV로 나타났으며 국산 PBT의 경우 그 활성화에너지가 1.20eV, 국산 SIR은 0.94eV로 나타났다. 이들 결과를 해외 연구 결과와 비교할 때 국산 PBT의 경우를 제외하고 모두 외국 제품과 유사한 것으로 판명되었으며 PBT의 경우 상당한 차이가 있는 것으로 드러났는데 추가적인 실험과 연구를 통해 그 원인을 파악할 수 있을 것으로 기대된다.