

링 인장 시험에서의 마찰계수의 영향 분석

배봉국*(성균관대학교 대학원), 구재민(성균관대학교), 김형익(성균관대학교 대학원),
이영민(성균관대학교 대학원), 석창성(성균관대학교)

주제어 : 링 시험편 (ring specimen), 마찰계수 (friction coefficient), 피복관 (cladding), 변형율 비 (strain ratio), 하중비 (load ratio)

내압을 받는 압력관의 파괴는 원주방향의 응력이 주된 요인이므로, 압력관의 안전성을 평가를 위해서는 원주방향의 인장특성을 아는 것이 필요하다. 소형 압력관의 인장특성을 평가할 때, 정확한 원주방향의 인장특성을 알기 위해서는 관으로 가공된 후의 재료로 시험해야 하지만, 부피의 제약으로 인하여 원주방향으로의 표준 인장시험편을 제작하지 못하므로 가공하기 전의 재료의 물성치를 사용하고 있다. 이를 개선하고자 원주방향의 인장특성을 평가하기 위한 방법의 하나로 링 시험법(ring test)이 있다. 링 시험에는 관을 축방향에 수직으로 절단하여 링 형태로 제작한 링 시험편(ring specimen)이 사용된다. 링 시험편은 표준인장시험편과 달리 시험편과 핀이 곡면으로 접촉하고 있으므로 인장하중이 가해지면 시험편의 일부는 펼쳐지고 일부는 굽혀지면서 앞쪽이 J형태로 끌리는 특유의 링 인장곡선이 나타난다. 이와 같은 곡면부에서의 굽힘은 링 시험에 있어서 피할 수 없는 것으로써 적절한 보정이 필요하다. 기존의 연구들은 링 시험편의 형상이나 실린더의 형상을 변화시켜 정확한 응력-변형률 선도를 얻고자 하였으나 아직까지 명확한 링 시험법의 기준은 마련되어 있지 않은 상태이다. 최근의 링 연구에서 Arsene은 중앙조각을 도입하여 시험편 평행부에서의 굽힘을 최소화하고, 하중-변위 선도로부터 인장특성을 산출할 수 있는 변환선도를 제시한 바 있다. 하지만 이 경우 중앙조각과 시험편 사이에 마찰이 발생하며, 고온의 시험조건에서는 산화로 인한 마찰의 영향을 무시할 수 없으므로 마찰계수가 큰 경우에 대한 분석이 필요하다.

본 연구에서는 고온에서의 링 인장 시험을 위한 기초 연구로써 링 시험에서의 마찰계수의 영향을 분석하고자 하였다. 이를 위하여 핵연료 피복재인 지를로를 대상으로 링 인장 시험을 수행하여 적절한 보정을 거쳐 하중과 변위, 변형율을 구하고, 다양한 마찰조건에서 수치해석을 수행하여 이를 시험결과와 비교 분석함으로써 마찰조건에 따른 경향을 파악하였으며, 최종적으로 링 변환 관계를 산출하였다. 연구된 결과로부터 마찰이 큰 경우의 링 인장 시험에서 응력과 변형률 선도의 변환과 예측이 가능할 것이다.

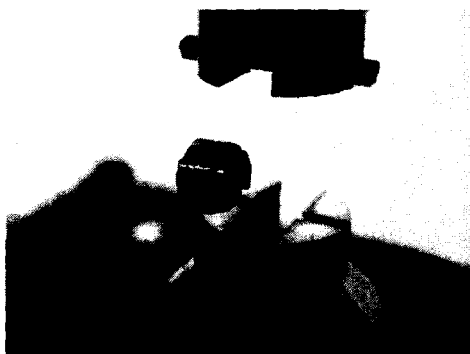


Fig. 1 Testing Assembly

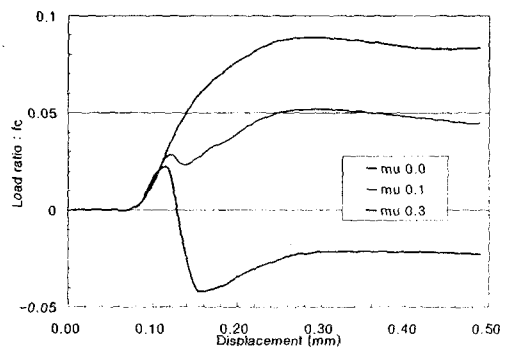


Fig. 2 Load ratio versus displacement