

B형 방사성폐기물 운반용기의 구조 안전성 시험

김동학, 서기석, 남경오, 이경호*, 조천형*, 백창열*

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

*원자력환경기술원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

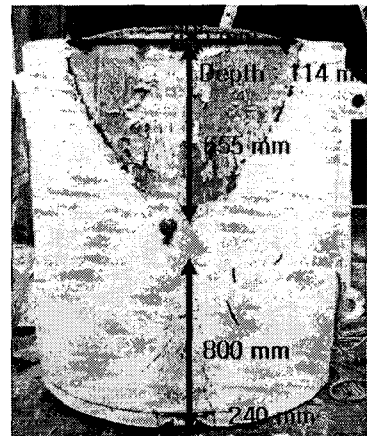
dhkim@kaeri.re.kr

저준위비방사능물질이나 표면오염물질로 분류되지 않는 방사능 한도량 A값 이상의 방사성물질 DOT-17H 드럼 1개를 원자력발전소의 폐기물 처리시설에서 중간저장고까지 운반하는 B형 방사성 폐기물 운반용기에 대한 가상사고조건의 9m 자유낙하시험 및 1m 파열시험과 같은 구조 안전성 시험을 수행하였다. 9 m 자유낙하시험 및 1 m 파열시험에서 해석에 대한 검증을 실시하기 위하여 14개의 가속도 및 8개의 변형률을 측정하였다.

9 m 자유낙하시험은 운반용기(Specimen)를 낙하시험시설의 Release 장치에 낙하방향에 적합하도록 고정하고 Release 장치를 Hoist에 매달아 9m 높이에서 평평하고 단단한 바닥 면에 자유낙하시킨다. 그림 1(a)와 같이 B형 방사성폐기물 운반용기에 대하여 바닥경사방향(15도 기울기)으로 9 m 자유낙하시험을 실시하였다. 바닥경사방향으로 9 m 자유낙하시험에 의하여 1차 충돌 이후에 회전하면서 2차 충돌이 발생되고 뒤집어졌다. 해석에 대한 검증을 위한 13개의 변형률과 7개의 가속도를 취득하였다. 1차 충돌에서 취득한 최대 가속도는 측면에서 발생된 146 g이며 2차 충돌에서는 130 g이다. 그림 1(b)는 시험 이후의 변형을 나타낸다. 직경이 114 mm 감소하고 높이가 79 mm 증가하였다. 충돌부위의 인접한 바닥의 용접부에서는 큰 변형에 따라서 찢어졌다. 완충용기의 볼트가 큰 변형이 발생하면서 뚜껑이 약간 벌어졌다. 완충용기 뚜껑과 동시에 완충용기 본체가 동시에 변형되어서 크게 입구가 벌어지지 않았다. 그림 2는 낙하시험에서 취득한 3개의 가속도와 4개의 변형률에 대한 결과를 대표적으로 보여준다. A1에서 A3까지의 가속도는 운반용기의 측면에서 낙하경사각도와 동일한 15도의 기울기로 기울어진 방향으로의 가속도이다. A1은 바닥쪽에서의 가속도를 나타내며 A3이 뚜껑쪽에서의 가속도이다. 바닥쪽(A1)에서는 1차로 충격되는 초기에 큰 값을 보이며 2차로 뚜껑쪽(A3)에서 큰 값을 보인다. 최대 가속도는 약 150 g이다. 변형률은 모든 위치에서의 값이 각각 다른 값을 보이며 경향도 매우 다르다. 특히 낙하충돌면에 대하여 대칭인 좌우면의 동일한 위치에서의 변형률이 다른 값을 보인다.



(a) 낙하시험 방법



(b) 시험 이후의 변형

그림 1. B형 방사성폐기물 운반용기 9m 경사방향 자유낙하시험

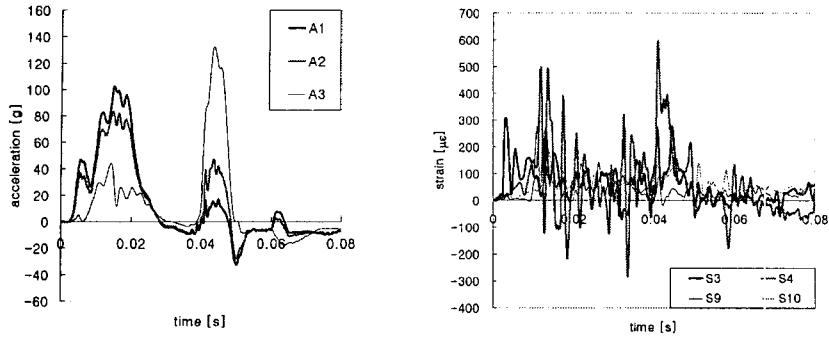
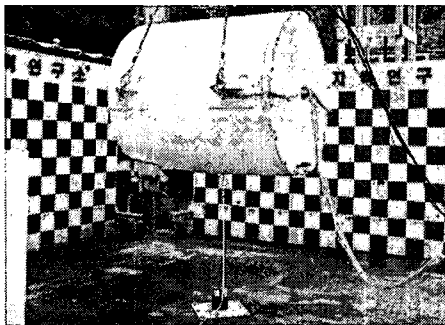
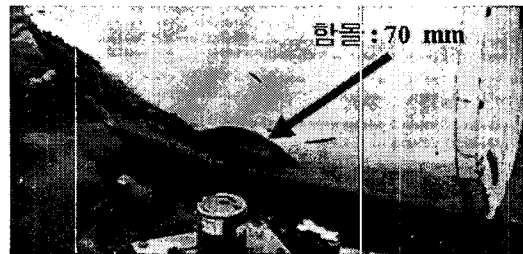


그림 2. B형 방사성폐기물 운반용기의 9 m 자유낙하시험에서 취득한 가속도 및 변형률

1 m 파열시험은 직경이 (15.0±0.5)센티미터이고 길이가 20센티미터인 연강봉이고 봉의 상단부가 평탄하고 가장자리는 반경 6밀리미터 이하로 둥근 봉을 시험바닥면 위에 수직으로 견고하게 고정시켜 놓고, 운반용기를 1m 높이에서 봉 위에 낙하시킨다. 그림 3(a)와 같이 B형 방사성폐기물 운반용기에 대하여 측면방향으로 1 m 파열시험을 실시하였다. 측면방향으로의 1 m 파열시험에 의하여 운반용기의 완충용기가 함몰되면서 파열 봉 위에 잠시 멈추었다가 쓰러졌다. 4개의 가속도와 12개의 변형률을 취득하였다. 그림 3(b)는 1 m 파열시험에 의한 완충용기의 변형으로 완충용기 두께의 약 1/3인 70 mm의 함몰이 발생되었다. 파열시험에 따른 다른 변형은 없었으며 완충용기를 분해하여 차폐용기에 대한 변형 및 차폐두께의 변화는 없었다. 그림 4는 1m 파열시험에서 취득한 가속도와 변형률을 나타낸다. 최대 가속도는 본체에서 발생된 32 g이다. 그 이외에 뚜껑에서의 최대 가속도는 크기가 비슷한 23 g이다. 변형률의 경우 파열초기에만 발생하며 그 이외에는 작은 값을 보인다. 그림에는 나타내지 않았지만 최대 변형률은 중심부위에서 발생된 100 με이다.



(a) 파열시험 방법



(b) 시험 이후의 변형

그림 3. B형 방사성폐기물 운반용기 1m 측면방향 파열시험

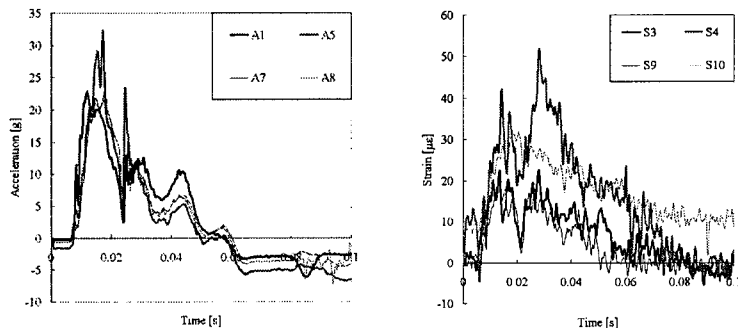


그림 4. B형 방사성폐기물 운반용기의 1 m 파열시험에서 취득한 가속도 및 변형률