

중저준위 방사성폐기물 소내용 운반용기 설계개념

이경호, 윤정현, 조천형, 정성환, 김성환, 이홍영

한국수력원자력(주), 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

방사성물질의 운반에 관한 요건은 IAEA의 Safety Standard(ST-1)과 국내 과학기술부 고시(2001-23호)에 규정되어 있다. IAEA는 1985년도에 중저준위 방사성물질과 같이 방사선 준위가 낮으면서 대량으로 발생하는 운반물을 IP형으로 분류하는 규정을 제정하였다. 국내 과기부 고시 2001-23호인 '방사성물질 등의 포장 및 운반에 관한 규정'에서 IP형 운반물의 개념을 도입하였다.

현재 원전 사업소 내에서의 방사성폐기물 운반은 표면 방사선량률이 낮은 경우에는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 폐기물용기를 원바디 형식의 컨테이너에 직접 적재하여 운반하고 있다. 준위가 높은 드럼은 별도의 차폐용기와 원바디 형식의 컨테이너에 적재하여 운반하고 있다. 최근 원전수거물 부지확보사업이 진행되면서 방사성폐기물 운반의 안전성에 대해 일반국민들의 관심이 증가하고 있다. 따라서 한수원(주)에서는 운반법규에서 요구하는 법적 규제요건을 충분히 만족시킬 뿐만 아니라 보다 운반의 안전성이 보다 증가된 방사성폐기물 운반용기를 개발하고자 한다.

운반용기는 운반법규에서 규정하는 시험요건 뿐만 아니라, 취급의 용이성, 폐기물 처리시설 내부에 있는 기존설비와의 간섭현상, 지게차 및 크레인과 같은 취급장비의 설계사양을 고려하여야 한다. 또한 운반시스템의 경제성을 감안하여 현재 운영중인 방사성폐기물 취급장비를 최대한 이용하고자 하며, 기존의 원바디 형식의 차량에 운반용기 적재가 가능하도록 중량과 크기제한을 고려하여 운반용기를 설계하였다.

운반용기를 설계하기 위해 적재할 폐기물 드럼의 표면선량률 준위에 따라 운반용기를 분류하였다. 현재 방사선안전규칙에서는 운반수단에서 2m 떨어진 위치에서 운반물의 이격선량률이 0.1mSv/hr 이하를 유지하도록 규정하고 있다. 이 요건을 만족시키기 위해 방사선 차폐해석을 통해 운반물을 표면선량률에 따라 IP-1, IP-2, A, B형으로 분류하였다. 또한 중량 제한치를 고려하기 위해 개별드럼의 무게는 400kg으로 하였으며, 운반물의 최대무게는 10톤 미만으로 하였다. 이는 현재 각 원전에서 가용할 수 있는 지게차의 최대용량을 고려한 것이다. 또한 법규에서 요구하는 이격선량률을 만족시키고 중량제한을 고려하여 차폐체 재질과 두께를 결정하였다. 저선량률 드럼을 운반하는 IP-1형 운반용기는 차폐가 필요하지 않기 때문에 ISO 20ft full height 컨테이너를 사용하고자 한다. IP-2형 운반용기는 경차폐가 필요한 드럼을 대상으로 설계하였다. 운반용기에 대한 대표적인 개념도는 IP-2형에 대해 Fig. 2에 나타내었다. A형 운반용기는 운반법규에서 저준위비방사능(Low Specific Activity)물질 및 표면오염물체(Surface Contaminated Object)로 분류될 수 없는 방사능량이 A₂값 이내인 방사성물질을 운반하도록 설계하였다. 또한 표면선량률이 최대 680mrem/hr인 드럼을 적재하도록 하였다. B형 운반용기는 방사능량이 A₂값을 초과하면서 저준위비방사능물질 및 표면오염물체로 분류되지 않는 방사성폐기물을 대상으로 하였다. 주로 표면선량률이 높은 페필터를 운반대상물로 하였으며, 최대 5,000mrem/hr까지의 표면선량률을 갖는 폐기물용기를 적재하도록 설계하였다. 각 운반용기별 운반대상 폐기물과 차폐체 두께, 취급방법 등을 Table 1에 요약하였다.

Table 1. Summary on the design concept of transport packaging for on-site transport

운반용기 종류	적재대상 폐기물	운반드럼 개수	차폐 재질 및 두께	드럼 적재방법	비 고
IP-1형	선량률 20mrem/hr 이하인 LSA 및 SCO로 분류되는 방 사성폐기물	24개 (3×8배열)	차폐체 없음	지게차	후면개폐
IP-2-a형	선량률 20 - 200mrem/hr인 LSA 및 SCO로 분류되는 방 사성폐기물	8개 (2×4배열)	탄소강 35mm	크레인	상부개폐
IP-2-b형	선량률 200 - 2000mrem/hr 인 LSA 및 SCO로 분류되는 방사성폐기물	4개 (2×2배열)	탄소강 80mm	크레인	상부개폐
A형	LSA 및 SCO로 분류되지 않 는 방사능 한도량 A ₂ 값 이내 의 방사성폐기물	4개 (2×2배열)	탄소강 50mm	크레인	상부개폐
B형	LSA 및 SCO로 분류되지 않 는 방사능 한도량 A ₂ 값 이상 의 방사성폐기물	1개	탄소강 80mm	크레인	상부개폐

운반용기의 취급방법으로는 드럼을 IP-2, A, B형 운반용기에 적재할 경우에는 지게차로 빈 운반용기를 폐기물처리시설로 이송한 후, 크레인으로 개별 드럼을 운반용기에 적재하도록 하였다. 드럼을 적재한 운반용기는 지게차로 원바디 차량에 적재되도록 고려하였다. IP-1형 운반용기의 경우 운반용기를 외부차량에 적재한 후, 전동지게차를 이용하여 컨테이너 후면을 통해 개별드럼을 운반용기 내부에 적재하도록 하였다.

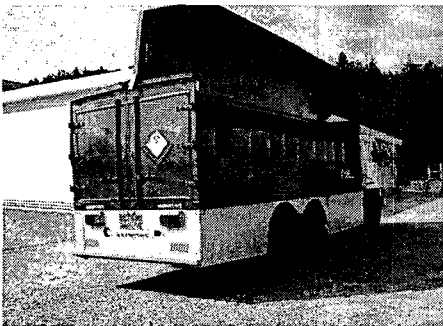


Fig. 1 Transport Conveyance for low and intermediate level radioactive waste

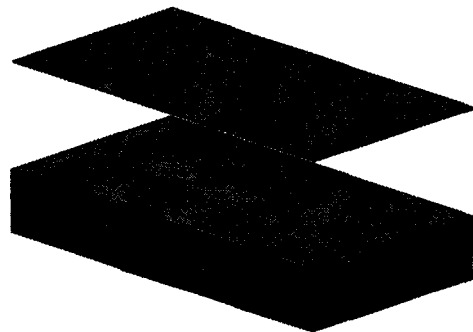


Fig. 2 Conceptual Design of Transport Packaging for type IP-2-a

향후 개념설계된 운반용기를 기준으로 시험모델을 제작할 예정이며, 시험모델의 안전성시험과 구조·열해석 결과의 비교를 통해 운반용기의 건전성을 입증하고자 한다.