

KAERI Site의 핵물질 계량관리체제 분석

이병두*, 이성호, 김현조, 김현숙, 김인철, 정주양

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

*bdlee@kaeri.re.kr

1. 서론

한국원자력연구원은 IAEA 안전조치 대상시설로 12개의 원자력시설이 신고되었으며, 이들 안전조치 대상시설들은 시설의 종류 및 형태에 따라 핵물질 계량관리 특성을 고려하여 품목계수시설(Item Counting Facility)와 중량취급시설(Bulk Handling Facility)로 구분한다.

KAERI는 다양한 원자력시설들이 효율적이고 효과적으로 한-IAEA 안전조치협정 및 추가의정서, 양국간 원자력협력협정과 같은 국제 협약과 국내 원자력안전법에 명시된 안전조치 의무사항을 준수하기 위하여 안전조치 이행체제를 Fig. 1과 같이 구축, 운영하고 있다. 원자력 통제관리부서는 원자력 시설의 종류와 계량관리 특성이 다른 KAERI의 12개 원자력시설에 대한 안전조치 업무를 총괄 지원하고 있으며, 각 원자력시설들은 해당 시설의 핵물질 계량관리책임자 및 담당자를 지정하여 시설의 핵물질 계량관리업무 이행은 물론 국내외 안전조치 의무사항을 이행하도록 하고 있다.

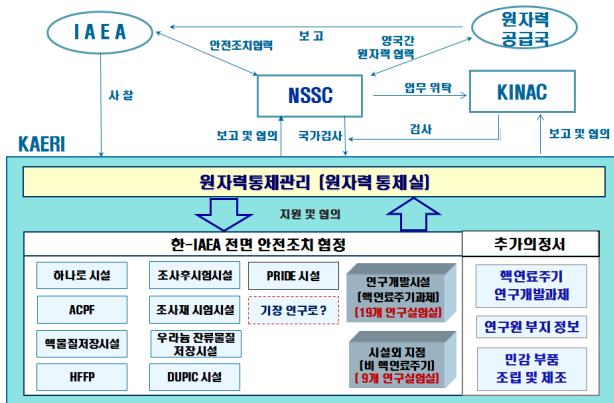


Fig. 1. Safeguards Implementation System at KAERI.

원자력시설이 준수하여야 하는 안전조치 의무사항 중에서 가장 기본적인 사항이 핵물질 계량관리 및 안전조치 정보에 대한 보고 의무사항이다. 이를 위하여 KAERI는 Fig. 2와 같이 안전조치정보처리시스템 (KASIS : KAeri Safeguards Information treatment System)을 개발하여 운영중에 있다. KASIS의 기능 중에서 가장 중요한 것은 준수시간 핵물질 계량관리 기능이다. 과거에는 원자력시설에서 핵물질 재고변동이 발생할 때, 계량관리책임자는 하드카피로 재고변동사항을 작성하여 원자력통

제관리부서에 제공하면 통제관리부서에서 해당 재고변동자료를 전산시스템에 입력하여 왔다. 그러나, 2008년 통합안전조치가 시행된 이후 IAEA의 무작위중간사찰(RII: Random Interim Inspection)에 대처하기 위하여 각 원자력시설의 계량관리 책임자는 핵물질 재고변동이 발생되면 당일 재고변동 기록을 KASIS에 입력하도록 하고 있다.

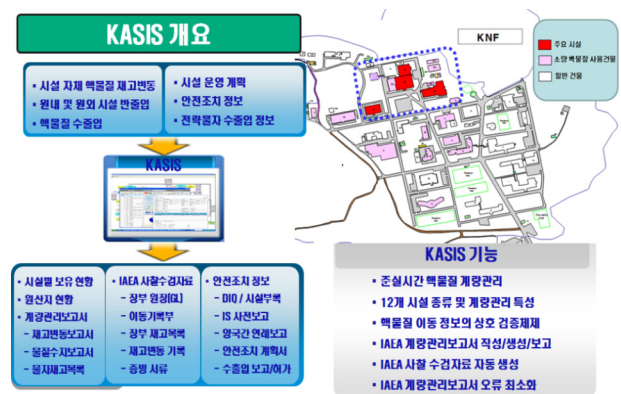


Fig. 2. KAERI Safeguards Information treatment System (KASIS).

품목계수시설과 중량취급시설은 각기 다른 계량관리 방법 및 절차를 적용하기 때문에 IAEA로 보고하는 계량관리보고 방법 및 내용도 다르다. 본 논문에서는 이들 시설의 계량관리 차이점, KAERI 시설의 계량관리 현황 및 개선방안을 고찰하였다.

2. 본론

2.1 품목계수와 중량취급 시설의 계량관리

품목계수시설은 모든 핵물질이 품목 형태로 유지되고 원자력시설에서 저장·사용되는 동안 품목 고유의 형태가 변하지 않고 그대로 남아있는 발전소와 같은 원자로 시설이다. 중량취급시설은 핵물질을 중량 형태로 가공, 처리하거나 사용하는 시설로서 변환·농축시설, 핵연료 가공시설 및 사용후핵연료 재처리시설 등이다.

중량취급시설은 중량 핵물질의 처리 또는 저장하는 공정구역과 핵연료 품목 및 집합체를 관리하는 구역으로 구분하여 각기 다른 계량관리 절차를 적용한다. Batch는 주요측정지점에서 계량 목적을 위한 단위로서 취급되는 핵물질의 일부로서 핵물질 조성과 양은 그 측정지점에서 단일의 명세 또

는 측정에 의해 정의된다. 중량취급시설의 핵물질은 UF₆, 실린더, UO₂파우더 드럼, 핵연료봉 및 연료 집합체와 같이 중량 형태나 개별 품목으로 구성될 수 있다. 품목계수 시설에서 품목은 하나의 Batch로 정의되고, Batch로 지정된 품목은 재고변동이 발생되어도 그 이름을 계속 유지하여야 한다. 그러나, 중량취급시설의 공정 구역에 있는 핵물질은 핵물질의 물리·화학적 특성 및 품목 수가 수시로 변하기 때문에 핵물질을 Batch로 지정하여 추적관리하는 것이 불가능하므로 평상시 공정구역에 있는 핵물질은 핵물질 종류별 총량만 관리하며, IAEA도 RII시에 총량만 검증하고 있다.

2.2 KAERI 중량취급시설의 계량관리 분석

일반적인 중량취급시설은 공정에 있는 핵물질을 총량으로 계량자료를 관리하기 때문에 공정 내에서 물리·화학적 변화 및 품목수 변경 등에 대한 재고변동은 IAEA로 보고하지 않으며, 공정내 핵물질이 다른 시설로 반출될 경우에 임의의 Batch name을 생성하여 이동하고, 공정내 핵물질 총량은 이동된 핵물질 양을 감소하여 관리한다.

일반적인 중량취급시설의 계량관리와는 달리, KAERI 시설들은 품목계수 및 중량취급시설과 무관하게 KASIS를 이용하여 핵물질 계량관리 자료의 기록, 보고 및 재고목록 관리를 수행하고 있다. KASIS는 KAERI 전 시설의 계량관리를 총괄하고, IAEA 사찰 수검 및 대외적 안전조치 정보들을 관리하는 전산시스템이므로 중량취급시설의 계량관리 특성과 가공/연구 공정에서 수시로 변화되는 핵물질 계량자료 등 공정구역별로 각기 다른 계량관리 방법 및 절차를 반영하는 기능이 없다. 그러나, KAERI의 중량취급시설은 KASIS를 이용하여 공정내 핵물질에 대한 재고목록 및 계량관리를 유지하고 있다. 이를 위하여 공정내 핵물질 재고변동이 발생되면, RM/RP와 같은 rebatching procedure를 이용하여 Batch name 분리/합체, 핵물질의 물리·화학적 변화 및 품목 수 등에 대한 batch 정보를 변경하고 있으며, 공정내 핵물질이 다른 시설로 이동될 경우에는 Batch follow-up을 준수하고 있다. 그렇다고 수시로 재고변동이 발생이 되는 가공 공정에서 모든 재고변동에 대해 RM/RP를 적용하여 재고관리하는 것은 불가능하므로 해당 batch의 주요 변경에 대해서만 적용하고 있다.

중량취급시설에서는 왜 IAEA로 재고변동을 보고하지 않아도 되는 불필요한 재고변동 기록들을 rebatching procedure를 적용하여 IAEA로 보고하고, 핵물질 이동시 꼭 batch follow up을 적용하여야 하나? 이것은 해당 시설의 계량관리 특성을 반영하여 계량기록을 기록, 관리하고 재고목록을 유지하는 자체적인 계량관리시스템이 없기 때문에 어쩔수 없이 불편하고 불필요하지만 KASIS를 이용하여 재고관리를 하기 때문이다.

IAEA는 2011년5월 KAERI의 중량취급시설에 대한 batch follow-up 적용여부에 대하여 공식 입장을 표명하였다. 파이로 관련시설인 ACPF, DUPIC 시설 및 PRIDE 시설들은 시설의 민감성 및 계량관리 특수성을 고려하여 full batch follow up을 적용하고, 그 이외의 시설들은 batch follow up을 적용할 필요가 없음을 명시하였다. 그러나, 파이로 관련 시설 이외의 중량취급시설들이 자체 계량관리시스템을 구축하지 못하고 KASIS를 계속 사용함에 따라 아직 batch follow up과 RM/RP를 이용한 재고변동 및 재고관리를 하고 있는 실정으므로 향후 시설 계량관리 특성을 고려한 새로운 계량관리시스템이 필요하다.

2.3 중량취급 시설의 계량관리 고려사항

계량관리 효율성을 제고하기 위해서는 시설별 계량관리 특성을 반영한 자체 계량관리시스템 개발이 필요하다. 자체 계량관리시스템 개발시 고려되어야 할 사항들은 1) 시설내 공정구역과 품목계수 구역을 구분하여 시설 특성에 맞는 계량관리방안 수립, 2) 자체 계량관리시스템과 KASIS간의 연계 체계 구축을 위한 계량자료 처리기능 설정, 3) 중량취급시설의 설계정보서 및 시설부록에서 batch follow up 설정 변경 등을 검토하여야 한다.

3. 결론

KAERI의 중량취급시설은 공정구역에서 품목계수 시설과 같이 RM/RP 및 batch follow up을 이용하여 재고변동 및 재고관리를 하고 있다. 이는 중량취급시설이 KASIS를 이용하여 모든 계량관리 자료를 처리 및 재고목록을 관리하기 때문에 발생한 사안으로 계량관리 효율성을 감소시키는 불필요한 처리과정이다.

이를 해결하기 위하여 시설 계량관리 특성에 맞는 자체 계량관리시스템을 구축이 요구되며, 새로운 계량관리시스템은 시설 자체 계량관리 요소는 물론 KASIS와의 연계성, DIQ 및 FA의 수정 보완 등을 고려하여 개발되어야 한다.

4. 참고문헌

- [1] IAEA, Nuclear Material Accounting Handbook - 2008.
- [2] 이병두, "The Status of Development on a Web-based Nuclear material Accounting System at KAERI", KNS, 2014.