

한-IAEA 경수로 협력강화 방안 : 2003년도 이행 결과

Korea-IAEA Enhanced Cooperation on Safeguards Implementation at LWRs : Results of 2003

안승호, 박완수, 정상태, 박승식, 나원우

한국원자력연구소

대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

우리나라 국가체제의 신뢰성이 제고되면서 IAEA 및 원자력선진국과의 협력이 활발하여지고 있다. 특히 '99년부터 추진을 시작하여 2001.10.17 양해각서에 서명, 2002년부터 국내 전 경수로에 적용되고 있는 경수로에 대한 한-IAEA 협력강화 방안은 IAEA와 단일국가와는 처음으로 New Partnership Approach를 추진하는 것으로 국제적으로 우리나라의 원자력 투명성 및 신뢰성을 제고시키고, 국내적으로는 IAEA의 사찰량 감소를 통하여 시설 운영자의 편의를 도모하며, 국가검사 측면에서도 효율적, 효과적 안전조치 이행에 기여하고 있다. 2003년 중 국내 15호기의 경수로에 대한 계량관리 검사 횟수는 97회였으며, 이중 물자재고검사와 같이 IAEA에서 필수적으로 참여하여야 하는 검사 횟수는 57회, 경수로협력강화 방안에 따라 무작위 참여 대상인 검사 횟수는 57회였다. 무작위 참여 대상 검사 중 IAEA는 17회 만을 참여하였으며, 나머지 40회의 검사는 우리나라 단독으로 검사를 수행하고 결과보고서를 IAEA에 송부하였다. 경수로 호기당 국가검사 평균 횟수는 2001년에 9.2회, 2002년에는 7.4회, 2003년에는 6.5회 실시하였다. IAEA의 사찰횟수는 2001년에 9.2회, 경수로 협력강화가 본격적으로 시작된 2002년에 5.2회 2003년에는 3.8회로 경수로 협력강화 실시 후 사찰량이 줄고 있음을 알 수 있다. 향후 우리나라 시설에 대한 보다 효율적이고 효과적인 안전조치 이행을 위하여는 경수로에 대한 협력강화 방안을 확대하여 핵연료 가공시설, 중수로, 연구시설 등 타 시설 형태에 대한 IAEA와의 협력강화를 지속적으로 추진하여야 할 것이다.

Abstract

According to Korean Atomic Energy Act, national inspection is being performed independently at the same time as the IAEA inspection. As national inspection system

settled down, both Korea and the IAEA were looking for possible ways of cooperation for more efficient and effective safeguards implementation. As a first step, enhanced cooperation on LWRs, based on remote monitoring technology and state's system utilization, was introduced and an MOU for implementation was signed between Korea and IAEA on October 17, 2001. From January 2002, this new scheme is being implemented at all LWRs in Korea. This new scheme is considered as a new type of NPA (New Partnership Approach) being applied to a single state. A basic element of this approach is the sharing of inspection activities between the Korea and IAEA while both parties maintain independent conclusion capabilities. In 2003, 97 times of inspections were performed for 15 LWRs. Among those, IAEA inspector should participate the FFVs, PIVs, post-PIVs and follow-up inspections, which was 40 times in 2003. Other 57 times of inspections were subjected to random selection (unannounced inspection) by the IAEA. IAEA inspectors participated 17 times only. National inspectors carried out inspections by themselves for other 40 times, then sent inspection reports to the IAEA. The average inspection numbers at LWRs was 6.5 times for national safeguards inspection and 3.8 times for IAEA. In 2002, where LWR Enhanced Cooperation was applies for the first time, those number were 7.4 for ROK and 5.2 for IAEA. In 2001 those numvers were 9.2 for both ROK and IAEA. Following the successful implementation of LWR case, from now on Korea-IAEA enhanced cooperation should be consider in CANDU reactors, fuel fabrication plants, research facilities and so forth to expect such a benefit.

1. 서 론

우리나라는 1995.1.5 개정, 공포된 개정 원자력법과 1996.7.23 공포·시행된 과학기술부장관 고시에 따라 IAEA 사찰과는 별도로 우리나라 정부가 주도하는 자체적인 국가 계량관리 검사가 1997년 시범적으로 실시되었으며, 현재 국내 전 안전조치 대상시설에 대하여 실시하고 있다. 우리나라의 국가 계량관리 검사가 정착되고, IAEA에의 지원이 지속됨에 따라 상호 간에 장비공유를 포함한 협력의 공식화 필요성을 인식하게 되었다. 특히 IAEA는 안전조치 강화방안의 적용에 따른 예산 및 인력의 부족과 국가 및 지역체제와의 협력 경험 누적 등에 따라 단일 국가에 대한 협력을 확대하려 하고 있다.

이러한 배경 하에 1999.11월에 개최된 제8차 한·IAEA 안전조치 검토회의에서 한국과 IAEA는 우선 경수로에 대한 협력 강화 방안을 강구하기 위한 Working Group을 구성키

로 합의하였으며, 동 Working Group에서는 여러 방안을 검토한 결과 경수로에 원격감시를 추진하는 방안이 가장 적합함을 권고하였다. 이에 따라 한국과 IAEA는 동 권고안의 추진에 합의하고 2000.8월부터 이의 실질적 이행 방안을 추진하기 시작하였다. 약 2년 간에 걸친 노력 끝에 한국과 IAEA는 2001.10월 개최된 제10차 한·IAEA 안전조치 검토회의에서 ‘경수로 안전조치 이행을 위한 한-IAEA 간 협력강화를 위한 양해각서’에 서명하였으며, 2001년 말까지 세부 절차를 협의한 후 2002년부터 국내 전 경수로에 대하여 동 협력강화에 따른 검사를 수행하기 시작하였다.

2003년 중에는 신규 원전인 울진6호기를 포함한 15개 경수로에 대하여 총 97회의 계량관리 검사가 수행되었다. 이 중 반입 신연료 검사(Fresh Fuel Verification), 물자재고검사(Physical Inventory Verification) 및 수시검사(post-PIV), 후속조치 검사(follow-up inspection) 등에 대하여는 양해각서에서 합의한 바와 같이 IAEA 사찰관이 반드시 참여하여 국가검사관/원과 공동으로 활동을 수행하며, 이외의 정기검사(interim inspection) 및 기타 수시검사(pre-PIV 및 봉인 활동과 관련한 검사 등)에 대하여는 IAEA에서 무작위로 선택하여 사전통보 없이 검사 당일 IAEA 사찰관이 참여한다.

2. 경수로 협력강화 양해각서 내용

2001.10.17 체결된 경수로 협력강화에 관한 양해각서(MOU : Memorandum of Understanding (MOU) Between the International Atomic Energy Agency and the Ministry of Science and Technology of the Republic of Korea for an Enhanced Cooperation on Safeguards Implementation at Light Water Reactors in the ROK)와 부록(Annex : Enhanced Co-operation Arrangements between the IAEA and the ROK SSAC on the Implementation of Safeguards at LWRs in the ROK)의 주요 내용은 다음과 같다.

가. 양해각서 주요 내용

양해각서의 내용은 안전조치 협정상의 주요 원칙을 재확인하고 양해각서 및 부록의 효력 발생, 수정 절차 등의 행정적인 내용으로 이루어져 있다.

- 안전조치 협정 상의 주요 원칙

. 제7조 : SSAC 설립 유지

. 제31조 : ROK SSAC를 충분히 활용하고 불필요한 중복 회피

- 주요 경과 설명

. 2000. 9월 : 경수로 안전조치 협력강화 모의검사 실시 (2000.9.26 영광3호기/

2000.9.28 고리2호기/ 2000.10.4 울진1호기)

- . 2001. 2월 : 월간운영자료 전자우편 송부 시작 (PGP program)
- 효력 발생 및 수정
 - . 2002. 1월: 전 경수로에 대해 안전조치 협력강화 방안 적용
 - . 협력강화 방안 적용에 대한 주기적인 검토 회의 : 최소한 년 1회 (한-IAEA 안전조치 검토 회의)
 - . MOU 개정 관련 : MOU 개정 시 재서명 없이 상호 편지교환(exchanges of letters) 만으로 효력 발생

나. 양해각서 부록 주요 내용

양해각서 부록의 내용은 경수로 협력강화 방안의 이행에 필요한 세부사항을 규정하고 있다.

(1) 기본개념

- 독자적인 안전조치 결론을 내릴 수 있어야 함.
- 핵물질 이송통로에 연속적인 감시와 봉인 설치.
- 모든 C/S 자료는 SSAC에 설치된 허브를 통해 암호화된 형태로 IAEA에 전송
- 계량 및 운영기록을 매달 SSAC가 암호화된 형태로 IAEA에 전송
- SSAC는 계획된 모든 경수로 검사에 참여
- 설계정보검사 활동과 이를 위한 시설접근이 모든 사찰관에게 허용

(2) 검사빈도

- 검사 종류 및 횟수
 - . 년 1회의 물자재고검사(PIV)
 - . Pre- 와 Post-PIV, 적시탐지 목적을 위해 년 4회까지 정기검사
 - . 사용후연료의 반입과 반출 검증을 위해 필요한 검사
 - . 저농축우라늄 구역안전조치(LEU Zone Approach)와 관련된 검사
 - 국내의 모든 신연료에 대해 추적할 수 있는 정보를 제공해주는 것을 전제로 검증이 중복되지 않도록 하기로 합의.
 - LEU Fresh Fuel Tracking System을 운영하여 국내에서 생산되는 모든 저농축 우라늄의 신연료 정보를 관리하고 검증 여부를 추적, 각 발전소로 수송된 신연료 정보를 확인하고 핵연료 가공공장 검사에서 100% 검증됐는지 여부를 확인하여 통보. 핵연료 가공공장에서 검증된 신연료에 대하여는 경수로에서 반입시 재검증을 실시하지 않음.

- 핵연료 가공공장 물자재고 검사시 경수로에 있는 신연료에 대하여 차용이 없음을 확인하기 위한 동시검사(simultaneous-FFV) 실시
- . 필요 시, 추가활동을 위한 검사
- 상기 검사 중 IAEA는 PIV, Post-PIV, 사용후연료 반입/반출과 관련된 검사, 저농축우라늄 구역안전조치와 관련된 검사와 추가활동을 위한 검사는 항상 참여. 기타 검사는 무작위로 선택하여 참여.

(3) 검사활동

- 물자재고검사(PIV)
 - . 계량 및 운전기록 검토
 - . 신연료 검증
 - . 노심연료 검증 : C/S 평가 수행, 일련번호 확인
 - . 사용후연료 검증 : CG에 봉인 설치 후 RM-H, Container 검증
- 신연료 반입 검증 : I, RM-H + A
- 사용후연료 반출 검증
 - . 반입 및 반출시설에서 I + RM-H
 - . 필요 시 추가적인 검증(사찰관 입회 등)
- 동시검사 : 원전연료(주) 물자재고검사 시 모든 경수로의 신연료에 대한 동시검사 수행
- 설계정보 검증
 - . 최소한 년 1회 및 DIQ 변경 시 수행
- 정기검사 : 국가계량관리검사
 - . 계량 및 운전기록
 - . 사용후연료조의 수량 확인
 - . C/S 기록에 대한 독자적인 평가 수행
 - . 국가 봉인 및 IAEA 봉인 관련 활동
- 시설 준비 자료
 - . 핵물질 재고 장부 (General Ledger) : Inventory Record, Inventory Change Record
 - . Location Map
 - . 열출력 기록 (Power Histogram), 감시관련기록 (Operator's Declaration for Surveillance), VACOSS 봉인 관련 시설 활동 내역 (VACOSS seal activity), 시설 운영 관련 계획 (사전 정보 제공)

(4) 검사 일정 및 결과 통보

- 검사 일정 : IAEA에 의해 계획
 - . SSAC에 의해 정보 제공
 - . 제공 정보 : 신연료 반입 일정, 원자로 정지, PIT 일정, 원자로 재가동 예정일, 핵물질 반출 일정, 공식적인 공휴일
 - . 특정 일정이 수행되기 최소한 2주전에 SSAC에 의해 공식적인 확인
 - . CCV (Closed Core PIV) : 1년 동안 연료 재장전 계획이 없을 경우 14개월이 지나기 전 (단, 2회의 PIV가 연속되는 2년 이내에 수행되고, 두번째 PIV가 원자로 재장전을 위해 개봉될 경우 14개월 초과될 수 있음)
- 검사 결과 통보
 - . SSAC 검사 결과는 IAEA Logsheet와 WP와 동등하고 일치하는 방법으로 문서화 및 IAEA 통보
 - . IAEA는 SSAC에서 제공한 계량 및 운영기록을 근간으로 C/S 평가 수행 (분기별로 90(a) Statement 발송)

(5) 장비사용

- 공동사용 장비와 IAEA에 인증된 장비만 사용
 - . VACOSS seal
 - 설치 : IAEA 수행
 - 검증 및 제거 : IAEA 혹은 SSAC에 의해 수행
 - . SDIS
 - 두대의 카메라와 봉인이 SDIS 시스템에 연결
 - SDIS 보수는 IAEA 사찰관의 입회 필요
 - IAEA의 요청에 의해 SSAC 혹은 시설운영자가 resetting
- 감시자료의 공유
 - . SDIS 자료는 실시간으로 IAEA와 SSAC가 공유
 - . IAEA와 SSAC는 주기적으로 시스템을 점검: 이상 발견 시 상대방에게 통보
 - 감시자료의 공유

(6) 비용

- SSAC : 장비와 케이블의 설치, 각 경수로에서 허브까지의 통신 비용, 허브사무실 운영 및 임대 비용, 장비 운영에 필요한 전기 비용
- IAEA : RM 관련 장비, 허브로부터 IAEA까지의 통신 비용과 장비의 교환/유지 비용

상기 양해각서 및 부록을 합의한 후 2002년부터 전 경수로에 적용하기 위하여 우리나라

라는 즉시 한-IAEA 실무자 간의 세부 이행절차 협의를 시작하였으며, 2002.1월 IAEA 아국담당 과장 방문 시 세부 이행절차 초안에 합의하였다. 세부절차에는 검사일정의 통보 및 주기적 확인, 정기검사와 같이 IAEA에서 무작위로 선정하여 참여하는 검사에 대한 검사활동 내용, 방법 및 행정 절차, 그리고 IAEA 사찰관이 참여하지 않고 국가 검사관(원)이 단독으로 검사를 수행한 경우의 검사보고서 작성 및 송부 방법들이 기술되어 있다.

3. 2003년도 경수로 협력강화 이행 결과

2003년 중에는 고리 1~4호기, 영광 1~6호기, 울진 1~5호기에 대하여 총 97회의 국가 계량관리 검사와 이를 지원하기 위해 총 6회의 시설방문이 수행되었다. 2003년 중 새로이 안전조치 대상시설로 편입된 울진5호기를 포함하여 15기의 경수로에 대하여는 계획에 방정비 수행에 따른 물자재고검사를 포함하는 추가적인 검사(pre-PIV, PIV, post-PIV)가 수행되었으며, 3기의 경수로에 대하여는 원자로 노심 개방이 없는 상태에서 물자재고검사(closed core PIV, PIV equivalent)를 수행하였다. 이외에 구역안전조치(zone approach)에 따라 신연료 반입 검증(fresh fuel verification) 및 한진원전연료(주) 물자재고검사 수행 시 경수로의 신연료 동시검사(simultaneous-FFV)가 각각 3기의 경수로에 대해 실시되었다.

2002년부터 한-IAEA 경수로 협력강화 체제에 따른 검사가 수행됨에 현재 경수로에 대한 국가 계량관리 검사 활동은 IAEA의 안전조치 검사기준(Safeguards Criteria)과 동일한 수준의 검증활동을 수행하고 있다. 검사종류에 따라 적용되는 검사 수준은 약간은 다르지만, 검사는 크게 장부검사와 신고한 핵물질 검증을 위한 현장검사로 이루어진다. 장부 검사는 시설의 각종 관련 자료를 상호 비교함으로써 시설 내 핵물질 현황과 운전 이력 등을 파악하는 것이다.

시설 현장에서의 핵물질 검증은 핵물질 형태 별로 다음과 같은 검증을 수행함으로써 장부 검사 시 파악된 핵물질 현황을 확인한다.

- 신연료 검증 : 검사 시 검증 대상 신연료가 있는 시설에 대하여는 개수 확인, 일련번호 확인 및 HM-5를 이용한 진위 여부 검사를 수행한다. 동 신연료 검사는 LEU Zone Approach에 따른 핵물질 이동 검사이며, 한국원전연료(주) 물자재고검사 시에는 핵물질 차용을 방지하는 동시검사(simultaneous-FFV)가 수행된다.
- 노심연료 검증 : 정기검사 시에는 장비 출입구 및 핵연료 이송통로 혹은 Missile Shield에 설치된 봉인을 점검/교체한다. 국가 검사에 사용되는 봉인(Trovan Seal)은 현장에서 검증이 가능하여 정기검사 시에는 통상 봉인 교체가 필요치 않다. 물자재

고검사 시에는 노심연료에 대한 개수 확인과 시설의 수중카메라(UWTV : Under Water TV)를 이용, 일련번호 확인을 수행한다.

- 사용후연료 검증 : 매 검사 시 핵연료 건물의 사용후연료 저장조 내 사용후연료의 개수확인 및 ICVD(Improved Cerenkov Viewing Device)를 이용한 비파괴검사(진위 여부 검사)를 수행한다. 그러나 2002년부터는 감시장비를 IAEA와 공유하게 됨에 따라, 정기검사에서는 사용후연료에 대한 비파괴검사가 수행되지 않는 변화된 검증기준을 국가 검사에 적용하고 있다. 즉, 물자재고검사나 핵연료이송통로에 설치된 봉인을 제거한 후 이를 다시 설치할 경우, 또는 감시결과 이상(Surveillance Inconclusive) 발생 시에만 사용후연료에 대한 비파괴검사를 수행한다.

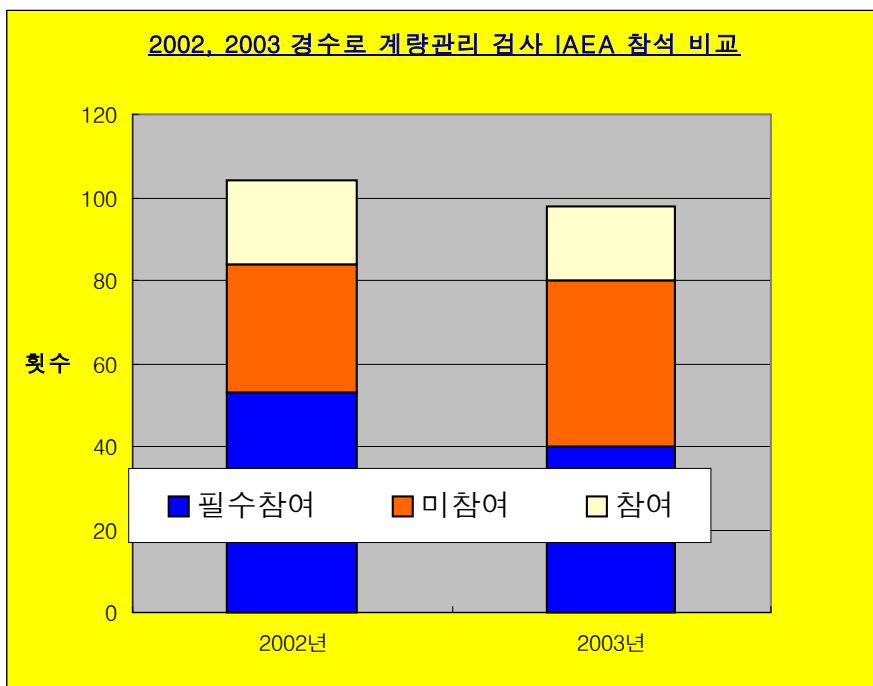
2003년 중에 경수로 협력강화 방안이 적용된 검사(정기검사, pre-PIV 등)는 총 51회로 이 중 IAEA 사찰관이 참여한 검사는 17회였다. 나머지 40회의 검사는 IAEA 사찰관의 참여 없이 국가검사관/원 단독으로 수행하였으며, 검사 후 IAEA 보고서 양식(Inspection Logsheet)에 따른 검사보고서를 작성하여 IAEA에 송부하였다. IAEA 사찰관이 참여한 검사는 사전 통보 없이 검사 당일 현장에 IAEA 사찰관이 나타나는 단기통보사찰(short notice inspection)이었으나, 당초 우려와는 달리 규정된 시설 출입절차를 거쳐 적절한 시간 내에 현장에 도착, 검사를 수행할 수 있었다. 또한 신연료 검증에 있어서 구역안전조치(Zone Approach)를 적용하여 LWR Fresh Fuel Tracking System을 운영한 결과 13회에 걸친 경수로 발전소의 신연료 반입 중 3회에 대하여만 신연료 검증을 수행하였다.

IAEA에 송부하는 검사보고서는 초기에는 Excel File 형식으로 작성, 암호화된 전자우편으로 송부하였으나, 국가 계량관리검사 지원시스템이 구축되어 모든 검사 관련 정보를 데이터베이스에 입력, 저장하면서부터 관련 보고서를 HTML File 형식으로 출력하여 송부하고 있다. 향후 우리나라와 IAEA에서 사용하고 있는 데이터베이스 프로그램과 자료 구조에 대한 비교·검토를 수행한다면, 해당 검사에 대한 데이터를 직접 전송하는 방법도 가능할 것이다. 한-IAEA 안전조치 협정에 따르면 IAEA는 검사 종료 후 이에 대한 검사결과(Statement)를 우리나라에 통보하도록 되어 있다. 경수로 협력강화 시작 초기에는 이러한 형태의 협력이 세계적으로 최초로 이행되었기 때문에 IAEA 내부적으로 검사 평가절차의 확립, 검사결과 통보 양식 개발, 관련 전산체제의 변경 등의 문제가 발생하였다. 그러나 현재는 검사 참여 여부와 관계없이 경수로 각 호기에 대하여 매 분기마다 IAEA 안전조치 평가 결과를 우리나라에 송부하고 있다.

3. 2002, 2003년도 경수로 협력강화 이행 결과 사찰량 비교

2003년 중 국내 15호기의 경수로에 대한 계량관리 검사 횟수는 97회였으며 이 중 IAEA

에서 필수적으로 참여하여야 하는 검사 횟수는 40회 경수로 협력강화 방안에 따라 무작위 참여 대상인 검사 횟수는 57회, 그 중 IAEA는 17회에 검사에 대하여 참여를 하였다. 위의 결과를 2002년도의 검사 결과와 비교 해 볼 때 검사 횟수 면에서는 크게 변화가 없지만 무작위 검사 중 IAEA가 참여한 비율은 2002년에는 39%이며 2003년도에는 31%로 참여율이 줄었음을 알 수 있다. 경수로 호기당 국가검사 평균 횟수를 보면 2001년에 9.2회, 2002년에는 7.4회, 2003년에는 6.5회 실시하였다. IAEA의 사찰횟수는 2001년에 9.2회, 경수로 협력강화가 본격적으로 시작된 2002년에 5.2회 2003년에는 3.8회로 경수로 협력강화 실시 후 사찰량이 줄고 있음을 알 수 있다. 이는 경수로 협력강화 방안이 점차적으로 정착이 되어가고 있으며 지속적으로 원활하게 이루어지고 있음을 나타내고 있다.



4. 2004년도 경수로 협력강화 이행 계획

2004년 중에는 울진 6호기를 포함한 16개 시설에 대해 경수로 협력강화 방안이 적용될 전망이다. 2004년도 경수로 협력강화 이행은 2003년도와 크게 틀려지는 것은 없을 것으로 예상되며 원격감시 시스템의 변화로 통신비의 절감 효과를 가져 올 것으로 예상된다. 2003년 9월에 울진 5호기에 시범적으로 기존의 전화선이 아닌 VPN 시범설치를 완료 하였으며 자료 전송에 이상이 없음을 확인하였다. 또한 한국은 해킹 전문업체에 의뢰하여 보안 문제에 있어 VPN의 건전성을 입증하였다. VPN 기술은 2 tunnel 방식으로 기존의

전화모뎀과 VPN 장비를 ADSL 모뎀에 연결한 후 전화선이나 인터넷라인을 이용하여 자료를 전송받는 방식이다. 2004년 4월 현재 국내 전 경수로의 자료 전송에 VPN 설치를 끝마친 상태이며, 자료의 원격송신에 VPN을 활용함으로써 2004년부터 매년 6000만원 이상의 통신비 절감이 가능할 것으로 예상된다.

2003년도에 한-IAEA 경수로 협력강화 체제가 성공리에 운영된 것으로 판단이 되나 (1) 연소도가 낮거나 냉각기간이 긴 사용후연료에 대한 진위여부 검증 방법, (2) 고리 3,4호기 및 영광 1,2호기의 비래방호물(Missile shield)에 Metal Seal 봉인을 backup으로 적용, (4) 경수로 반입 신연료 검증을 최소화하기 위한 LWR Fresh Fuel Tracking System의 유지, (5) Post-PIV 시 사용후핵연료 및 closed container 검증 수행, (6) 경수로 협력강화 방안 절차서 개선 및 준수 등에 대하여는 2004년도에 지속적인 관심을 가지고 개선이 필요할 것이다.

5. 결론 및 건의사항

우리나라는 국가의 원자력 활동 투명성 및 국제적 신뢰성 제고를 위하여 1997년부터 IAEA 사찰과는 독립적으로 국가 계량관리 검사를 시작하였으나, 국가체제의 신뢰성이 제고되면서 IAEA 및 원자력선진국과의 협력이 활발하여 지고 있다. 특히 1999년부터 추진하기 시작한 경수로에 대한 한-IAEA 협력강화 방안은 IAEA와 단일국가와는 처음으로 New Partnership Approach를 추진하는 것으로 효율적, 효과적 안전조치 이행에 따른 검사 부담 감소, 기술 개발 및 확보 뿐 아니라 향후 타 국가에 대하여도 적용이 가능하여 국가의 위상을 높일 수 있다. 그간 동 협력강화 방안에 대한 한-IAEA 간 공식 합의를 위한 문서 문안이 협의되어 2001.10.17 경수로 협력강화 이행에 대한 양해각서 및 부록이 합의되었으며, 2002년부터는 국내 전 경수로를 대상으로 경수로 협력강화 방안에 따른 검사가 시행되고 있다.

2002년 중에 경수로 협력강화 방안이 적용된 검사(정기검사, pre-PIV 등)는 총 51회로 이 중 IAEA 사찰관이 참여한 검사는 20회였다. 나머지 31회의 검사는 IAEA 사찰관의 참여 없이 국가검사관/원 단독으로 수행하였으며, 검사 후 IAEA 보고서 양식(Inspection Logsheet)에 따른 검사보고서를 작성하여 IAEA에 송부하였다. IAEA 사찰관이 참여한 검사는 사전 통보 없이 검사 당일 현장에 IAEA 사찰관이 나타나는 단기통보사찰(short notice inspection)이었으나, 규정된 시설 출입절차를 거쳐 적절한 시간 내에 현장에 도착, 검사를 수행할 수 있었다. 이와 관련하여 각 시설에서 매월 보고하는 월간운영보고, 국가 단독검사 시 IAEA에 송부하는 검사보고서는 암호화된 전자우편으로 송부하는 절차가 정착되었다. 아울러 현재 IAEA는 검사 참여 여부와 관계없이 경수로 각 호기에 대하여 매 분기마다 검사결과(Statement)를 우리나라에 통보하고 있다. 2003년도에 접수한

IAEA 사찰결과 통보서(Statement) 분석 결과 15개 전 경수로에 대해 사찰 실패 사례가 없어 한-IAEA 경수로 협력강화 체제가 성공리에 운영되는 것으로 판단된다.

경수로 협력강화 방안은 감시자료 원격전송 기술에 기반한 것으로 안전조치의 효율적, 효과적 이행이 가능하다. 즉 IAEA에서는 시설에 직접 출입하지 않고도 원격감시 기술에 의하여 직접 검사를 수행하는 것과 동등한 목적을 달성할 수 있어 효과성을 제고시키면서도 사찰자원 절감할 수 있으며, 국가 및 시설에서는 효율적 일정 작성으로 국가와 시설의 부담을 경감하는 것이 가능하다. 또한 동 방안은 기존 안전조치 체제에서 향후 적용될 IAEA 통합안전조치(Integrated Safeguards) 방안으로 가기 위한 중간단계이나 효율성 및 효과성 측면에서는 동등한 이득을 가져올 것으로 판단된다. 향후 우리나라 시설에 대한 보다 효율적이고 효과적인 안전조치 이행을 위하여 경수로에 대한 협력강화 방안을 확대하여 핵연료 가공시설, 중수로, 연구시설 등 타 시설 형태에 대한 IAEA와의 협력강화를 지속적으로 추진하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Wan-Sou Park, "The Enhanced Cooperation between the IAEA and the SSAC on the National Inspection", 4th INMM Korean Chapter Annual Meeting, August 8, 2000, Daejeon, Korea
2. Wan-Sou Park, "Enhanced Cooperation between the IAEA and SSAC - An Approach for a New Partnership", 3rd INMM/ESARDA Workshop on Science and Modern Technology for Safeguards, November 13 - 16, 2000, Tokyo, Japan)
3. Wan-Sou Park, Byung-Koo Kim, Seuk-Soon Yim, Young-Myung Choi, "Enhanced Cooperation between the IAEA and Republic of Korea on Safeguards Implementation at Light Water Reactors", IAEA-SM-367/11/06, Symposium on International Safeguards - Verification and Nuclear Material Security, October 29 - November 2, 2001, Vienna, Austria
4. 한국원자력연구소, "한-IAEA 경수로 협력강화 및 국가 계량관리 검사", KAERI/AR-620/2001, 2001.12
5. 박완수, 정상태, 박승식, 나원우, 김선기, "한-IAEA 간 경수로 협력강화 방안 : 2002년도 이행 결과 (Korea-IAEA Enhanced Cooperation on Safeguards Implementation at LWRs : Results of 2002)", 2003 한국원자력학회 춘계학술발표회, 2003. 5. 29(목) - 30(금), 경주교육문화회관
6. 한국원자력연구소, "원자력통제기술센터 2003년도 운영보고서", KAERI/MR-410/2003, 2003.12

참고자료 : 2003년도 경수로 계량관리 검사 내역

| 시설명칭 | 검사번호 및 내용 | | 검사/발문 활동기간 | | | Inspection Efforts (PDI) | | | 결수로입력감화 | |
|-------|------------------|-----------------------|------------|-------|----|--------------------------|------|------|-----------|------|
| | 검사번호 | 검사항목 | 시작일 | 종료일 | 기간 | MOST | TCNC | IAEA | 구분 | 합계 |
| 고리1호기 | KOC1/2003/01-N01 | 수시검사(C/G Seal Deatch) | 01-21 | 01-21 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOC1/2003/02-N02 | 수시검사(Pre-PIV) | 01-30 | 01-30 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOC1/2003/03-N03 | 물자재고검사(PIV) | 02-15 | 02-15 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOC1/2003/04-N04 | 수시검사(Post-PIV) | 02-24 | 02-24 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOC1/2003/05-N05 | 정기검사(Interim) | 06-10 | 06-10 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOC1/2003/06-N06 | 정기검사(Interim) | 08-28 | 08-28 | 1 | 1 | 2 | | Random | no |
| | KOC1/2003/07-N07 | 수시검사(SFP 검증) | 09-30 | 09-30 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOC1/2003/08-N08 | 정기검사(Interim) | 12-10 | 12-10 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | 검사회수 / 소요일 | | | 8 | | 8 | 8 | 9 | 3 | |
| 고리2호기 | KOC2/2003/01-N01 | 정기검사(Interim) | 03-04 | 03-04 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOC2/2003/02-N02 | 정기검사(Interim) | 06-10 | 06-10 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOC2/2003/03-N03 | 수시검사(SFP 검증) | 07-30 | 07-30 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOC2/2003/04-N04 | 정기검사(Interim) | 08-28 | 08-28 | 1 | 1 | 2 | 1 | Random | yes |
| | KOC2/2003/05-N05 | 수시검사(Pre-PIV) | 10-13 | 10-13 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOC2/2003/06-N06 | 물자재고검사(PIV) | 11-04 | 11-04 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOC2/2003/07-N07 | 수시검사(Post-PIV) | 11-08 | 11-08 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOC2/2003/08-N08 | 정기검사(Interim) | 12-10 | 12-10 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | 검사회수 / 소요일 | | | 8 | | 8 | 8 | 9 | 4 | |
| 고리3호기 | KOC3/2003/01-N01 | 정기검사(Interim) | 03-05 | 03-05 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOC3/2003/02-N02 | 정기검사(Interim) | 06-11 | 06-11 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOC3/2003/03-N03 | 수시검사(SFP 검증) | 07-30 | 07-30 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOC3/2003/04-N04 | 물자재고검사 (PIV:CCV+DIV) | 09-29 | 09-29 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOC3/2003/05-N05 | 수시검사(Seal 교체) | 11-24 | 11-24 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | 검사회수 / 소요일 | | | 5 | | 5 | 5 | 5 | 3 | |
| 고리4호기 | KOC4/2003/01-N01 | 수시검사(C/G Seal Detach) | 02-24 | 02-24 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOC4/2003/02-N02 | 정기검사(Interim) | 03-05 | 03-05 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOC4/2003/03-N03 | 수시검사(Pre-PIV) | 03-30 | 03-30 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | KOC4/2003/04-N04 | 물자재고검사(PIV) | 04-20 | 04-21 | 2 | 1 | 2 | 2 | Must | |
| | KOC4/2003/05-N05 | 수시검사(Post-PIV) | 04-25 | 04-25 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOC4/2003/06-N06 | 정기검사(Interim) | 06-11 | 06-11 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | KOC4/2003/07-N07 | 정기검사(Interim) | 08-29 | 08-29 | 1 | 1 | 2 | | Random | no |
| | KOC4/2003/08-N08 | 정기검사(Interim) | 12-11 | 12-11 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | 검사회수 / 소요일 | | | 8 | | 9 | 8 | 10 | 6 | 발수참여 |
| 고리 | 전체 통계 | 검사 횟수 및 소요일 | 29 | | 30 | 29 | 33 | 16 | Random | 18 |
| | 국가검사 통계 | 국가검사 횟수 및 소요일 | 29 | | 30 | 29 | 33 | | 무작위참여 (o) | 4 |
| | | | | | | | | | 무작위참여 (x) | 14 |

| 시설명칭 | 검사번호 및 내용 | | 검사/방문 활동기간 | | | Inspection Efforts (PEI) | | | 경수로협력강화 | |
|------------|------------------|-----------------------|------------|-------|----|--------------------------|------|--------|----------|-----|
| | 검사번호 | 검사항목 | 시작일 | 종료일 | 기간 | MOST | TCNC | IAEA | 구분 | 참여 |
| 영광1호기 | KOM1/2003/01-N01 | 정기검사(Interim) | 02-28 | 02-28 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | KOM1/2003/02-N02 | 수시검사(C/G Seal Detach) | 04-23 | 04-23 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOM1/2003/03-N03 | 수시검사(C/G SA + SFV) | 05-06 | 05-06 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOM1/2003/04-N04 | 수시검사(Pre-PIV) | 05-12 | 05-12 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOM1/2003/05-N05 | 물자재고검사(PIV) | 06-04 | 06-04 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOM1/2003/06-N06 | 수시검사(Post-PIV) | 06-10 | 06-10 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOM1/2003/07-N07 | 정기검사(Interim) | 09-02 | 09-02 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | KOM1/2003/08-N08 | 정기검사(Interim) | 12-02 | 12-02 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | 검사회수 / 소요일 | | | 8 | 8 | 8 | 8 | 5 | | |
| 영광2호기 | KOM2/2003/01-N01 | 수시검사(Pre-PIV) | 01-18 | 01-18 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOM2/2003/02-N02 | 물자재고검사 (PIV) | 02-06 | 02-06 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOM2/2003/03-N03 | 수시검사(Post-PIV) | 02-12 | 02-12 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOM2/2003/04-N04 | 수시검사(C/G Seal Check) | 02-26 | 02-26 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOM2/2003/05-N05 | 정기검사(Interim) | 06-03 | 06-03 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | KOM2/2003/06-N06 | 정기검사(Interim) | 09-02 | 09-02 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOM2/2003/07-N07 | 정기검사(Interim + seal) | 12-02 | 12-02 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | KOM2/2003/08-N08 | 수시검사(C/G Seal Attach) | 12-17 | 12-17 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | 검사회수 / 소요일 | | | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | | |
| 영광3호기 | KOM3/2003/01-N01 | 정기검사(Interim) | 02-26 | 02-26 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | KOM3/2003/02-N02 | 수시검사(FFV) | 04-23 | 04-23 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOM3/2003/03-N03 | 수시검사(Pre-PIV) | 05-27 | 05-27 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | KOM3/2003/04-N04 | 물자재고검사 (PIV) | 06-14 | 06-14 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOM3/2003/05-N05 | 수시검사(Post-PIV) | 06-25 | 06-25 | 1 | 1 | 2 | 1 | Must | |
| | KOM3/2003/06-N06 | 정기검사(Interim) | 09-03 | 09-03 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOM3/2003/07-N07 | 정기검사(Interim) | 12-03 | 12-03 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | 검사회수 / 소요일 | | | 7 | 7 | 7 | 8 | 5 | | |
| 영광4호기 | KOM4/2003/01-N01 | 정기검사(Interim) | 02-26 | 02-26 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | KOM4/2003/02-N02 | 정기검사(Interim) | 06-04 | 06-04 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOM4/2003/03-N03 | 물자재고검사 (PIV-CCV+DIV) | 09-03 | 09-03 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOM4/2003/04-N04 | 수시검사(C/G Seal 교체) | 11-03 | 11-03 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOM4/2003/05-N05 | 정기검사(Interim) | 12-03 | 12-03 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| 검사회수 / 소요일 | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | | | |
| 영광5호기 | KOM5/2003/01-N01 | 정기검사(Interim) | 02-27 | 02-27 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOM5/2003/02-N02 | 수시검사(Pre-PIV) | 03-17 | 03-17 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOM5/2003/03-N03 | 물자재고검사 (PIV) | 05-11 | 05-11 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOM5/2003/04-N04 | 수시검사(Post-PIV) | 05-17 | 05-17 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOM5/2003/05-N05 | 수시검사(sin-FFV) | 08-01 | 08-01 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | KOM5/2003/06-N06 | 정기검사(Interim) | 09-04 | 09-04 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | KOM5/2003/07-N07 | 정기검사(Interim) | 12-04 | 12-04 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | 검사회수 / 소요일 | | | 7 | 7 | 7 | 7 | 4 | | |
| 영광6호기 | KOM6/2003/01-N01 | 정기검사(Interim) | 02-27 | 02-27 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOM6/2003/02-N02 | 정기검사(Interim) | 06-05 | 06-05 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | KOM6/2003/03-N03 | 정기검사(Interim) | 09-04 | 09-04 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | KOM6/2003/04-N04 | 수시검사(Pre-PIV) | 11-19 | 11-19 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | 검사회수 / 소요일 | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | | |
| 영광 | 전체 통계 | 검사 횟수 및 소요일 | 39 | 39 | 39 | 39 | 40 | 24 | 불수참여 | 15 |
| | 국가검사 통계 | 국가검사 횟수 및 소요일 | 39 | 39 | 39 | 40 | | Random | 24 | |
| | | | | | | | | | 무작위참여(e) | 9 |
| | | | | | | | | | 무작위참여(x) | 15 |

| 시설명칭 | 검사번호 및 내용 | | 검사/발문 활동기간 | | | Inspection Efforts (PDI) | | | 결수로협력감화 | |
|-------|------------------|---------------------------|------------|-------|----|--------------------------|------|------|----------|-----|
| | 검사번호 | 검사항목 | 시작일 | 종료일 | 기간 | MOST | TCNC | IAEA | 구분 | 참여 |
| 발전1호기 | K001/2003/01-N01 | 정기검사(Interim) | 02-18 | 02-18 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | K001/2003/02-N02 | 수시검사(Pre-PIV) | 04-18 | 04-18 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | K001/2003/03-N03 | 물자재고검사 (PIV) | 05-28 | 05-28 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | K001/2003/04-N04 | 수시검사(Post-PIV) | 06-07 | 06-07 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | K001/2003/05-N05 | 정기검사(Interim) | 08-26 | 08-26 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | K001/2003/06-N06 | Seal Check | 11-06 | 11-06 | 1 | | 1 | 1 | Must | |
| | | 정기검사(Interim) | 11-25 | 11-25 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | 검사회수 / 소요일 | | 6 | | 8 | 6 | 7 | 7 | | |
| 발전2호기 | K002/2003/01-N01 | 정기검사(Interim) | 02-18 | 02-18 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | K002/2003/02-N02 | 수시검사(Pre-PIV) | 05-29 | 05-29 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | K002/2003/03-N03 | 물자재고검사(PIV+DIV) | 06-21 | 06-21 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | K002/2003/04-N04 | 수시검사(Post-PIV) | 06-27 | 06-27 | 1 | 1 | 2 | 1 | Must | |
| | K002/2003/05-N05 | 정기검사(Interim) | 08-26 | 08-26 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | K002/2003/06-N06 | 정기검사(Interim) | 11-25 | 11-25 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | 검사회수 / 소요일 | | 6 | | 6 | 6 | 7 | 2 | | |
| 발전3호기 | K003/2003/01-N01 | 정기검사(Interim) | 02-19 | 02-19 | 1 | 1 | 1 | 1 | Random | yes |
| | K003/2003/02-N02 | 수시검사(C/G Seal Check+Repl. | 03-03 | 03-03 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | K003/2003/03-N03 | 정기검사(Interim) | 05-27 | 05-27 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | K003/2003/04-N04 | 물자재고검사 (PIV+CCV+DIV) | 08-27 | 08-27 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | K003/2003/05-N05 | 정기검사(Interim) | 11-26 | 11-26 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | 검사회수 / 소요일 | | 5 | | 5 | 5 | 5 | 3 | | |
| 발전4호기 | K004/2003/01-N01 | 정기검사(Interim) | 02-19 | 02-19 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | K004/2003/02-N02 | 정기검사(Interim) | 05-27 | 05-27 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | K004/2003/03-N03 | 수시검사(sin-FFV) | 08-01 | 08-01 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | K004/2003/04-N04 | 수시검사(pre-PIV) | 09-02 | 09-02 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | K004/2003/05-N05 | 물자재고검사(PIV+DIV) | 09-16 | 09-16 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | K004/2003/06-N06 | 수시검사(Post-PIV) | 09-22 | 09-22 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | K004/2003/07-N07 | 정기검사(Interim) | 11-26 | 11-26 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | 검사회수 / 소요일 | | 7 | | 7 | 7 | 7 | 3 | | |
| 발전5호기 | K005/2003/01-N01 | 설계정보검사(DIV) | 07-03 | 07-04 | 1 | 1 | 4 | 2 | Must | |
| | K005/2003/02-N02 | 수시검사(sin-FFV) | 08-01 | 08-05 | 2 | 1 | 2 | 2 | Must | |
| | K005/2003/03-N03 | 물자재고검사(PIV+DIV) | 10-25 | 10-25 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | K005/2003/04-N04 | 수시검사(Post-PIV) | 11-06 | 11-06 | 1 | 1 | 1 | 1 | Must | |
| | K005/2003/04-N05 | 정기검사(Interim) | 11-27 | 11-27 | 1 | 1 | 1 | | Random | no |
| | 검사회수 / 소요일 | | 5 | | 6 | 5 | 9 | 6 | 불수참여 | 14 |
| 발전 | 전체 통계 | 검사 횟수 및 소요일 | 29 | | 32 | 29 | 35 | 21 | Random | 15 |
| | 국가검사 통계 | 국가검사 횟수 및 소요일 | 29 | | 32 | 29 | 35 | | 무작위참여(e) | 4 |
| | | | | | | | | | 무작위참여(x) | 11 |

| 2003년도 결수로 계량관리 검사 통계(2003.1.1-12.31) | | | 검사 | | Inspection Efforts (PDI) | | | | |
|---------------------------------------|---------|---------------|----|-----|--------------------------|------|------|----------|----|
| | | | 횟수 | 소요일 | MOST | TCNC | IAEA | | |
| 국가전체 | 전체 통계 | 검사 횟수 및 소요일 | 97 | 101 | 17 | 21 | 13 | 불수참여 | 40 |
| | 국가검사 통계 | 국가검사 횟수 및 소요일 | 97 | 101 | 17 | 21 | | Random | 57 |
| | | | | | | | | 무작위참여(e) | 17 |
| | | | | | | | | 무작위참여(x) | 40 |