

Review on the Working Hours of Radiation Work Plan for ECT through In-service Inspection

Gyung-Sun, Chae

SAE-AN Engineering Corporation

원전 가동중 ECT 검사 방사선 작업시간 고찰

채경선

세안기술(주)

(2003년 8월 7일 접수, 2004년 1월 16일 채택)

Abstract - As a part of In-service Inspection works in a nuclear power plant, Eddy Current Testing through all the outage of nuclear power plants has been controlled by the radiation management. From the case study about the periodical ECT work, the exposed dose rate of worker has announced over the organized dose rate before the radiation work, it affects the personnel exposed dose management and radiation work permit issue. It is not easy to get some information about ECT related working hours, scope of work and how many workers to forecast the radiation working and the predict dose exposure. It should be need the data accumulation about ECT related radiation work to prepare the ALARA achievement and the radiation work plan for dose mitigation. We can discuss a few information about ECT related radiation working issue for the application of predict dose exposure on this paper.

Key words : eddy current testing, radiation safety management, radiation work plan

요약 - 원자력발전소 가동중검사의 일부로서 계획예방정비 기간중 수행되는 ECT 검사작업은 작업자의 피폭 우려로 인해 방사선안전관리 대상으로 비중을 두고 관리감독이 이루어지고 있다. 정기적으로 반복되는 검사수행경험 사례 분석의 결과, ECT 검사작업 완료후 피폭결과가 방사선안전관리 목표선량을 상회하는 경우가 상당수 나타나고 있어서 개인별 피폭선량관리가 쉽지 않고 방사선작업허가서 발급에도 지장을 초래하는 것으로 나타났다. 검사자의 피폭선량 저감을 위한 세심한 방사선작업계획 수립과 최적화된 방사선방호대책마련을 위한 지속적인 방사선작업 관련 자료 축적도 중요하다고 판단되나, ECT검사 방사선작업계획의 기본요소인 작업내용 및 작업소요시간, 작업인원에 대한 검토와 논의는 미미한 실정이다. 방사선작업계획 수립의 근간을 이루는 예상피폭선량표에 포함될 검사작업내용과 검사자 작업소요시간에 대하여 반복시험과 사례 분석 결과를 제시하였다.

중심어 : 와전류탐상검사, 방사선안전관리, 방사선작업계획

서 론

원자력발전소의 원자로를 포함한 부속설비들이 정상적으로 작동되는지를 점검하기 위해 정기적으로 그 운전을 멈추고 주요설비에 대한 안전진단 및 점검이 수행되고 있다. 계획예방정비로 부르는 이 기간 동안 특별한 검사들을 통해 구조설비의 수명을 예측할 뿐만 아니라 불의의 고장이

나 사고 등에 대한 사전예방조치와 계속 가동을 위한 안전여부를 재확인하는 것이다.

와전류탐상검사(Eddy Current Testing ; ECT)는 증기발생기 세관, 원자로내 증성자속 검출관 등의 설비를 비파괴적인 방법으로 검사할 수 있는 효과적인 방법의 하나로서 대부분의 발전소에서 채택하여 검사에 활용되고 있다. 와전류탐상검사 대상인 증기발생기 세관과 같은 설비들은 원

자로내 핵분열로 인한 열을 냉각시키는 1차 냉각수가 순환하는 계통설비의 일부로서 타계통에 비해 방사선준위가 상대적으로 높게 나타난다. ECT 검사 작업을 수행할 증기발생기내 공간방사선량률은 발전소마다 각기 다양하게 나타나는데 영광원자력 3, 4호기의 경우, 검사가 가능한 시점인 운전정지 3일이후 부터는 수실입구에서 작업자의 손이 미칠수 있는 지점에서 약 $20\sim 65\text{mSvhr}^{-1}$ 정도를 보이고 있고, 수실입구 하단에서 작업자에 대한 공간방사선량률은 약 $1\sim 4\text{mSvhr}^{-1}$ 정도 되는 것으로 보고되고 있다¹⁾. 발전소 운영자는 단위 ECT 검사시간이 늘어날수록 검사자의 피폭을 초래할 수 있어서 ECT 검사 작업 전체를 방사선안전관리 대상으로 정하여 작업자에 대한 작업관리 및 피폭선량관리를 하고 있다. 원자력발전소의 원활한 안전운전을 위해서는 검사업무에 종사하는 작업자의 방사선 피폭은 불가피하지만, 작업자의 방사선 피폭은 안전성 관점에서 뿐만 아니라 정기 계획예방정비 작업의 원활한 수행 측면에서도 관심의 대상이다. 지난 1990년에 발표된 국제방사선방호위원회(ICRP)의 권고(ICRP-60)[1]를 전면 적용하도록 원자력법규가 개정되었고, 방사선작업종사자의 선량한도가 연간 50mSv 에서 5년간 100mSv (연평균 20mSv)로, 일반인은 연간 5mSv 에서 1mSv 로 대폭 하향 조정되었다. 대다수 원전 방사선작업종사자의 경우 연간 피폭선량이 20mSv 를 하회하고 있고, 방사선 작업종사자의 연간 최대 피폭선량은 50mSv 까지 허용되기 때문에 크게 문제가 되지 않을 수도 있으나, 검사자격 인증이 필요한 ECT 검사 작업자의 경우 업무집중에 따라 개인피폭선량이 높게 나타날 수 있으며 어느 한해에 방사선 피폭을 많이 받게되면 그 다음해부터는 방사선작업 투입에 제약을 받을 수 있고, 숙련된 검사작업종사자에 집중된 방사선 피폭으로 인해 검사인력의 부족 현상이 발생할 수 있다.

검사작업에 종사하는 전문인력이 검사업무중 받는 피폭은 ICRP의 선량한도 견해에 부합하는 매년 규칙적이고 장기간이며 계획적인 직업상 피폭으로 볼 수 있고, 피폭선량 여유도가 적은 상황에서는 피폭관리 유연성의 확보 개념은 별 도움이 되지 않는다. 사실 사업 관리자적인 입장에서 해당 업체에서 확보하고 있는 전문인력이 많지 않은 경우 검사업무정지까지 초래할 수 있다. 즉

개인에 대한 목표선량 설정과 철저한 피폭관리만이 지속적인 검사업무와 사업수행을 가능토록 한다.

매년 정기적으로 반복되는 계획예방정비 종료 후에 이루어지는 검토회의, 워크샵 등을 통해 계획예방정비 기간동안 이루어진 개인 및 집단에 대한 피폭선량 평가와 경험사례분석 등이 보고되고 있다[2,3]. 경험사례 가운데 논의사항으로 발생빈도가 많은 것은 방사선작업계획상에 나타난 수치와 비교하여 그 결과치가 목표선량의 $-10\%\sim 50\%$ 범위를 보이고 있다는 것을 들 수 있다. 개인별 피폭선량관리가 어렵고 방사선작업허가서 발급에도 지장을 초래하고 있다는 이러한 결과에 대해 논의된 주요 사유는 전주기 실적과 선행호기 실적 등을 참고로 하여 작업계획을 수립하였기 때문에 해당호기 작업조건에 대한 정확한 정보가 반영되지 않았다는 것이다. 그러나 매년 반복되는 검사업무이므로 경험사례를 고려하고 작업현장 여건 또한 충분히 반영하더라도 작업계획예상대로 작업자가 피폭될 것이라는 기대 또한 곤란한 것은 사실이다. 현재 방사선작업계획수립을 위해 사용되는 절차는 피폭최소화 점검표와 표 1.에 나타난 예상피폭선량표[4]를 사용한 방법이다.

피폭최소화점검표는 수년간에 걸친 방사선작업 경험과 전문가 집단에 의해 수립된 것으로 이것에 따라 ECT 검사작업을 위한 방사선작업계획을 검토하고 수립할 경우 별 무리가 없을 것으로 기대되나, 이 점검을 위한 예상피폭선량표에 포함되는 ECT 검사작업내용에 대한 분석과 소요인원 및 예상 작업시간 등에 대한 자료는 구체화되어 있지 않다. 특수작업으로 분류되어 작업자의 경험과 숙련도에 의존하는 반면 그 평가기준은 단순히 선량저감에만 그치고 있다. 피폭최소화점검의 시작단계로서 예상피폭선량 산정을 위한 ECT 검사 방사선작업계획의 기본은 실제작업에 투입되는 소요인원과 실제 작업에 소요되는 시간의 정확한 산정에 기반을 두고 검토되어야 하는 반면 이에 대해서 알려진 내용과 자료는 미흡하다. ECT 검사업체인 A사의 전문인력과 검사작업간 사용하는 장비운용을 대상으로 검사를 위해 필요한 방사선피폭작업을 분류하였고, 검사인원의 확보규모와 방사선작업계획 수립을 위한 자료로서 원자력발전소 해당호기별로 계획된 ECT 검사 단위작업 내용별로 작업소요시간 및 소요인원에 대해 반복시험과 사례분석을 통하여 확인하였다.

1) 한국수력원자력(주), 계획예방정비 경험사례 발표자료, 한국수력원자력(주)(2002)

Table 1. Application Form of Predict Dose Exposure.

예 상 피 폭 선 량 표							
작업명 : 2호기 S/G A,B ECT				작업장소 :			
예상작업기간 :				관련계통기기 :			
일련 번호	작업세부내용	예상작업 시간(hr)	예상방사 선량을 (mSv/hr)	H-3농도 (μ Ci/cc)	작업 인원(명)	예상피폭선량 (man-mSv)	비고
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
총 예상피폭선량 ; man-mSv				1인평균 피폭선량 : mSv			
작업인원 :				총 소요인시 : man-hr			
작성자(작업책임자)		성명		서명		일자	
검토자(작업부서장)		성명		서명		일자	
참고사항)원본 : 방사선관리부				사본 : 작업계획수립 부서			
※H-3 농도의 경우 중수로형 원자력발전소만 해당됨							

재료 및 방법

ECT 검사 작업공정

피폭저감화 측면에서 방사선관리구역내에서 작업시간을 최소화하기 위한 사전 준비작업이 요구되는 것이 일반적이므로, 검사행위를 위한 준비작업에 포함되는 방사선관리구역외부에서 수행되는 배선준비작업 등은 ECT 검사 방사선작업 검토대상에서 제외한다. 경·중수로와 같은 원자로형의 차이가 ECT 검사 작업공정에 미치는 영향을 조사한다. 검토 대상인 A회사의 경우 과거의 경험 사례와 방사선작업계획을 조사한 결과 ECT 검사 작업공정은 5단계에서 12단계까지 다양하게 나타난다. 발전소별 특성을 감안 한 것인지 아니라면 통합해도 되는지를 작업자의 작업동선과 활동범위를 파악하여 검토한다. ECT검사 작업중 가장 인원소요가 많은 4루프 증기발생기 세관 검사작업을 대표작업으로 정한다. 검사장비를 인수하여 정상작동여부를 점검하고 성능시험을 위해 모의 시험장에서 실시하는 일련의 과정과 실제 증기발

생기 수실입구에 검사장비를 설치후 검사를 완료하고, 해체 제염후 보관할 때까지 방사선관리구역 내에서 이루어지는 행위로서 방사선피폭을 수반하는 작업공정을 ECT 검사 방사선작업계획의 세부작업공정으로 설정한다.

검사작업자

ECT 검사작업은 원자력법에서 정하는 원자력 품질보증요건에 따라 특수작업으로 분류되어 사업자가 검사자에 대한 자격요건을 관리하고있다. 검사수행시에도 단위작업별로 등급별 유자격요건을 필요로 한다. ECT 검사를 위해 수집된 신호 결과에 대해 평가를 할 수 있는 검사자가 등급 2A(Level-IIA)이상의 자격자라면 각 검사공정 단계에서 방사선작업 실무를 수행하는 작업자는 등급2(Level-II)의 자격자이다. 대부분의 방사선작업이 피폭선량 최소화를 위한 작업시간 단축을 위해 작업속련도를 요구하고 있으므로, 검사작업 소요시간 산출을 위해 투입된 인원은 등급2에 해당하는 숙련된 검사자로 제한한다. 단계별 작업공정에 작업자를 다수 투입하면 작업시간단축효과를

기대할 수 있을 것이나 인원이 많다고 신속히 이루어지는 작업도 아닐 뿐더러 작업공간과 작업여건상 검사작업인원 투입에도 제한을 받는다. 단위 공정별 최적작업인원을 알아야하므로 작업단계별로 인원수를 변화시켜가면서 시간을 측정하고 작업인원수를 증가시키더라도 시간적으로 별 차이를 보이지 않는 상태를 적정 작업투입인원으로 정하는 방법이 이상적일 수 있겠으나 현장조건과 실험여건상 제약으로 4회만 실시하고 과거의 경험과 비교하여 그 추이를 관찰한다. 수행경험사례를 기준하여 초기인원을 정한후 인원수를 증감하여 실시하는 것을 원칙으로 하되 작업특성도 고려한다. 작업시간 산정에 중점을 두었으므로 간과될 수 있는 개인별 선량한도에 따른 영향 부분은 추가적인 데이터가 더 필요하므로 본고의 결과와 비교하여 향후에 별도로 검토하도록 한다.

검사장비

ECT 검사에 사용되는 장비는 각 원자력발전소마다 다소 차이가 있다. 증기발생기 수실내에 설치되는 발전소별 수실장비를 표 2에 나타내었다. 검사장비별로 설치 및 해체시간을 비교하여 장비에 따른 작업소요시간 변화를 관찰한다. 검사장비의 차이에서 오는 검사방법(Single, Dual)의 차이는 검사작업 시간에서 신호수집시간의 길고 짧은 것을 제외하고 방사선작업에는 거의 영향을 미치지 않은 것으로 나타나 검토대상에서 제외한다.

작업시간측정

검사작업공정 각 단계의 시작부터 종료시점까지의 시간을 3회씩 측정하여 그 결과를 평균한다.

Table 2. Comparison in the ECT equipment of Nuclear Power Plants.

NPP	Fixture	Probe Push-Puller
Kori	SM-22(Plant #2) SM-22A(Plant #1)	10D
Wolsong	SM-23(Plant #1,#2) SM-23A(Plant #2)	10D 4D
Younggwang	SM-22(Plant #2) SM-22A(Plant #1) Sm-25(Plant #3)	10D
Ulchin	SM-20(Plant #1) SM-22(Plant #2) SM-25(Plant #1)	10D 4D

공정단계중 신호수집단계는 ECT검사 특성상 주변환경으로부터 발생하는 전기적 잡음 신호 제거를 위한 선로점검이나 장비기능오류에 의한 원인 규명 조치와 같은 부가행위를 제외하고 정상적으로 검사신호를 받는다는 조건하에 시간을 측정한다. 그러나 과거의 경험사례를 보면 신호수집단계에서 작업소요시간 변화가 상당히 크다. 장비기능오류에 의한 원인규명조치 활동은 계획예방정비기간마다 1~2회 발생하고 있고 발생하지 않는 경우도 있다. 발생하는 경우는 신호수집단계의 전, 후 공정을 다시 반복해야 하는 경우까지 발생한다. 여기서는 정상적인 경우를 대표작업으로 하여 측정한다.

결과 및 검토

ECT 검사를 위한 방사선작업계획 수립의 기초가 되는 예상피폭선량표의 구성요소 설정을 위한 반복 실험을 실시하였다. 경·중수로와 같은 원자로형의 차이는 증기발생기가 유사하여 ECT 검사 작업공정에 별 차이가 없는 것으로 확인되었다. 방사선관리구역내 검사관련 작업장소에서 그림 1. 과 같이 작업자의 동선을 추적한 결과 같은 장소에서 동시에 수행되는 병행할 수 있는 작업은 각 단계에 통합하였다. 동선분석을 통해 작업통로변경과 단위개별작업으로 이루어지던 것을 동시 통합함으로써 작업시간을 줄이는 효과를 얻었으나 작업방법의 개선효과는 본고의 취지와 거리감이 있어서 여기서는 언급을 생략하였다. 검사장비를 인수하여 정상작동여부를 점검하고 성능시험을 위해 모의시험장에서 실시하는 일련의 과정과 실제 증기발생기 수실입구에 검사장비를 설치후 검사를 완료하고, 해체 제염후 보관할 때까지 방사선관리구역내에서 이루어지는 행위로서 방사선피폭을 수반하는 방사선작업을 선량이 높은 지역에서 실시하는 작업시간을 최소화한다는 차원에서 8단계 공정으로 설정하였고 그 내용을 그림 2.에 나타내었다.

검사장비에 따른 작업소요시간측정에는 탐측자 위치조정장비(Fixture)별로 설치 및 제어반 조정 작업완료까지 매 3회씩 실시하고 측정시간을 평균하였다. 증기발생기 수실입구가 전 발전소에 걸쳐 유사하므로 실험여건상 영광원전의 검사장비인 SM-22와 SM-23A, SM-25의 경우는 각각 울진원전과 고리원전에 있는 동일유형의 장비로 실시한 결과를 취하였고 그림 3에 그 결과를 나타

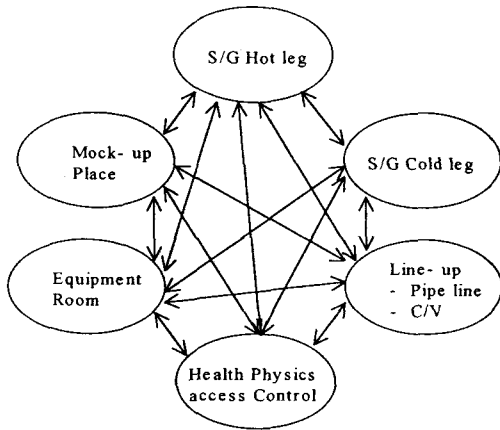


Fig. 1. Working routes for ECT test process.

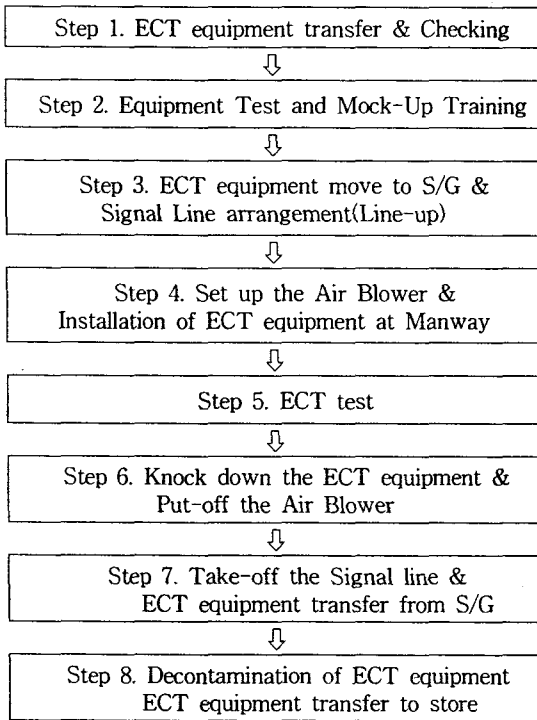


Fig. 2. 8 Steps of ECT test working process.

내었다. 설치작업이 해체시보다 작업시간이 긴 것은 장비의 수준 및 수평교정 작업이 추가 되었기 때문이다. 각 원자력발전소마다 ECT 검사에 사용되는 다양한 검사장비별로 설치 및 해체시간을 비교한 결과 설치시 신행장비인 SM-25의 경우 13분50초가 SM-20의 경우는 15분 소요되었고,

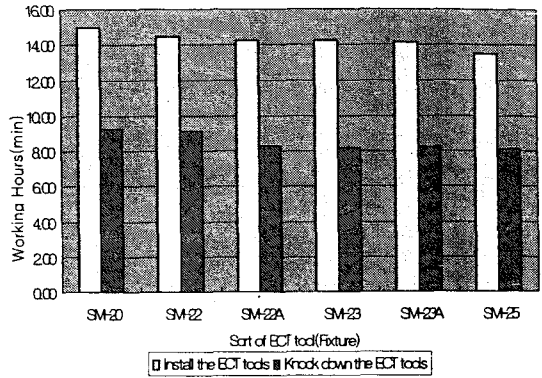


Fig. 3. Working hours to set up and to knock down the ECT tools at S/G manway.

해체시에는 8분14초 ~ 9분25초 소요되었다. 상대적으로 선량이 높은 수실입구에서의 설치시간은 피폭선량증가에 직접적인 영향을 끼친다. 작업시간이 비교적 적은 이유는 검사업무에 상대적으로 경험이 많고 장비 사용에 익숙한 등급 2(Level-II)이상의 유경험자에 의한 작업시간 측정 때문으로 판단된다.

단위공정별 소요작업인원 및 시간을 파악하는 실험방법에는 작업공정의 2단계와 5단계에서 상당한 제약이 따랐다. 1단계에서 ECT 검사를 위한 사전준비단계에서 현장의 상황과 정보를 입수하여 준비하는 과정은 검사해당 발전소, 검사시기마다 다양하고 복잡한 것으로 파악되었다. 장비인수 이동 및 점검단계 소요시간산출 시험은 4회의 계획에 비해 최근에 검사가 실시되었던 울진과 고리현장 2회에 걸쳐 실시하였고 나머지 2회는 경험자료를 사용하였다. 2단계는 숙련된 작업자 일지라도 상당한 시간을 들여 모의훈련을 해야한다는 것이 A회사의 원칙이고 3명이 1조를 이루어 기본적으로 12시간을 실시한다는 입장을 고수하여 이를 반영하였다. 실제 작업전에 실시하는 이들 모의훈련은 3일간에 걸쳐 작업자의 반복 훈련이 실시되었다. 작업공정의 5단계는 검사시 발생하는 전기적 잡음을 포함한 장비기능오류 문제가 발생하지 않는 조건으로 가정하고 측정된 결과를 사용하였고 그 결과를 표 3에 나타내었다. 계획에 방정비기간중에는 원자로 격납용기 내에서 ECT 작업외에 다른 작업도 병행되기 때문에 검사와 무관한 이들 주변기기의 작동, 용접, 진동 등과 같은 다른 작업이 ECT검사에 전기적 잡음으로 영향을 끼치는 경우가 많다. 이런 경우는 검사를

Table 3. Working hours according to the Working step versus ECT worker variation.

Worker	Working Hours(hour:min)							
	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6	Step 7	Step 8
2					<6:00>			
3		<13:00>						
4								9:30
5		14:00						
6	16:10						10:55	<8:00>
7		15:00						
8	18:00		9:10	1:25		0:36	10:28	7:40
9		16:00						
10	18:40		8:23	0:53		0:34	<10:00>	7:23
11		17:00						
12	<17:25>		<7:30>	<0:20>		<0:12>	10:05	
13								
14	17:12		7:25	0:22		0:13	9:54	
15								
16			7:22	0:21				
17								
18								

* < > inner value shows the planned working hours on the work plan

중단하고 원인분석 및 잡음신호가 제거될 때까지 기다리거나 원인을 찾아 제거해야 하는 데 작업 시간 또한 늘어나고 어떤 경우는 4단계와 6단계를 반복해야하는 경우까지 발생하였다. 검사시점에서 발전소별 특성에 따라 전기적 잡음이나 장비결함이 나타나지 않는 경우도 있었다.

작업자에 따른 작업소요시간측정 결과로부터 검사작업 단위공정별로 최적소요인력을 결정하는 데는 무리수가 따른다. 작업시간 산정에 중점을 두었으므로 간과될 수 있는 개인별 선량한도에 따른 영향도 고려되어야 하기 때문이다. 그러나 선량한도에 따른 영향을 고려하기 위해서는 ECT 검사자의 연간 실제 작업시간 및 피폭선량, 작업장소 및 환경에 대한 자료가 추가적으로 더 필요하므로 본고에서 추출한 작업소요시간에 대한 결과와 비교하여 향후에 계속 논의되어야 한다.

반복시험의 결과로부터 ECT 검사업체인 A 회사에 제안할 수 있는 방사선작업계획에는 검사작업을 동일장소 유사시간대에 일어날 수 있는 단위작업별로 나누어 8단계로 구분하여 실시하는 것이 검사자의 방사선피폭최소화에 유리하고, 상대적으로 발전소 여건에 따라 시간변화가 심한

작업공정의 1단계와 검사업무의 소내 작업환경요소의 영향을 많이 받는 5단계를 제외하고는 표 3의 괄호안에 나타난 현행의 방사선작업계획상의 작업시간과 작업소요인력 편성이 적절한 것으로 판단된다.

결 론

소수의 유자격 전문인력에 의한 ECT 검사작업은 ICRP의 선량한도 견해에 부합하는 매년 규칙적이고 장기간이며 계획적인 직업상 피폭으로 볼 수 있고 사업수행 관리자적인 입장에서는 피폭관리 유연성의 확보와는 별개의 문제로 다루어져야 한다. ECT 검사업체인 A 회사의 경우 검사작업자의 업무집중에 따라 개인피폭선량이 높게 나타날 수 있으며, 선량한도가 과거에 비해 감축되어 피폭관리의 여유도가 충분하지 않은 상황에서 어느 한해에 방사선피폭을 많이 받게 되면 그 다음해부터는 방사선작업 투입에 제약을 받을 수 있고, 숙련된 검사작업 종사자에 집중된 방사선 피폭으로 인해 검사인력의 부족 현상이 발생할 수 있다. 년

간 작업시간과 방사선피폭환경에 대한 분석을 통해 선량한도이내 피폭관리가 되도록 검사 작업을 관리해야할 필요성이 있다. 이것을 논의하기 위한 자료확보를 위해 검사수행시 방사선작업의 내용, 작업소요시간, 작업인원에 대한 자료조사 및 검토를 시도하였다.

검사자가 실제 검사작업을 실시하는 소요시간과 소요인원에 대한 자료는 방사선작업계획과 피폭최소화방안 수립의 기초자료가 된다. 원자력발전소 계획예방정비기간중 ECT 검사 작업과 관련된 방사선작업에 대한 자료가 부족하여 ECT 검사업체인 A회사의 협조를 받아 4루프 증기발생기 세관 검사를 대표작업으로 하는 검사작업시 방사선작업의 내용, 작업소요시간, 작업소요인원에 대한 사례분석 결과를 얻을 수 있었다. A회사의 경우 연간 검사횟수가 작업자 개인별로 연간선량한도를 초과하지 않은 것으로 보고되었으므로 작업공정의 5단계를 제외하고 작업소요인력 편성이 적절한 것으로 판단된다. 그러나 검사작업횟수가 증가할수록 나타날 수 있는 선량한도에 미치는 영향을 고려하기 위해서는 ECT 검사자의 연간 실제 작업시간 및 피폭선량, 작업장소 및 환경에 대한 자료가 추가적으로 더 필요하므로 본고에서 추출한 작업소요시간에 대한 결과와 비교하여 향후에 계속 논의되어야한다. A회사의 시험결과가 일반적인 모든 ECT 검사 작업의 경우에 어느 정도 부합하는지도 알기 위해서는 지속적인 자료의 축적과 검토가 필요하다.

참고문헌

1. ICRP, *Recommendations of the ICRP*, ICRP pub.60, Pergamon Press(1991)
2. 한국전력공사, 방사선피폭저감화 WORKSHOP, 한국전력공사(1996~1999)
3. 한국수력원자력(주), 방사선피폭저감화 WORKSHOP, 한국수력원자력(주)(2001~2002)
4. 한국수력원자력(주), 원자력발전소 표준 기술행정 절차서(표준기행 방사선-01 방사선피폭최소화(ALARA) 운영)(개정번호 1)(2001)