

21세기를 준비하는 원전 정비 기술을 확립

- 한전기공(주) 원자력정비기술센터의 발족 -

정 종 원

한전기공(주) 원자력정비기술센터 센터장



으며, 인근에는 장안사와 해동 용궁사 등이 있어 가족들과 함께 가볼 만한 장소가 많이 있다.

아울러 4월이면 화사한 연분홍 벚꽃이 장관을 이룰 때, 사택 단지에서는 벚꽃 잔치 행사가 홍겹게 열리고 있다.

이와 같이 좋은 환경 속에 자리잡고 있는 원자력발전소 정비 기술의 요

람인 원자력정비기술센터는 최고의 기술과 완벽을 기하는 자세로 원자력 발전 설비 정비의 초석이 되고자 한다.

원자력발전소 정비 연혁

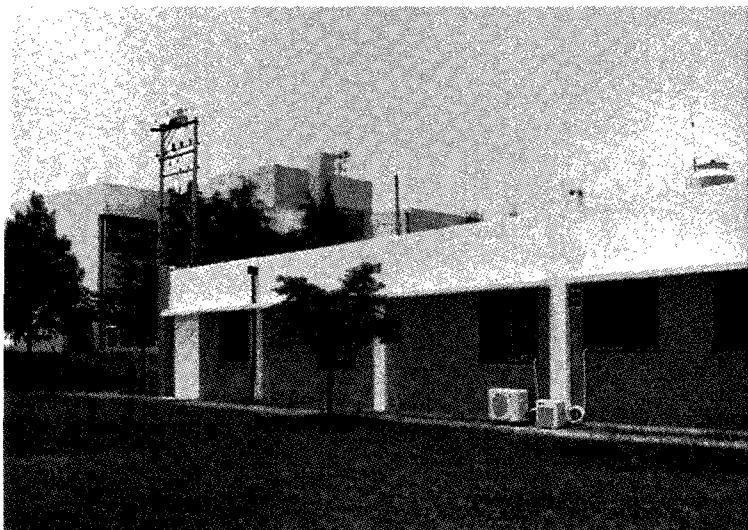
원자력발전소 정비 업무는 우리 나라 원자력 발전 효시인 고리 1호기와

한

전기공(주) 원자력정비기술센터는 고리원자력발전소에서 4km 떨어진 한국전력공사 사택 단지 내(부산광역시 기장군 장안읍 길천리 413-6 소재)에 자리 잡고 있다.

위치상으로는 부산광역시와 울산광역시의 중간에 있으며, 예전부터 자연 경관이 수려하여 관광 명소가 많기로 널리 알려져 있는 곳이기도 하다.

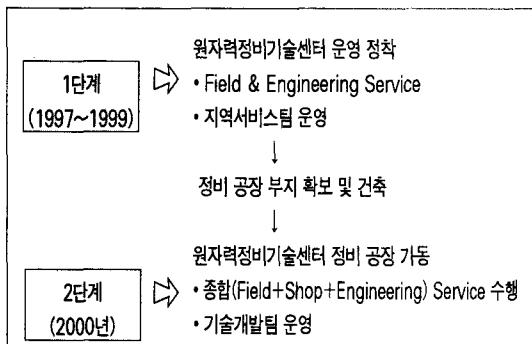
자동차로 한 두 시간 거리에 부산해운대를 비롯하여 범어사, 태종대, 양산의 통도사, 언양의 석남사가 있



원자력정비기술센터 전경

(표 1) 최근 5년간 주요 해외 교육 현황

구 분	교 육 과정	인원(명)	연인원(MD)
발전소 수명 연장	발전소 수명 연장 엔지니어링 과정	2	744
증기 발생기	S/G ECT 신호 평가 및 해석 과정 외 5개 과정	21	1,670
RCM	신뢰도 중심 정비 기술 과정 외 2개 과정	6	1,187
ROSA Ⅲ	ROSA Ⅲ 운영 기술 과정	4	1,036
비파괴 검사(SSI/PSI)	SSI/PSI 엔지니어링 과정 외 4개 과정	12	1,101
서비스센터	원전서비스센터 엔지니어링 과정	2	340
RCP	RCP 엔지니어링 과정 외 2개 과정	7	1,215
기 타	MOV 진단 기술 엔지니어링 과정 외 23개 과정	101	9,997
합 계	44개 과정	155	17,290

(표 2) 원자력정비기술센터 추진 방향

함께 시작되었다.

그 동안 한국전력 보수과에서 수행 해왔던 발전소 정비 업무를 74년 10 월 「(주)한아공영」이 설립되어 부분 적인 정비 업무를 수행하였으며, 고 리 1호기 상업 운전 시기인 76년부터 원자력발전소 정비 업무에 발디뎌 놓 았다.

이후 모든 후속 원자력발전소의 시 운전 정비와 가동중 정비, 발전 설비 개선, 특수 공사를 전담 수행하는 등 운전에 필수적인 정비 기술을 제공하 여 왔으며, 우리나라 전력 생산 및

위한 양질의 기술 제공 체계를 구축 하는 데 노력하여 왔다.

현재 국내에는 12기의 원자력발전 소가 가동중이며 이에 종사하는 한전 기공(주) 직원은 1,455명(전직원 대 비 31.6%)에 달한다.

단순 기능으로 시작된 정비 업무는 국내 및 해외 교육을 통한 전문 기술자의 양성과 선진 외국 기술 수용을 위한 외국사와의 기술 협력 계약 체결 등 발전 설비 정비 기술을 자립하기 위해 노력한 결과 상당 부분을 달 성하였으며, 고부가 가치의 핵심 기

술에 있어서도 부분적으로 도달하였 다(표 1).

원자력정비기술센터 설립 취지

에너지 자원이 부족한 우리 나라 현실에서는 원자력 발전에 대한 에너지 의존도가 높아지고 있는 실정이다.

장기 전원 개발 계획에 의하면 가동중인 12기를 비롯하여, 매년 가동 호기가 증가하여 2000년에는 16기, 2003년에 19기 등 계속해서 원자력 발전 점유율이 많은 부분을 차지하게 될 것이다.

더욱이 호기 당 설비 용량은 중수로(PHWR) 월성발전소의 CANDU형을 제외하고는 1,000MWe 이상의 대용량이며, 10년 후엔 가동 연수 증가에 따른 경년 열화로 인해 정비 기술 물량이 현재의 2.5배에 달할 것으로 예상된다.

대체적으로 원자력 발전 산업이 사양길에 있다고 하지만, 화석 연료의 고갈 및 지구 온난화 등 환경 친화적 대체 에너지로서 원자력 발전에 아직 까지 관심이 모아지고 있는 것이 사실이다.

세계적으로 가동중인 원자력발전소는 97년 1월 현재 433기(345,496 MWe)이고 건설중인 것까지 포함하면 496기(397,487MWe)로서 증가 추세에 있다(Nuclear News)지 97년 3월호).

이와 같이 국제적·국내적으로 원자력 발전 용량 증가에 따라 원자력 안전성에 대한 사회적 관심이 날로 높아지고 있는 추세에 있다.

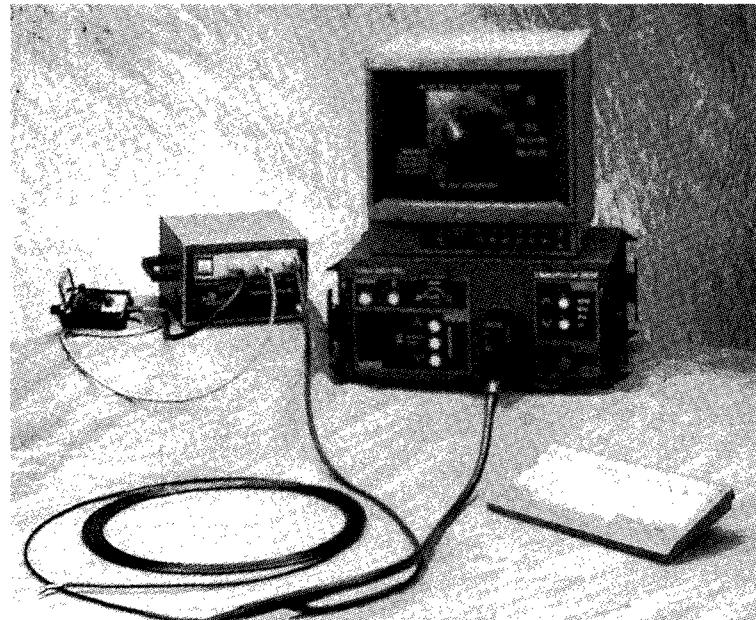
원자력발전소의 안전성 향상 및 발전 효율 증대를 위하여 안전적 운전 및 시스템의 강화와 더불어 정비 기술의 향상이 필수적이다.

이에 따른 전문 기술 인력, 장비, 수해 절차를 체계화하여 적기에 양질의 정비 기술을 제공하며 21세기 정비 시장 개방과 무한 경쟁 시대에 대비한 원자력정비기술센터(Nuclear Technology Service Center : NTSC)가 설립되었고, 이는 향후 한전기공(주)의 원자력 정비를 이끌 주역으로 진정한 의미의 정비 기술과 정비 공장 가동을 위한 시발점이 될 것이다.

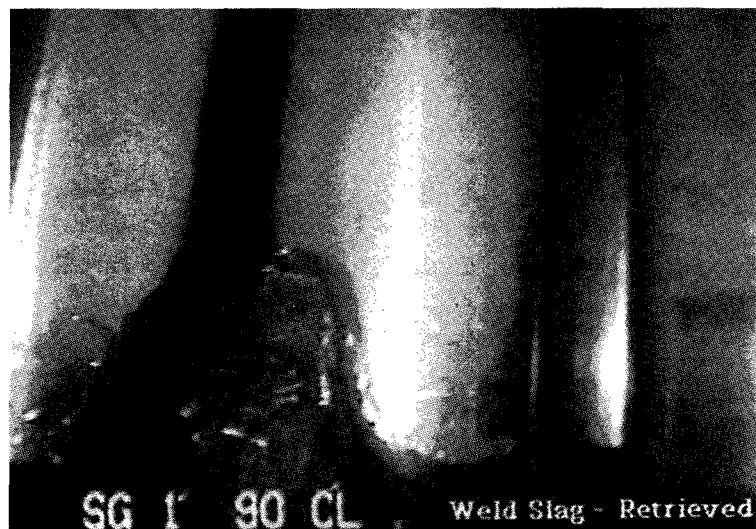
추진 방향

우리 나라 원자력발전소의 추가 건설 계획(2010년 28기 가동)에 따른 원전의 다수 보유와 더불어 가동 연수 경과에 따른 설비의 노후화, 세계 무역기구(WTO) 출범에 따른 정비 시장 개방 등 환경 변화에 능동적으로 대처함으로써 향후 특화 사업 부분의 사업 체계를 구축하여 궁극적으로 원자력 정비 기술 개발에 관한 종합 센터의 기능을 수행할 것이다.

실용 정비 기술의 자립 기반 조성을 위하여 미국의 웨스팅하우스와 중



원격 육안 검사 장비(Video-Scope)



S/G Top of Tube Sheet 이물질 검사

기발생기(S/G) 및 가동전/중 검사
(PSI/ISI) 등 원자력 1차 계통과 관

련해서 6개 분야 및 터빈 발전기와
관련해 5개 분야에 대해 기술 협력이

진행되고 있고, 다른 분야에 대해서 선진 외국사(ABB, MHI, GE, Brooks 등)의 기술 전수 및 흡수를 통해 자체 수용, 소화하여 고부가 가치 정비를 실현하고자 한다.

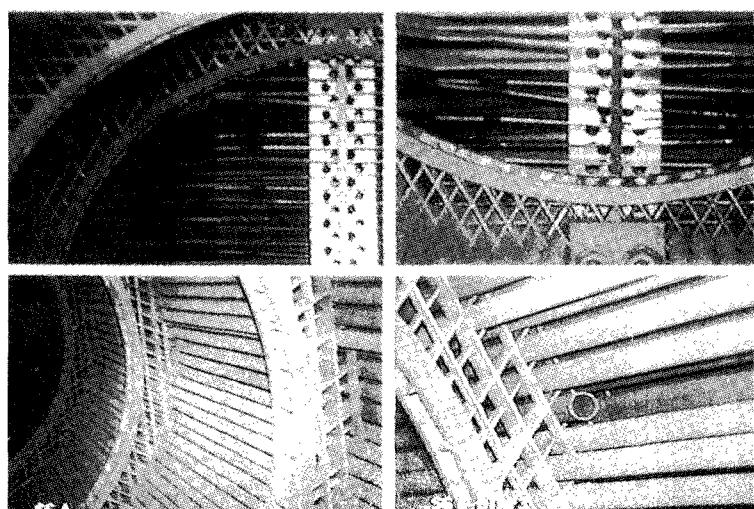
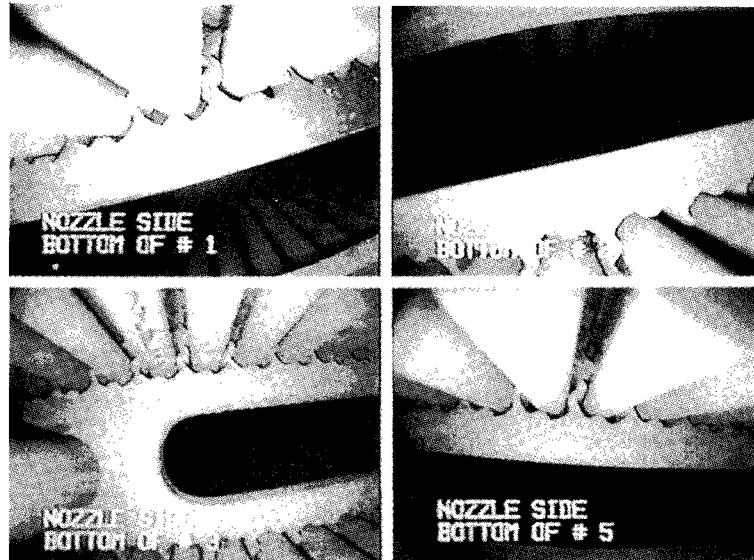
이는 선진 기술의 습득과 신기술 개발로 이어져 전문 기술 인력 및 수행 절차들의 체계화 등을 사전에 수립하여 원자력발전소 계획 정지 기간 중 적기에 투입이 이루어질 수 있도록 체계를 구축해 나갈 것이다.

계획 정지 기간중에 외국 기술이 요구되는 사례가 빈번히 발생되는 현 실정에서 적기에 투입될 수 있는 체계를 사전에 구축하는 것은 발전소 정비 기간을 단축할 수 있고 또한 발전소의 이용률 향상에 도움이 될 것이다.

또한 국내 기술자들로 정비가 이루어져 정비 신속성 및 최적화를 이룰 수 있고, 정비 비용을 절감하는 등 국내외적인 원전 정비 경쟁력을 확고하게 다지게 될 것이며, 궁극적으로는 양질의 서비스를 국내외로 제공하기 위한 특화 정비 사업을 추진하며 방사성 오염 기기 재생을 위한 정비 공장도 운영할 것이다.

금년 원자력정비기술센터 발족은 이러한 특화 사업의 첫단계로서 1단계 사업은 Field & Engineering Service를 수행하면서 공장 건립 및 운영에 관한 2단계 사업을 위한 기반을 조성하는 데 주목적을 두고 있다.

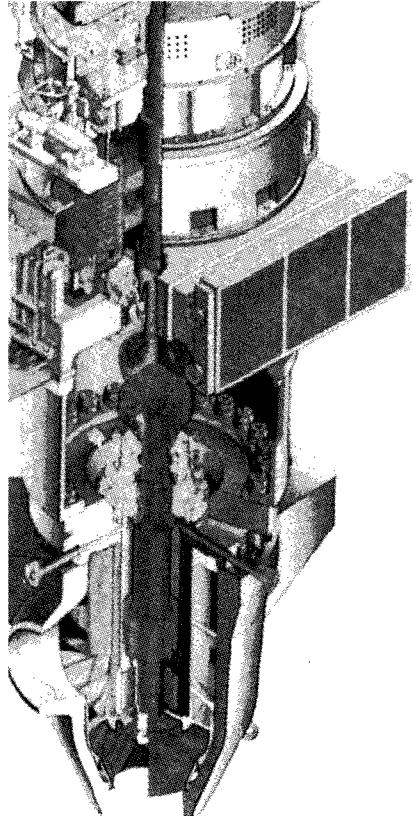
97년 4월 16일 원자력정비기술센



증기 발생기 2차측 내부 육안검사

터 발족과 더불어 시작된 1단계 사업은 99년 말까지 기간을 설정하여, 센

터 내에 가동전/가동중 검사, 증기발생기 1·2차측 정비, 밸브 진단, 원



원자로 냉각재 펌프(RCP) 도해

자로 냉각재 펌프/모터 정비, 전자 제어, 원자로 정비 분야의 서비스팀과 고리·영광·울진·월성 지역에 센타 소속 지역팀을 운영하면서 Field Service를 수행하고, 미자립 분야에 대해선 외국사와 기술 협력, 기술 자립을 가속화할 것이다.

현재(1997. 9) 7개팀, 27명이 근무하고 있으며 내년에는 8개팀 67명과 4개 지역팀을 운영하고자 한다.

2단계 목표는 방사성 오염 기기의

수리·재생을 위한 공장 운영과 원자력 정비 기술 개발에 관한 종합 센터의 기능을 보유하기 위한 2000년 이후의 2단계 사업은 방사성 오염 기기의 취급, Development, Engineering & Field+Shop Service 등 종합 서비스 체계를 구축할 것이다.

기술 분야별 업무

현재 원자력정비기술센터에서 수행하고 있는 기술 분야들은 국가 원자력 정책 지표의 하나인 원자력의 안전성 확보, 원자력을 통한 전력에너지의 안정 공급을 달성하기 위한 기반으로써 원전 정비에 최선의 노력을 기할 것이다.

1. 증기발생기 2차측 정비

원자력발전소에서 증기발생기는 방사성 물질의 경계로 그 중요성이 날로 증대되고 있는 현실이다.

이에 따라 증기발생기 2차측 정비(Steam Generator 2nd Service)에 대한 중요도 역시 높아지고 있다.

증기발생기 2차측의 이물질 유무를 비디오 스코프(Video Scope)를 사용한 원격 육안 검사(RVI : Remote Visual Inspection)를 통해 이물질 제거 및 건전성 유무를 확인하며, 또한 증기발생기 전열관 지지판 상부에 존재하는 슬러지를 제거함으로써 증기발생기의 효율 및 수명을 연장하는 데 업무의 역점을 두고 있

다.

외국에서의 증기발생기 FOSAR 수행 동향은 89년 이후 미국 내 모든 원전에서 수행하고 있으며, 최근 미국 NRC Draft Generic Letter 96-06에서 증기발생기 내부 구조물의 건전성 확인을 위한 육안 검사를 적극 추천하고 있고, 또한 국내 원전에서는 96년 8월 영광 2호기를 필두로 최근까지 6회의 증기발생기 FOSAR를 수행하였으며, 97년 하반기에도 고리 4호기와 영광 4호기를 수행할 예정이다.

증기발생기 2차측 정비팀에 보유하고 있는 장비인 비디오 스코프 및 Retrieval Tool 등으로 FOSAR를 수행하고 있으며, 증기발생기 2차측 슬러지 제거 작업을 위한 장비는 한국 전력 공사에서 보유하고 있는 CECIL-4의 2종으로 슬러지 제거 작업을 수행하고 있다.

증기발생기 2차측 정비팀의 전담원은 4명으로 해외 교육(교육 기간 1년) 및 국내 자체 교육을 수차례 실시하였으며, STCA를 통해 슬러지 랜싱 장비 국내 제작과 증기발생기의 이물질에 대한 안전성 평가 기술 전수 방안을 수립중이며 이어 한국형 증기발생기 Mock-Up을 주문 제작 추진중에 있다.

현재 수행중인 업무는 증기발생기 2차측 슬러지 랜싱과 이물질 제거 작업을 비롯하여 증기발생기 내 습분 분리기 검사, S/G J-Nozzle 검사,

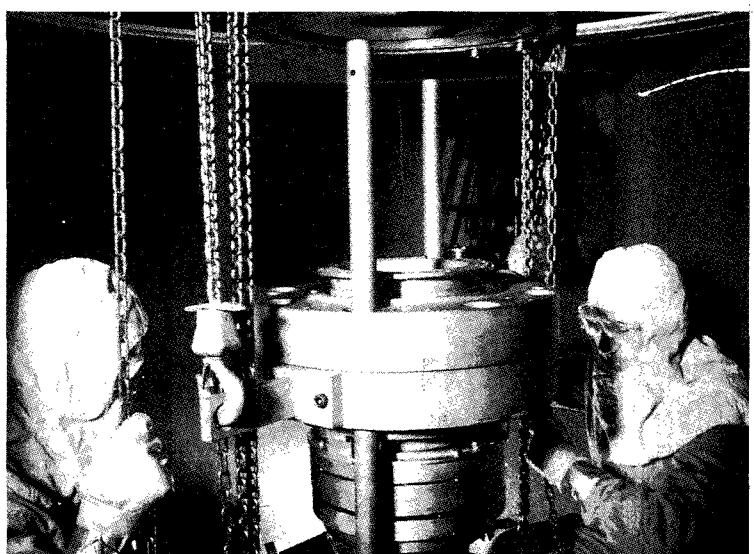
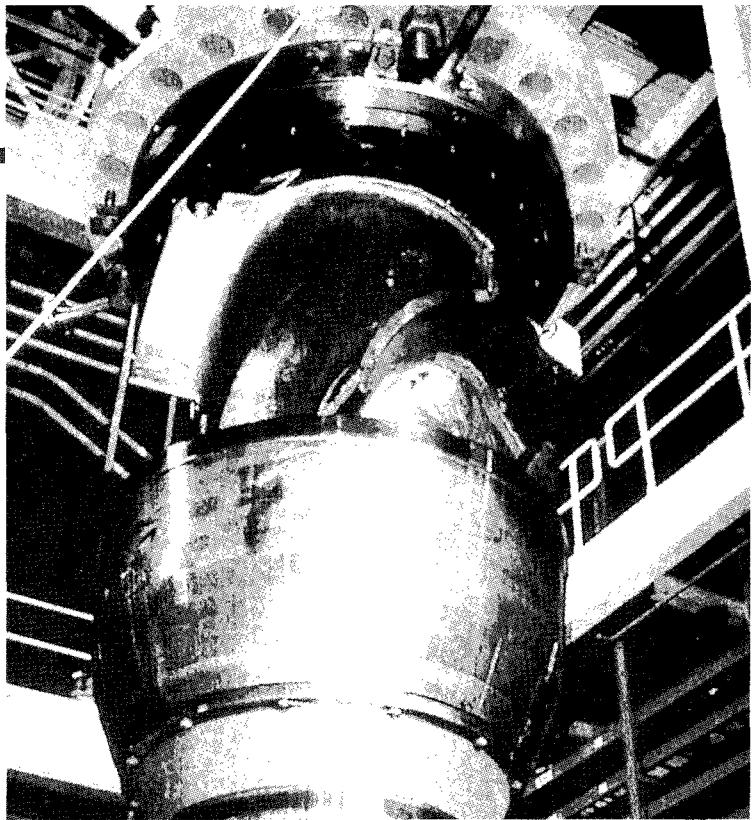
S/G Feed Ring 검사를 수행할 수 있으며, 항후 미국의 육안 검사 전문 회사인 Brooks사와의 기술 협력 계약을 추진하여 SID(Support Plate Inspection Device), UBIB(Upper Bundle In-Bundle), IBIS(In-Bundle Inspection System) 등의 기술자립을 이루어 증기발생기 내부의 전반적인 검사뿐만 아니라 RCP 및 원자로 내장품에 대한 육안 검사를 수행하고 UBHC(Upper Bundle Hydraulic Cleaning), PPC(Pressure Pulse Cleaning) 등도 수행할 예정이다.

2. 원자로 냉각재 펌프 정비

원자로 냉각재 펌프 (RCP: Reactor Coolant Pump)는 원자로 냉각재인 1차수(방사성 오염수)를 증기발생기에서 원자로로 순환시키는 역할을 수행하고 있는 펌프로 원자력 발전소의 대표적인 안전성 기기이다.

따라서 원자로 냉각재 펌프의 신뢰성이 원전의 신뢰성으로 이어질 수 있다고 해도 과언이 아닐 만큼 중요한 기기이다.

원자로 냉각재 펌프 정비팀은 미국 웨스팅하우스사와 기술 협약 체결 및 관련 전문원의 RCP Engineering 분야의 OJT 교육 (기간 : 1년)을 실시하여 정비 기술 품질 향상을 꾀하였으며, 이러한 고품질 정비기술에 힘입어 미국의 Seabrook 원전 1호기 등 7개 발전소에서 RCP Motor,



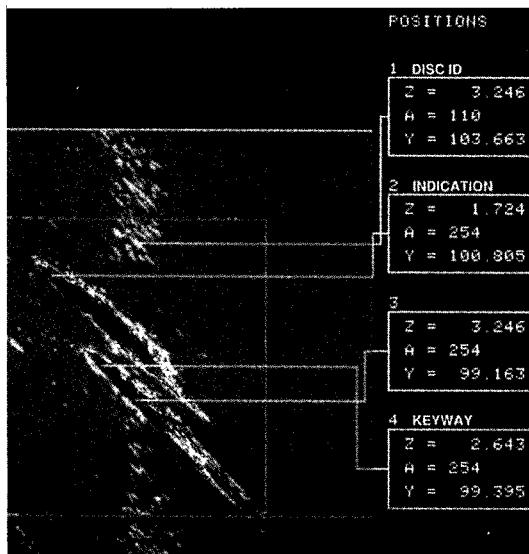
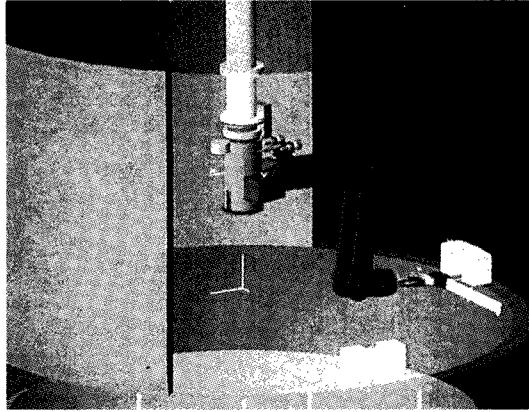
원자로 냉각재 펌프(RCP) 분해 점검

Seal, Pump Internal 정비를 현지 인과 함께 성공적으로 수행하였다.

또한 국내 원전에서 고리 3·4호기 및 영광 1·2호기 원전에서 Pump Internal TVCS와 DACS 교

체 작업을 수행하였으며, 고리 1호기 외 국내의 4개 호기에서 RCP Motor 정비 및 Resistance Ring 교체 작업을 성공적으로 수행하였다.

또한 정비의 경제성 및 안전성을



원자로 Mech. UT 3차원 시뮬레이션 및 데이터 수집

확보하기 위한 차원에서 Special Tool(Alignment Tool, Hoist Rotating Tool)을 자체 개발하여 정비 신뢰성 및 정비 기간 단축을 꾀하였으며, 이들 Tool에 대해서는 특허청에 특허 출현중이다.

원자로 냉각재 펌프 정비시 제공되

신뢰성 확보를 위한 시험·분석·복구 작업을 수행하고 있다.

이외 각종 Special Tool 제작, Chemical Decon 설비 제작, RCP 완전 분해 점검에 관련된 프로세스 개발 등 특수한 작업에도 고객의 요구시 서비스를 제공케 될 것이다.

는 서비스는 RCP Internal Part 점검 및 TVCS, DACS 교체 작업에 관련된 정비와 Seal의 신뢰성 확보를 위한 관련 운전 변수의 모니터링 및 분석, 이와 관련된 Total Engineering Service를 수행하고 있으며, RCP 관련 구조물 진단 및 진동 분석도 수행하고 있다.

RCP Motor측에 제공될 수 있는 기술 서비스로는 모터의 완전 분해 점검이 포함된 1·5·10년차 점검 및 진단을 비롯하여 Resistance Ring 교체, 스테이터 및 로터의 절연 진단 등 각종

또한 항후 전문 기술 인력의 양적 수요와 선진 기술 능력 배양 및 수준 향상의 질적 수요에 지속적인 투자와 관심을 기울여 Pump Internal 정비와 모터의 재생, Seal의 성능 시험 및 재생에 대한 정비 기술 등도 더불어 수행할 계획이다.

3. 비파괴 검사 및 외전류 텁상 검사

비파괴 검사와 외전류 텁상 검사(NDT Specialized Inspection & Eddy Current Testing)는 원자력 발전소의 안전성 관련 등급(ASME Code Class 1, 2, 3)규정에 따라 원자력발전소의 압력 유지 경계 역할과 핵물질의 외부 누출을 차단하는 중요한 역할을 담당하고 있는 기기(Components) 및 배관(Pipe)들에 대한 건전성을 비파괴 검사 방법으로 최종 점검하고 확인하여 원전 설비 신뢰도 확보와 가동률 향상을 위한 일련의 활동이다.

또한 설비의 지속적인 검사와 진단을 위한 자율적이고 능동적인 정비 업무 수행으로 국제화·개방화에 대비한 원전의 가동전/가동중(PSI/ISI)검사 등 핵심 기술을 확보하여 왔다.

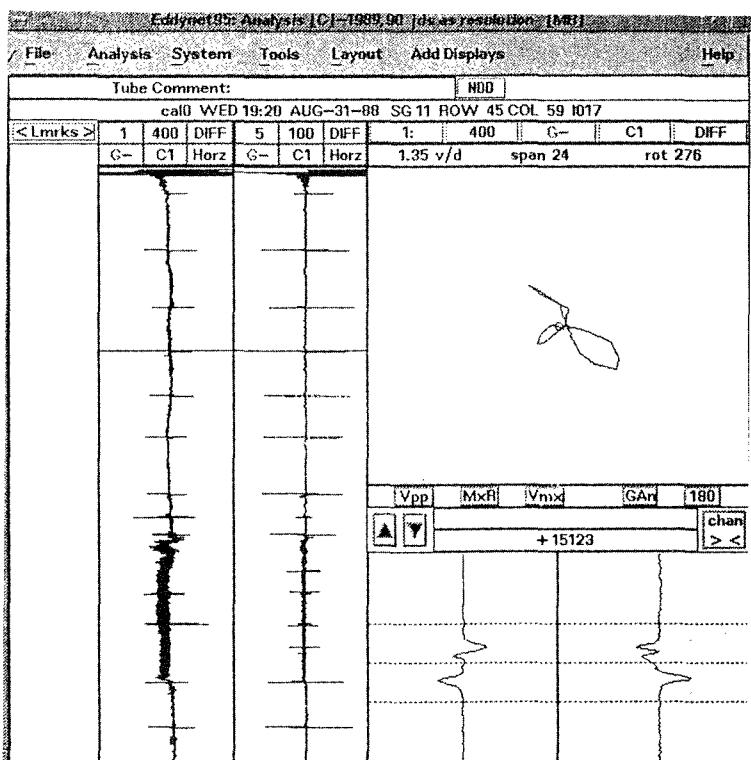
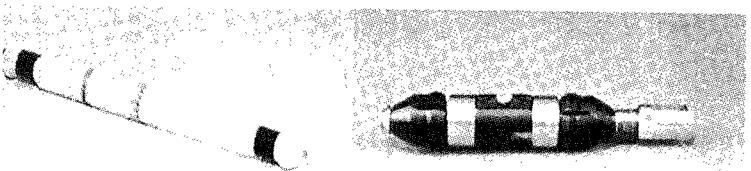
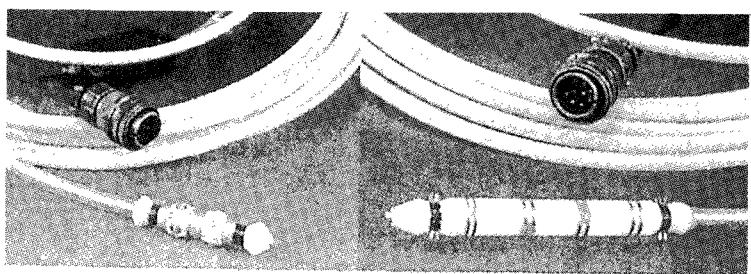
가. 비파괴검사팀

비파괴검사(NDT Specialized Inspection)팀은 원전의 안전성 관련 기기 및 배관에 대한 건전성 확인 등을 일련의 정비 기술 활동을 위해 엔

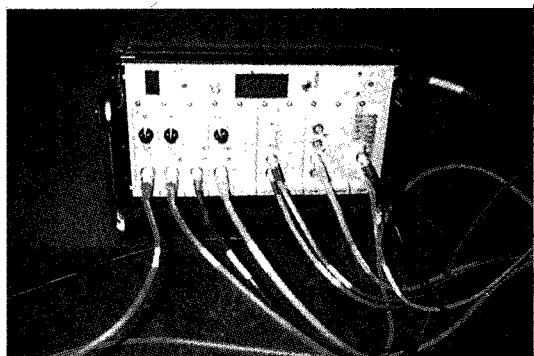
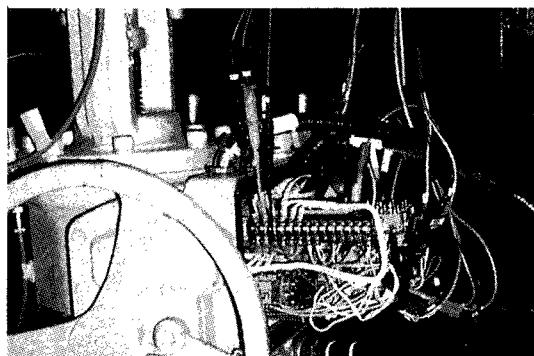
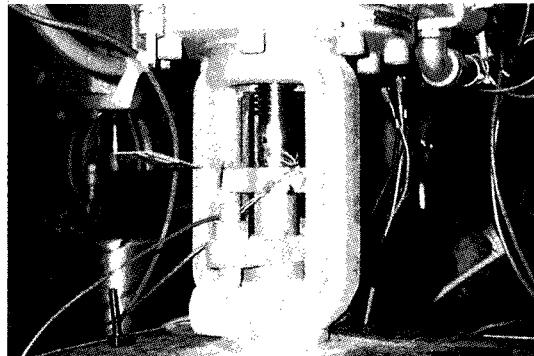
지니어링 활동 주체로서의 등록과 더불어, 한국전력공사로부터 중수로와 경수로 가동전/가동중 검사 적격업체로서도 이미 지정되었다.

PSI/ISI의 검사 계획 수립 및 장기 가동중 검사 계획 수립을 위한 엔지니어링 과정을 미국의 웨스팅하우스사에서 여러 명의 ISI 전담원에 대해 교육이 오래 전에 실시되었으며, 또한 현장 검사원들의 초음파 검사 자질 및 ASME Code Sec. App VII에 부합되는 자격 부여 과정을 실시하여, 이미 11명에 대해 초음파 검사 자격을 부여하고 차후 지속적으로 추진할 계획이다.

비파괴검사팀에서는 수동 검사(NDT Manual Examination)와 더불어 원자로 Vessel의 Mechaniged UT 검사를 위해 기술 협력사인 웨스팅하우스사의 신예 장비인 W Supreem에 대한 기술 습득과 원자로 내부 육안 검사의 기술 자립을 꾀하고 있으며, 향후 한국전력공사의 원자로 용기(Rx. Vessel) 용접부 Mechaniged UT 장비 구입에 따른 기술 습득 계획도 이미 수립하였고, 또한 고도의 비파괴 검사(UT) 기술이 요하는 압력 용기의 용접부 검사를 위해 웨스팅하우스사의 UDRPS-2 System을 신규 구입하여, 이미 월성 2·3호기 증기발생기 및 가압기 용기에 대해 자동 초음파 탐상 검사(Automated Ultrasonic Examination)를 수행하는 등 중수로



S/G ECT 검사 Probe 및 신호



원자력발전소 엑츄에이터 및 밸브 진단

(PHWR) 원자로형인 월성 2·3호기에 대해 가동전 검사를 완료하였다.

향후 PSI/ISI 검사를 비롯하여 ASME Sec. App VII에 따른 초음파 검

탐상 신호 수집은 물론이고, 월성

2·3호기 가동전 검사에서 증기발생기 ECT 신호 수집과 평가, 울진 1·2호기 RCCA ECT 검사 등을 성공

사자 자격 부여와 배관 용접부의 IGS SCC 검사 핵연료 초음파 검사를 수행할 예정이며 또한 기술 협력사와 공동으로 UTEC 검사와 TBN-GEN 자동 초음파 검사 등 향후 범위를 확대하여 수행할 예정이다.

나. 와전류탐상 검사팀

와전류탐상검사 (Eddy Current Testing)팀에서는 증기발생기 전열관 전전성 확인을 위한 와전류 탐상 신호 수집은 이미 오래 전부터 수행하였으며, 또한 와전류 검사원에 대

해 해외 훈련 및 국내 교육을 지속적으로 실시하는 등 고도의 정비 기술을 확보하여 국내 원전의 와전류

적으로 수행하였다.

미국 Failey 발전소 RCCA ECT 검사와 S/G ECT 평가를 외국 등에서 수행한 경험을 바탕으로 와전류 탐상 검사에 대한 정비 기술을 굳건히 쌓아왔다.

현재 기술 경험과 훈련을 바탕으로 S/G ECT 신호 평가는 물론, 중성자 속 검출기 안내관, 원자로 제어봉 집합체 등에 대한 검사 기술 향상에 적극 투자가 진행되고 있다.

4. 밸브 진단 및 전자 제어

가. 밸브 진단

원자력발전소의 안전 관련 계통에 설치된 모터 구동 밸브 등의 운전성은 발전소의 안전성에 매우 큰 영향을 미친다.

이러한 모터 구동 밸브 등에 여러 가지 센서들을 부착하여 운전시 액추에이터 및 밸브들이 자기 고유의 성능을 지니고 있는지의 여부를 증명하는 기술을 밸브의 진단 시험이라고 부른다.

밸브진단팀에서 엔지니어링 교육 및 설계 기준과 규제 요건에 대한 검토를 사전에 검토 수립하여 왔으며, 이에 대한 보유 장비 및 센서로는 MOVATS 3500 Sets 외 다수를 보유하고 있고, 또한 종합 진단 장비를 개발중에 있다.

밸브진단팀에서 수행하고 있는 정비 기술은 밸브에 관련된 엔지니어링 활동과 진단 시험 수행, 밸브의 예방

정비를 위한 주기 점검 및 추이 관리 등의 정비 수행과 정적 시험(Static Testing), 동적 시험 스템, 팩터 및 벨브 패 관리 등의 시험도 수행할 것이다.

밸브진단팀에서는 현재 5명이 미 국의 ECC사에 엔지니어링 해외 훈련중에 있고, 「원전 모터 구동 벨브 및 동력 구동 게이트 벨브 안전성 확인 방안 검토」라는 기술 용역 (용역 기간 : 97. 8. 11 ~ 97. 12. 8)을 수행하고 있다.

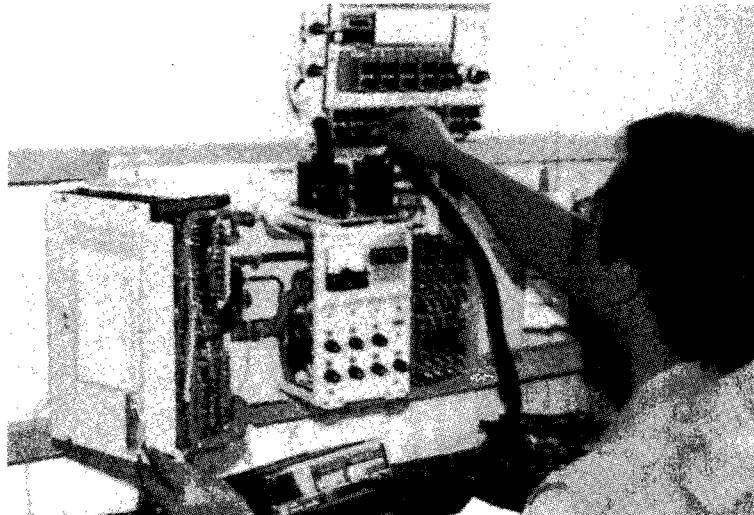
나. 전자 제어

전자 제어는 우선 서비스 업무에 사용되는 장비 및 계측기들에 대한 신뢰성을 유지하기 위하여 소프트웨어나 전력 전자와 관련 있는 정확한 Calibration 및 Repair를 수행하고 있으며(Miz-18 & 30 RDAU 등), 전력 전자 및 전자 장비 제어 회로(PCB)의 정밀 진단 능력과 장비를 갖추고 전자 제어 회로 진단 및 정비, 터빈의 전자 유압 계통 주요 벨브에 대한 시스템 분석, 전자 회로 기판(PCB) 신뢰 향상을 위해 관련 부품 교체 및 시험 등 역무 범위를 넓혀 갈 것이다.

맺는말

한전기공(주)의 현재 매출 규모는 3천6백억원 정도이다.

2000년 1조원 목표를 삼고 있으며 세계의 시장벽이 없어지는 현실에서,



원자로 1차측 검사 장비 검교정

공기업도 과거와 같은 제한적·소극적 영업 활동에 의존만 할 수 없게 될 것이다.

이에 적극적 영업 활동과 사업의 다양화 추진으로 고부가 가치의 사업을 개발하는 것만이 우리가 갖는 유일한 선택이며, 현재 시공 위주의 정비 수행을 정비 계획부터 설계·시공·진단·해석·평가·하자 책임 등 종합 관리까지 확대해 부가 가치를 상승시키는 것이 중요한 당면 과제인 것이다.

이를 위해 원자력정비기술센터의 특정 분야 기술 수준이 선진 외국 기술 회사보다 낮은 현실을 극복하기 위하여 전문 인력 양성에 주력하고 있다 (96년 교육 훈련비 64억원 투입).

원자력정비기술센터에서는 증가 추세에 있는 원자력 정비 기술 물량

을 적기에 체계적으로 수행하기 위하여 선진 외국 기술 회사와 기술 협약을 확대 추진하고 있으며, 정비 기술 인력의 체계적 교육 훈련 및 기술 개발을 통해 지속적으로 보완 개선하여 기술적 우위를 확보해 갈 것이다.

원자력정비기술센터의 최대 목적은 방사성 오염 기기 수리와 재생, 그리고 원자력 정비 기술 개발에 관한 종합 센터의 기능을 갖추게 되는 것이며, 2000년대 종합 플랜트 전문 관리 회사로 우뚝 서게 될 한전기공(주)의 원전 정비 부분에서 원자력정비기술센터가 가동될 때 어떠한 환경에서도 뒤지지 않는 회사 경쟁력을 갖추게 될 것이며, 세계 초일류 정비 전문 회사가 되고자 하는 한전기공(주)의 21세기를 맞쳐 줄 주춧돌이 될 것이라 의심치 않는다. ☺