



국산 원자력등급 펌프 성능 시험 성공 일반 규격품 품질 검증 인프라 구축

이종호

한국수력원자력(주)중앙연구원 원장
[단체]



이번 한국원자력연차대회에서 한수원 중앙연구원(원장 이종호)이 제어케이블 LOCA 환경 시험의 성공적 수행과 국내 최초로 밸브·펌프 성능 시험 설비 구축을 통해 국산 원자력등급 펌프 성능 시험에 성공하고 일반 규격품 품질 검증(CGID)인프라 구축을 통해 213개 품목(28,780개)에 대한 검증을 자체 수행한 성과를 인정받아 원자력산업계 최고 권위의 한국원자력기술상 단체상을 수상하게 되어 무한한 영광과 사명감을 느낀다.

최근 한수원 CEO는 경영 위기를 극복하고 ‘다시 한번 잘해 보자’는 희망을 담아 ‘해현경장(解弦更張)’이라는 경영 화두를 제시한 바 있다. 해현경장은 ‘거문고의 줄을 바꿔 텐다’는 뜻으로, 어려울 때일 수록 긴장의 끈을 늦추지 말고 기본으로 돌아가 원칙에 충실하자는 의미를 담고 있다.

또한 올해 한수원의 모토인 ‘Pride again’ 과 ‘신뢰받는 한수원’으로 새롭게 탄생하는 한수원의 모습을 보여주겠다고 밝힌 바 있으며, 한수원 임직원들은 ‘새로운 시작, 신뢰받는 한수원’으로 거듭나겠다고 개혁 경영 방침에 힘을 보태고 있다.

한수원 중앙연구원은 한수원의 산하 연구 기관으로 원자력발전소의 안전성과 신뢰성, 국제 경쟁력 등을 높이는 역할을 담당하고 있는 전문 연구 조직으로 400여명의 연구원과 전문 기술자들이 신형 원전, 원자로 안전, 기계 재료, 계전 기술, 플랜트 건설 기술, 방사선 환경 및 운영 기술 등을 연구하고 있으며, 이를 바탕으로 창조경제를 견인하고 원자력 발전이 우리나라의 미래 성장 동력으로서 자리매김하도록 최선의 노력을 경주하고 있다.

제어케이블 LOCA 환경 시험의 성공적 수행으로 원전 재가동에 기여

중앙연구원은 안전성 관련 기기가 설계 수명 동안 운전 후 설계기준 사건(DBE)발생 시에도 고유의 안전 기능을 수행할 수 있는지를 시험, 분석 및 운전 경험을 통해 보증하는 기기 검증의 하나인 내환경 검증 시험 설비 구축 및 국내 최초의 원자력 밸브/펌프 성능 검증 설비를 구축하고 국가공인 기기검증시험기관(인증서 번호 : QN-573, 적용 기준 : KEPIC-MF, EN)인증을 취득하여 원전의 성능 검증 시험 기관으로서의 기술 기반을 구축하였다.

내환경 검증 시험 설비는 12년간의 관련 연구 수행을 통해 개발된 것으로 가동 원전의 케이블 내환경 검증 시험에 적용하고 있으며, 특히 신고리/신월성 1, 2호기 안전 등급 제어 케이블에 대하여 70일 동안 수행된 내환경 검증 시험에 효과적으로 활용하여 적기 재가동에 기여한 바 있다. 또한 해외 기관 대비 수

행 기간을 약 6개월 단축하여 약 5천억원의 비용을 절감하는 효과를 가져왔다.

국내 최초 밸브·펌프 성능시험설비 구축

중앙연구원에서 개발한 밸브·펌프 성능 검증 설비는 고압, 대용량의 시험 설비로 정확도와 성능 면에서 외국 설비에 결코 뒤지지 않는다. 본 설비의 국산화로 전량 외국에 의존하던 밸브·펌프 성능 시험을 국내에서도 수행할 수 있는 기반을 구축하였고, 시험 기간과 비용을 외국 대비 50% 이상 절감할 수 있게 되었다.

본 시험 설비를 활용하여 원심형 충전 펌프의 30일 연속 운전 내구성 시험, UAE Barakah 원전 정지 냉각 펌프 및 안전 주입 펌프의 열충격 시험과 같은 원전 핵심 펌프의 성능 시험을 국내 최초로 성공하였으며 원전 핵심 기자재 국산화 및 성능 향상에 크게 기여하였다.

일반 규격품 품질 검증 인프라 구축

일반 규격품 품질 검증(CGID : Commercial Grade Item Dedication)은 단종 등으로 안전성 품목의 구매가 불가능할 경우 일반 규격품이 안전 기능을 수행할 수 있는지 검증하여 안전성 품목으로 사용 가능하게 하는 제도로서 원내에 전문가로 구성된 전사 CGID 전담 조직을 신설하여 CGID 기술 업무와 자체 수행을 총괄하도록 체계를 구축하였다.

2013년도에는 2012년 대비 품목은 11.8배, 수량은 3.3배 증가한 213개 품목(28,780개)을 자체 수행하였으며, 관련 제도 개선과 선진 프로세스 정착으로 일반 규격품 품질 검증 인프라를 구축하였다.

이와 같은 인프라 구축을 통한 CGID 자체 수행으로 미검증 부품을 원천 차단할 수 있는 시스템을 사내에 구축하였으며, 국내 최초로 디지털 기기 소프트웨어 CGID를 위한 기술기준을 수립하고 직접 수행하여 관련 기술 기반 구축과 향후 소프트웨어 CGID의 토대를 마련하였다. 이와 함께 국내 공급사 CGID 프로그램 조기 정착을 위한 활동을 벌인 바 있다.

이번 상을 수상하기까지 밤낮없이 고생한 직원들의 노고를 다시 한 번 치하하며, 오늘날 중앙연구원이 있기까지 헌신해 주신 역대 선후배 및 동료들에게도 심심한 감사의 마음을 전하고 싶다.

끝으로 큰 상을 주신 한국원자력산업회의의 관계자 분들께도 감사의 말씀을 드리면서, 원자력 산업계에 서 묵묵히 본연의 일을 수행하고 계시는 모든 분들께 수상의 영광을 돌린다. 🍎





폴리머 고화 기술의 국산화

이 세 업

(주)한국원자력엔지니어링 사장
[단체]



한 국원자력엔지니어링은 1994년 3월 창립 이래 원자력발전소의 방사선 관리 분야 전문 기술 보유 업체로서 원자력발전소의 방사선 관리 구역 내 출입 관리, 방사선(능) 측정, 방사능 오염 관리, 방사성폐기물 관리 등의 서비스를 제공해왔다.

또한 방사성폐기물 처리 분야에 대한 꾸준한 연구 개발 및 투자를 통해 국내 최초로 방사능 함유 폐윤활유 정제 처리 기술을 개발하여 2004년 국내 업체로써는 최초로 원자력발전소에 보관 중이던 방사능 함유 폐윤활유를 정제 처리하여 자체 처분하였으며, 이후 2차례 추가 처리한 것을 포함하여 총 3회 1,739드럼을 정제 처리하여 자체 처분함으로써 방사성폐기물량을 크게 줄이는 데 기여하였다.

그리고 국내 최초로 슬러지를 고화할 수 있는 고화 기술을 개발하여 그동안 전 원전에 보관하고 있던 슬러지 293드럼을 전량 고화 처리한 실적이 있으며, 방사성 폐액 처리용 소형 증발기를 개발하여 월성 제1발전소에 보관 중이던 중수 세정수 185톤을 전량 증발 처리함으로써 발전소 운영 효율을 높이는 데 기여하였다.

폴리머 고화 기술은 주제인 폴리머와 경화제가 각각의 탱크에서 교반기가 설치되어 있는 Fill-Head로 공급되어 교반된 후 농축 폐액 건조 폐기물 또는 폐수지가 적재되어 있는 드럼 상부에 주입되어 일정 높이까지 채워지면 진공펌프를 가동하여 드럼 내에 있는 공기를 Internal을 통해 제거함으로써 폴리머가 점차적으로 내려와 방사성폐기물 사이의 공극을 채워나감으로써 균질하게 고화시키는 기술이며, 고화 작업으로 인한 생성 드럼의 부피가 증가하지 않아 영구 처분 비용을 크게 절감할 수 있는 획기적인 기술이다.


폴리머 고화 기술은 해외 업체의 경우도 상용화까지 10여년 이상 걸릴 정도로 기술 난이도가 높은 독점적 기술로 국내 기술 개발 실적이 전혀 없는 상태에서 국산화를 위한 자체 기술 확보 및 개발에 많은 어려움이 있었으나, 끈기와 도전으로 포기하지 않고 4년여에 걸친 시도 끝에 국산화와 기술 독립을 달성하였다.

한국원자력엔지니어링이 개발한 폴리머 고화 기술의 중요 기술로는 폴리머 고화 작업 시 작업자의 방사선 피폭을 최소화할 수 있도록 드럼 이송/폴리머 주입/드럼 뚜껑 체결 등의 작업을 원격으로 자동 운전이 가능한 원격 제어 및 감시 기술, 해외 업체도 적용하지 않은 드럼 뚜껑 원격 자동 체결 기술과 Conveyor 내에서 드럼 4개를 동시에 운전하여 농축 폐액 건조 폐기물 적재, 폴리머 주입, 드럼 뚜껑 체결, 드럼 이송 등의 일련 작업을 처리할 수 있는 프로그램의 개발 적용 등과 같은 혁신 기술이 있다.(그림 1)

또한 폴리머 고화 기술 개발의 성공을 결정하는 중요한 요소 중의 하나로 고화체의 균질성 확보와 고화체의 국내의 영구 처분 인도 규정에 따른 고화체 성능 시험 요건 만족이 있다. 국내 업체로는 최초

로 폴리머 고화체에 대한 US NRC Technical Position Rev.1 성능 시험 요건과 국내 인허가 기관의 추가 요건을 모두 반영하여 압축 강도, 열순환, 방사선 조사, 미생물, 침수, 침출, 유리수, 내연성, 가스 발생, Full-Scale 시험 등을 진행하였고, 모두 만족한 결과를 얻었다. 특히 폴리머 고화체임에도 불구하고 방사선 조사 시험을 109 Rad까지 조사하여 고화체의 건전성을 확인함으로써 폴리머 고화 기술의 우수성을 입증하였으며, 가스 발생 시험을 통해 방사선 조사 시 발생하는 가스로 인한 용기 및 처분 시설의 안전성도 입증하였고, 방사성폐기물 종류별(농축 폐액 건조물, 양이온/음이온/혼상 폐수지)로 Full-Scale 시험을 3회씩 실시하여 생성 고화체의 동일성을 입증하는 재현성 시험도 만족한 결과를 얻었다. 이상과 같이 성능 시험 입증을 완료함으로써 국내 최초로 폴리머 고화 기술에 대해 원자력안전위원회로부터 인허가 승인을 받았다.

폴리머 고화 기술의 국산화는 해외 구매 시 지불해야 할 비용 대비 1/2이하의 비용으로 구매가 가능하도록 하였으며, 시멘트 고화 기술 대비 영구 처분 비용을 1/3로 절감할 수 있어 경제성도 높다 하겠다. 또한 폴리머 고화 기술에 대한 인허가 승인과 국내 원전 적용으로 제품에 대한 입증도 완료되어 해외 시장 개척 시 긍정적 효과를 기대할 수 있다.

한국원자력엔지니어링이 폴리머 고화 기술로 제21회 한국원자력기술상을 수상한 데에 대해 매우 기쁘게 생각하며, 국내 최초 개발이라는 어려움 속에서도 묵묵히 맡은 바 소임을 다하고 최선을 다해준 직원 여러분에게 수상의 영광을 돌리고자 한다. 그리고 한국원자력산업회의의 관계자를 비롯하여 본 상을 추천하고 심의하여 주신 모든 분들께도 깊은 감사의 인사를 드린다. 

증기발생기 전열관 점검 및 보수용 경량 로봇 개발

서용철

한국원자력연구원 원자력융합기술개발부 책임기술원



제 21회 한국원자력기술상 장관 표창 수상의 영광을 주신 원자력산업회의의 모든 관계자 분들과 본인의 업무 외에 시간을 내시어 심사하여 주신 심사위원님들께 감사의 말씀을 드린다.

유서 깊고 원자력 분야에서 명성이 있는 단체에서 수여하는 ‘원자력기술상’이라는 표창장을 제가 받는데 대하여 무한한 기쁨과 함께 조금은 겸연쩍다는 생각이 들었다. 주어진 연구 업무에 책임을 다하고자 노력했던 일들만 생각이 나는데 표창을 받게 되니 어떤 표현이 적합한지 하는 걱정도 든다. 이러한 수상의 영예가 저 혼자만의 능력이 아닌 우리 조직의 구성원 모두가 합심하고 노력하여 이루어낸 결과인데 그 보람을 제가 대신하여 누릴 수 있게 되었다.



한편으로는 맡은 분야에서 오랫동안 종사하면서 이루고자 하였던 그 무언가를 조금이나마 달성하였다는 안도감을 갖게 되었고, 한국원자력연구원에 입소하여 지나온 기간이 30년이 다가오며 마음 한구석에 자리하던 조바심을 다소나마 내려놓을 수 있게 되었다.

우리나라가 원자력을 도입한 지 40여 년이 지나도록 다양한 원자력 기술 분야에서 괄목할 만한 많은 성과가 있었으나, 원자력 시설 점검 및 보수에 자체 기술로 개발된 장비를 사용할 기회가 드문 것이 현실이었다.

다행히 한국원자력연구원 원자력융합기술개발부 로봇팀과 한전KPS가 함께 개발한 연구 과제의 결과물인 ‘증기발생기 전열관 점검 및 보수용 경량로봇’으로 신고리 제2발전소 증기발생기 3호기에서 2012년 5월 가동 전 전열관 검사를 수행하였으며, 2013년 수 차례에 걸쳐 4호기에서 현장 시험을 마쳤다. 앞으로 2015년 1월경 4호기 증기발생기의 전열관 가동 전 검사를 수행할 예정이며, 이후 우리나라 최초의 수출 원전인 UAE 원전 가동 전 전열관 검사에 사용될 계획이다.

이 성과물을 국내의 원자력발전소 증기발생기 전열관 검사 및 보수 장비로 더욱 발전시켜 지속적으로 사용되기 바라며, 지금까지 외국 제품에 의존하던 원자력발전소 핵심 시설인 증기발생기 전열관 검사/보수 장비를 완전 국산화하고 해외 시장 진출로 이어져 대한민국 원자력 기술이 계속하여 정진하여 나가기를 기대한다.


이번 성과가 본인에게는 원자력기술상 수상이라는 영예를 안겨 주었으며, 앞으로도 원자력융합기술개발부 로봇팀의 참여 연구원들과 힘을 합쳐 그동안 쌓아온 경험을 바탕으로 연구 업무에 보탬이 되는 연구자로 최선을 다하겠다는 각오를 새롭게 해본다.

오랜 기간 동안 많은 연구 과제를 수행하여 오면서 항상 남아있던 아쉬운 점들이 머릿속을 스쳐 지나간다. 되돌아보니 주어진 그 시간에 조금 더 집중하여 최선을 다하였는지, 저의 부족한 능력으로 말미암아 함께 연구하는 동료들에게 누가 되지 않았는지 노심초사하던 순간들, 연구 방향이 잘못되어 고민하던 시간들, 자그마한 성과에 즐거워하던 일들이 스쳐 지나간다.

누구에게나 이런 느낌은 갖고 있을 것이다. 그것을 다시금 생각하게 되는 이 순간이 소중하게 다가온다.

이 느낌에서 벗어나 제 주위를 보니 많은 분들이 계신다. 원장님 이하 본부장님, 부장님, 팀장님, 그리고 많은 분들께서 관심 가져 주시고, 연구 관련 업무에 아낌없는 도움을 주시는 한국원자력연구원 관계자 여러분께 고마울 따름이다.

저 혼자만의 역량으로 이 영광을 가질 수 없다는 걸 잘 알기에이 자리를 빌어서 모든 분들께 진심으로 감사의 마음을 전한다. 또한 저에게 보람과 기쁨을 주신 한국원자력산업회의 관계자 여러분들께도 거듭 감사의 말씀을 드립니다.

앞으로도 원자력산업 발전에 일익을 담당하시는 모든 종사자들에게 자긍심과 보람을 주는 이러한 기회가 더욱 확대되어 국가 원자력 기술 발전에 매진하는 계기가 되길 기원한다. 



원자력발전소 정비 30년의 성취감과 자부심으로

최정석

한전KPS(주)한빛 제2사업소 전기팀장



부 산 BEXCO 시상대에 섰을 때 잠시나마 지난 회사 생활이 주마등처럼 스쳐 지나갔다. 고등학교를 갓 졸업하고 1983년 한국중공업 시설본부(현 한전KPS)에 입사하여 고리원자력에 첫 발을 들인 후 줄곧 원자력계에서 30년 동안 앞만 보고 달려온 세월이었다.

당시 발전소 정비 분야는 체계 없이 엷혀있는 그물처럼 어수선했다. 환경도 매우 열악하여 먼장갑을 1주일 내내 세탁해서 쓰고, 책상과 의자가 부족하여 간이의자에 줄줄이 앉아있거나, 사무실 밖에서 대기하는 등... 6개월의 짧은 고리 1발전소 생활을 접고 고리 2발전소 시운전 3년은 나에겐 원자력계 정비인의 길을 지금까지 견게 한 초석이 되었다.

고리 3, 4호기 시운전 기간은 끝이 보이지 않는 터널과도 같았다. 공식적으로 1시간 일찍 출근하여 1시간 늦게 퇴근하고, 주말(토, 일) 출근은 당연하다고 생각하는 시절이었다. 또한 건설과 시운전인 CP-S1과 CP-S2공정이 연결되는 과정에서 여러 회사가(협력사 포함)산재되어 작업하다보니 현장에서 크고 작은 사고가 많았고, 철야 작업도 수없이 반복되었다. 20대 초반의 청춘으로선 다소 감당하기 벅찼지만 사회생활이 다 그러려니 해서 큰 불만도 없었다.

그럭저럭 고리 2발전소 3, 4호기 시운전을 마무리하고 초기 오버홀도 잘 마친 후 가까운 고향으로 가고 싶어 고충처리를 하여 영광 1발전소(현 한빛원자력)로 진출하게 되었고, 11년간의 영광스런 영광 생활이 시작되었다.

영광 1, 2발전소 시운전 업무는 이전의 다소 어수선했고 체계적이지 못한 고리 3, 4호기 시운전의 힘든 과정이 약이 되어 나에겐 큰 밑바탕이 되었고, 또다른 기회로 다가왔다. 절차에 준하는 작업과 각종 자료를 DB화하고, 반복적인 OJT교육이 태동하는 단계로 좀 더 구체적이고 일관된 정비 패턴이 이루어졌으며, 그런 일련의 행동들이 차근차근 선배로부터 후배에게, 선임자에서 후임자로 전수되는 체계적인 시스템이 도입되어 정비 분야가 성장하는 계기가 되었다.

도면을 잘 볼 줄 몰라 잘 아는 동료들 자취방으로 초대하여 삼겹살 구워주면서 도면 공부도 부지런히 하였고, 현장의 문제점을 개선한 공을 인정받아 회사에 유익한 발명을 한 자에게 주는 '제안상'을 수상함은 물론 영광 3, 4호기 준공시에는 유공 직원으로 선정되어 당사 사장상을 수상하기도 하였다. 그리고 현재의 아내를 회사에서 만나 결혼도 하고 차장으로 승격하는 등 영광 1, 2발전소는 나에겐 크나큰 전기를 마련해준 고마운 발전소로 남아 있다. 이 모든 것이 나 혼자 노력한다고 되는 게 아닌, 주변 동료의 도움과 회사가 함께 한 결과라고 생각한다.

한빛 3, 4호기 시운전 업무인 부하목록집(Load List)을 일일이 현장을 답사하여 확인하고 도면과 비



교하여 수백 페이지 분량의 그림을 연필로 직접 자를 대고 그렸고, 인쇄하여 책자로 나왔을 때 얼마나 감개무량하던지... 이런 경험이 올진 3, 4호기에서 더욱 빛을 발하여 지지부진하던 부하목록집을 단시간 내 수정·보완 발간하는 공정 단축을 할 수 있었다(지금은 도면작성 프로그램이 있어서 쉽게 PC로 그려낼 수 있다).

승격과 동시에 올진(현 한울)2발전소에서 다시 시작된 8년간의 시운전과 경상 정비 업무는 나에게 새로운 환경 변화와 역경을 극복하는 전환기가 되었고 한 단계 더 성숙하는 계기가 되었다.

얼마 지나지 않아 IMF와 함께 불어닥친 경영 환경 변화로 축소된 정비 조직에서 고리 2, 한빛원자력 세 번의 시운전 경험은 이를 극복할 수 있는 원천이 되었으며, 네 번째 시운전 업무도 성공적으로 마무리할 수 있었다.


고향을 떠나 가족과 함께 4년, 홀로 4년간의 올진 생활은 많은 직원들이 그렇듯이 원자력이란 국가 기간 산업에 대한 책무와 사명감을 갖고 버틸 수 있는 근본이 되었으며, 무수히 많은 현장의 문제가 발생했을 때 동료와 함께 며칠 밤을 새면서 피곤한 몸을 지탱하며 이를 해결하고 성취감과 뿌듯함이 어느덧 일상이 된 나를 발견하곤 하였다.

연어의 회귀 본능처럼 한 바퀴를 돌고 돌아 현재의 한빛 2발전소에 돌아왔을 때, 20년 전에 제안한 설비가 현재도 잘 설치되어 운전되고 있는 것을 현장에서 보았을 때 큰 자부심을 느꼈으며, 이러한 힘들었던 네 번의 시운전 업무였지만 지금 생각해 보면 현재의 강인한 나를 있게 해준 원동력이 아니었나 생각한다.

이런 풍부한 경험을 바탕으로 특허(수저항 자동 측정 장비 개발, 발전기 워터클립 냉각 장치 개발) 및 실용신안(디젤발전기 회전자 인양 장치 개발)을 등록하여 기술 개발에도 게을리 하지 않았으며, 회사 내 설비 개선 제안도 총 52건을 시행하였고, 최근 5년 동안 고객사 한수원 e-CAP150건 발행 등 원자력발전소 안정화에 노력하였다. 2011년도에는 회사 내 품질분임조 경진대회에 직원과 함께 참가하여 동상을 수상하였고, 2013년도에는 우리팀에서 개선한 정비 사례를 제출하여 최종 본선에서 장려상을 수상하여 사업소와 팀의 자긍심을 높였다.

공자가 말씀하길, 나이 십오에 학문에 뜻을 두었고, 서른에 그 뜻이 확고하게 섰으며, 나이 쉰에 하늘의 명을 깨달아 알게 되었고, 예순에 어떤 내용에 대해서도 잘 순화시켜 받아들였다고 한다. 나는 나이 이십에 입사하여 어느덧 지친명 쉰이 되었으니, 제대로 인생의 의미를 깨닫고 그동안 앞만 보고 달려왔다면 남은 직장 생활 10년의 세월을 역지사지의 마음으로 하루하루가 과거와 다른 나를 발견하는 새로움이 짝트는 시간들을 보내고, 일상을 생성감있게 살도록 노력하겠다.

본 수상을 계기로 우리 회사 사장님께서 30주년 기념사에서 말씀하신 ‘봉산개도 우수가교(逢山開道 遇水架橋, 산을 만나면 길을 내고, 물을 만나면 다리를 놓는다)’ 처럼 아무리 힘든 역경이라도 잘 극복하고 회사의 성장 동력에 밑거름이 되어 300년 이상의 지속 가능 기업이 되도록 최선을 다하겠다.

끝으로 새 봄의 상큼한 기운이 완연하고 푸르른 생명력이 약동하는 4월에 세계 최고의 원자력발전소 안정 운전과 최고의 정비 기술 전문 회사의 직원으로서 여러모로 부족한 본인을 제21회 한국원자력기술상을 수상하는 데 도움을 주신 한국원자력산업회의 관계자 여러분과 오늘의 영광이 있도록 배려해 주신 한전 KPS 사장님 이하 전 직원 분들께 깊은 감사를 드린다. 

30여년간 영광, 고리, 월성, 신고리 원전 건설

정완모

현대건설(주)부장



먼저 이런 영광스런 상을 수상하게 해주신 한국원자력산업회의의 관계자 및 그 밖의 많은 분들께 깊은 감사의 말씀을 드립니다. 한편 원자력산업의 발전을 위해서 노고를 아끼지 않는 수많은 원자력 기술자들에게 미안하고, 저보다 훌륭하신 수많은 분들이 받아야할 상을 제가 주재님께 받은 기분이 들어 죄송함과 함께 미력이나마 앞으로 더더욱 분발해야겠다는 사명감마저 든다.

사실 아랍에미리트 원자력발전소 공사 수주를 전후하여 국내외에서는 원자력 르네상스라며 잠시 들뜬 분위기에 젖은 상태에서 뜻하지 않게 후쿠시마 사태를 맞이하여 원자력산업이 안전성 등의 이유로 원자력발전소에 대한 시선이 다소 냉소적으로 바뀌게 됨에 따라 원자력에 종사하는 모든 분들이 더욱 열심히 원자력의 안전성 확보와 원자력 안전문화 의식 고취 등을 통하여 다시 부흥기로 접어들도록 노력하여야 할 때라고 생각한다.

미국 TMI 원전 사고, 소련 체르노빌 원전 사고 등으로 그간 다소 부침은 있었지만, 원자력에 대한 인식의 차이로 작금과 같이 온 국민이 신경을 곤두세운 적은 없었던 것 같다. 무엇보다도 신뢰 회복을 위한 노력이 원자력 종사자 모든 분들에 의해 신속하고 투명하게 이루어져야 할 때라고 생각한다.

개인적으로는 30여년간 시공사에 근무하면서 영광 1~6호기, 고리 3, 4호기, 월성 2호기, 신고리 1~4호기의 건설에 참여할 수 있는 영광을 누렸다.

돌이켜보면 고리 3, 4호기에 비해 모든 것이 많이도 변했거니와 시행착오도 있었다. 1985년 말 영광 1, 2호기 시절, SSILS룸(릴레이 룸) 및 MCR로 공급되는 냉동기가 동파되어 모두들 연말연시 휴가를 즐기는 가운데 당시 나는 HVAC를 담당했던 이유로 텅 빈 현장을 VENDOR와 함께 냉동기 시험을 수행해야 했던 일은 30여년이 된 지금도 잊혀지지 않는다.

요즘 생각하면 그게 그렇게도 절박했던가 하고 반문해 본다. 사실 지금도 신고리 3, 4호기는 사무실용 임시 냉방기가 돌아가고 있는데 말이다(케이블 재작업으로 해수 및 기기냉각수 정지 상태임).

시험 장비들도 80년대에 비해서 복합형으로 일체화되고 아날로그 타입에서 디지털 타입으로 바뀌어 장비 사용 속도가 더 힘들어 지기도 하였으며, 당시에는 시험 장비가 외산으로 사용 전압이 모두 AC110V였으며, 현장에는 AC220V를 공급하여 무심코 플러그를 꽂아서 시험 장비를 태워먹는 일도 이따금씩 일어나기도 했다.

이왕 시험 얘기가 나왔으니, 배터리(DC 전원 공급용의 축전지)얘기를 안 할 수 없다. 과거에는 배터리에 전해액이 채워지지 않은 상태로 설치가 되었으므로 비중을 현장에서 맞추었으며, 방전 시험 시에는 수저항(현장에서 철판으로 만든 물탱크에 소금물을 채움)으로 방전 전류를 조정하기 위해서 도르래를 이



용하여 블레이드를 물탱크의 소금물 속에 집어넣었다 뺐다를 반복하다 보면 블레이드가 전극 분해되어 닳아 버리곤 했는데, 영광 5, 6호기부터 Load bank를 이용하여 별도의 수저항 제작 등의 불필요한 준비 없이 용이하게 배터리 방전 시험을 수행해오고 있다.

신고리 1호기 SIT수행 시에는 선형 발전소에서 사용하던 변위계측기(Extensometer)가 노후되어 재구매를 위해 해외 VENDOR에 확인 결과 이미 생산이 중단되어 발주처인 한수원에서 국내 중소기업에 제작 의뢰를 하여 납품케 하였다. 그런데 당시 변위계측기 특성을 정확히 이해하지 못한 상태에서 제작되어 압력에 따른 변위의 선형 변화에 대응하지 못하고 구형과 신호를 발생시켜서 만족할 만한 데이터 취득이 불가능하였다. 그래서 물처리장 내부에서 제작사 기술진, 발주처와 시공사가 Simulation용 변위계를 설치하여 수많은 시행착오를 거쳐서 모두 재교정하여 장장 16일간에(IPS 기준 3일 소요) 걸쳐 구조물 건전성 시험을 완료하게 된 적이 있다. 이후 이 계측기는 국산화에 성공하였다.

이렇듯 원자력 종사자 모두가 각자의 위치에서 묵묵하게 자신의 열정과 노력으로 원자력산업의 발전에 이바지해 오고 있다고 생각한다.

끝으로, 저에게 영광스러움을 안겨주신 한국원자력산업회의 관계자와 원자력 종사자 모든 분들께 거듭 감사의 말씀을 드리며, 대한민국 원자력산업의 무궁한 발전을 기원 드린다. 모두 모두 행복하시길 바란다.

국산 원전의 신기술 · 신공법 개발에 참여

문태엽

한국수력원자력(주) 해외사업처 차장



먼저 제가 제21회 한국원자력기술상을 수상하게 된 것에 대해 매우 기쁘게 생각한다. 무엇보다, 지난 10년간 제가 몸 담고 있던 한수원 건설본부 여러분들께 깊은 감사의 말씀을 드린다. 특히, 지난 2년여 동안 핀란드 울킬루오토 4호기 원전 수주를 위해 동고동락해 온 핀란드사업추진팀의 모든 분들과 수상의 영광을 함께 하고 싶다. 아울러 그동안 저와 함께 일하면서 음양으로 도와주신 국내 원전 건설 분야의 많은 분들께도 이 기회를 빌어 감사의 말씀을 드린다.

사실, 우리가 하고 있는 원자력발전소 건설과 관련된 일들의 특징은 개별적인 일들의 나열이라기보다는 다양한 일들을 퍼즐처럼 서로 조합하여 비로소 하나의 완성품을 만들어 가는 것이라고 생각한다. 그러기에 장기간에 걸친 수많은 사람들의 협력이 없이는 결코 이룰 수 없는 일이다.

그런 의미에서 저는 금번 수상을 제 자신의 수상이라기보다는 그동안 제 주변에서 함께 고생하신 모든

분들을 대신해서 제가 받은 것으로 생각하고 있다. 그래서 한편으로는 미안하고 씩스러운 마음이 있는 것도 사실이다.

저는 1997년 입사하여 영광 5, 6호기와 신고리 1, 2호기 건설 현장에서 시공 기술과 품질 검사 현장 요원으로 OPR1000 원전 건설에 참여하였다. 2004년 한수원 건설기술처에 전입한 이래 7년여 기간 동안 모듈화공법 등 국산 원전의 해외 수출 경쟁력을 강화하기 위해 신기술·신공법 개발에 참여하였고, 국내 신규 건설 원전에 이러한 기술과 공법들을 적용하는 일들을 계속 해왔다. 아울러, ICAPP, SMIRT, PBNC 등 컨퍼런스에 관련 논문을 발표하여 국제 원자력산업계에 우리 원전 건설 기술의 우수성을 알리기도 하였다.

지금에서 돌이켜 볼 때, 이런 저의 과거의 일들이 1971년 고리에서 상업용 원전이 건설된 이래, 우리나라 원자력산업이 세계 속에서 양적으로 질적으로 성장해 가는 과정에서 선배 기술인들의 터 위에 저에게 주어진 기회들이었다고 생각한다.

2012년부터는 핀란드 올킬루오토 4호기 사업 수주를 위한 입찰전담팀에서 근무하게 되면서 보다 더 직접적으로 원전 수출을 위한 해외 사업에 참여할 기회를 갖게 되었다.

저를 포함해서 저희 팀의 모든 분들이 야근과 주말 근무를 불사하며 사업 수주를 위해 구슬땀을 흘린 덕택에 세계 최고 수준의 기술을 요구하는 발주사의 요구에 맞춘 기술입찰서를 제출할 수 있게 되었다. 앞으로 남아 있는 입찰 평가 등 사업 진행을 통해 UAE에 이어 두 번째 원전 수출이라는 한국 원자력산업의 바람이 꼭 이루어지기를 기대한다.

아프리카 속담에 “빨리 가려면 혼자 가고, 멀리 가려면 함께 가라”는 말이 있다고 합니다. 저는 금번 수상을 통하여 제가 하고 있는 일들이 장거리 달리기와 같고 긴 경주를 하기 위해서는 저와 함께 가는 분들이 소중한다는 것을 더 깊이 알게 되었다. 다시 한번 그동안 함께 도와주시고 격려해 주신 분들께 감사드리며 수상 소감 글을 마친다. 🍀

UAE 원전 APR1400 증기발생기 출하를 바라보며

오은종

두산중공업(주) 원자력생산기술1팀 차장



우리나라 최초의 해외 원전 수출 프로젝트인 UAE 원전 1호기에 설치될 증기발생기 2기를 4월 25일 두산중공업 창원공장 부두를 통해 출하하였다. 2011년 5월 최초 공정인 튜브시트 크래딩 용접의 시작으로 최고의 품질 확보를 위해 증기발생기 제작에 쏟은 3년간의 열정에 대한 보상이라 생각하고 공사를 담당한 일원으로서 마음껏 즐길 수 있는 순간이었다.



두산중공업은 증기발생기를 포함한 국내 기술로 독자 개발한 APR1400의 다양한 주기기 및 터빈/발전기 제작을 통해 조성된 대외 신뢰도를 기반으로 향후 추가적인 해외 수주로 이어지길 기대하고 있다.

이러한 희망적이고 대외적인 분위기는 한국표준형원전인 OPR1000의 한빛 원전 3, 4호기 주기기 제작으로부터 습득된 기술과 경험이 APR1400의 최초 프로젝트인 신고리 원전 3, 4호기 제작을 통해 한 단계 도약할 수 있는 기반이 되어 UAE 원전으로 이어지는 성공적인 결과라 할 수 있으며, 이러한 성공의 과정에서 감춰진 엔지니어의 무수한 노력과 열정을 되새겨 본다.

신월성 원전 1, 2호기까지의 OPR1000보다 용량이 증가된 APR1400은 중량, 크기 및 두께의 증가와 더불어 각 종 검사 요건의 강화로 인해 새로운 개념의 용접 기술 개발을 통한 최고의 용접 품질이 요구되었다. 이러한 기술적인 니즈에 대해 제작 여건을 반영한 설계 요건 개선, 절차 검증, 모의 시험 등의 Pre-Production 작업을 수행하여 도출된 문제를 사전에 해소함으로써 초도 제작의 어려움을 극복하였으며, 주기기 제작의 핵심 기술인 크래딩 절차, Tandem 용접 기술, 튜브 밀봉 용접, 관막음 등의 특수 용접 기술을 개발함으로써 원자력 제작의 독자 기술 확보에 집중하였다.

또한 SAW 노즐 자동 용접기를 포함한 용접 장비 국산화 및 대형 국부 열처리로 등의 주변 장치를 독자 개발을 통해 보유함으로써 주기기 제작 능력을 확보하였으며, Nuclear Welding Lab.을 통한 용접사 기량 향상 및 용접 장비 자동화를 통해 용접 품질의 경쟁력 확보에 기여를 하였다.

특허권 하나가 업계의 판도를 바꾸는 시장 구조에서 다양한 시도 및 장기간의 개발 기간에 소요된 노력의 산물인 기술 개발 자원을 보호하기 위해 다수의 국내외 기술 특허를 보유하고 있다.

원자력 초기부터 원자력 특수 용접 자재를 해외 업체가 독점 공급함에 따라 과도한 비용, 장기 구매 기간 및 세계 경기 변동에 따른 수급 불안 등의 해외 의존에 따른 문제를 해소해야 하는 필요성이 지속적으로 대두되었다.

2008년 SAW 자동화이어의 개발을 시작으로 국내 업체들과 동반 성장을 기반으로 한 기술 협조를 통해 저합금강, 스테인리스강 및 인코넬 690 재질을 대상으로 용접 품질이 우수한 총 21건의 용접 재료를 2013년 국산화를 최종 완료함에 따라, 원자력 주기기 제작의 근원적 경쟁력 확보와 더불어 특수 용접 자재 기술 자립을 통한 원자력 30년 숙원 사업을 해결하였다. 이러한 원자력 용접 자재 국산화를 위한 선도적인 노력은 국내 원자력 제작 업계에 많은 긍정적인 파급 효과를 미치리라 기대하고 있다.

기존 한울 3, 4호기 증기발생기의 출력 저하 및 정비 장기화를 해소하기 위해 RSG(교체형 증기발생기)의 긴급 제작이 요구되는 상황에서 설계 및 제작 방법 개선, 관련 기관과의 기술 협의, 정부 인허가 서류 승인 등의 철저한 사전 준비와 더불어 제작중 핵심 공정의 완벽한 수행 및 엄격한 품질 관리를 통해 2013년 5월 및 2014년 1월 한울 원자력발전소 인도를 완료하였다.

원자력발전소의 SGR(증기발생기 교체 공사)는 WEC, URS/TRACTEBEL, MHI 등의 해외 업체가 교체 작업 실적 및 핵심 기술을 기반으로 독점을 하고 있는 시장 구조에서 당사는 국내 유경험사와 컨소시엄을 구성하고 1차 측 작업을 단독 수행하기로 결단하여 한울 3, 4호기 SGR 공사를 수주하게 되었다. 초도 작업에 따른 경험 부족과 교체 작업에서 발생한 다양한 이슈를 핵심기술의 자체적인 개발로 극복하였고 계획된 작업 일정을 단축해 성공적으로 마무리함에 따라, 해외 선진 업체와 대등한 기술 역량의 보유로 국내 증기발생기 교체 사업 분야의 선도 주자로 발돋움하게 되었다.

두산중공업의 베트남 합작법인인 '두산비나'는 해수 담수화, 화력, 운반, HRSG 등의 각종 플랜트 설비 제작을 위한 사업 구조를 가지고 있었으나, 당사는 베트남 원전 수주에 집중하기 위해 원자력 사업을 위한 첫 단추로 원자력 인증서 취득을 목표로 했다. 두산비나의 방문을 통해 품질보증 시스템과 다양한 절차 관리 및 코드 교육 등의 인증서 취득 준비에 적극적인 지원을 하여 2013년 12월 실시된 ASME Survey의 성공적 수행 및 2014년 2월 공장 제작 및 현장 설치가 가능한 인증서를 취득함에 따라 동남아시아 최

초로 원자력 기기 제작이 가능한 공장이 되는 쾌거를 달성하였다.

이러한 성과는 베트남 정부의 많은 관심을 이끌게 되었고, 원전 발주 시 베트남 자국 내 국산화를 증대 효과가 부각되어 차별화된 원전 수주 경쟁력 확보에 기여해 당사는 두산비나를 베트남의 중공업 분야 선도 기업이자 베트남 국민기업으로 성장시킬 계획이다.

2007년부터 협력업체 엔지니어 및 현장 실무자 대상으로 용접기술사로서의 용접 이론 지식을 기반으로 20여년 간의 원자력 주기기 제작 및 용접에 대한 실무 경험을 두산중공업 직업훈련컨소시엄사업단의 용접 실무 강사 활동으로 공유하고 있다.

당사의 축적된 기술과 우수한 훈련 시설 및 최고의 기술자를 활용한 협력업체 인원에 대한 지속적인 직무 능력 향상 교육은 기업의 품질 및 기술 경쟁력 재고에 많은 기여를 하고 있다.

원자력인의 한 사람으로서 원자력산업계 최고 권위의 한국원자력기술상을 수상하게 되어 무한한 영광으로 생각하며, 이 상이 주는 의미를 깊이 되새겨 원자력 제작 기술의 지속적인 발전을 위해 더욱 더 매진 하겠다는 다짐을 하게 된다. 끝으로 세계 최고의 기술 개발을 위해 많은 시간을 함께 고심한 동료분들께 이 상의 공을 드린다. 🌟

원전 계측제어시스템 국산화를 넘어 세계 시장으로

이순성

BNF테크놀로지(주)부사장



먼저 제21회 한국원자력기술상을 수상하게 된 것을 개인적으로 정말 기쁘게 생각하며, 원자력 산업 분야에서 함께 일하고 있는 동료와 선배들에게 감사의 마음을 전하고 싶다.

본인이 20여년 전에 원자력공학을 전공하고 사회생활을 처음 시작하게 된 곳은 한국원자력연구원이다. 그 당시 연구원에서는 미국의 ABB-CE와의 기술 협력을 통해 한국형표준원전을 국산화하는 국책 과제를 수행 중이었고, 영광 3, 4호기 시운전이 한참 진행되던 시점으로 기억이 난다. 입사 초기에는 먼저 입사한 선배들이 현장에서 일어나는 긴급한 기술적 이슈를 해결하고 미국과 실시간으로 기술 협의를 하는 것을 보면서 앞으로 해야 할 일에 대한 부담과 책임감을 많이 느꼈던 것 같다. 하지만 본격적으로 발전소 정보 처리 계통 소프트웨어 설계에 참여하면서 학교에 다닐 때 피상적으로 공부한 내용을 구체적인 발전소 설계에 적용하며 나름대로 뿌듯하고 즐거운 시절을 보냈다.

이 과제에 직·간접적으로 참여한 여러 기관 및 기술진들의 열성적인 노력으로 우리나라는 한국형표준



원전 설계를 포함하여 주요 핵심 기술의 국산화에 성공하였다. 특히 내가 참여한 발전소 정보 처리 계통의 핵심 소프트웨어 기술은 기존 외국의 기술과 비교해도 경제적으로나 기술적 측면에서 우위가 있었으며, 이를 상용화하면 세계 시장에서도 경쟁 우위에 설 수 있겠다는 자신감을 가지고 동료 선후배와 의기투합하여 플랜트 소프트웨어 전문 기업인 BNF테크놀로지를 창업하게 되었다.

처음에 6명으로 시작한 회사는 지금 인도 지사를 포함해 100명 이상의 대가족을 거느린 중견 기업으로 성장하여, 사우디, 쿠웨이트, 말레이시아, 미국 등지의 세계 플랜트 시장을 공략하고 있다.

창업 초기에는 기확보한 핵심 소프트웨어 기술을 업그레이드하여 고리 원전 2호기의 소내 주전산기 교체 공사를 성공적으로 수행하며 관계자들로부터 많은 호응을 받았다. 이후 고리 원전 1호기와 울진 원전 1, 2호기 소내 전산기 소프트웨어를 공급하고, 최근 상업 운전을 시작한 신고리 원전 1, 2호기와 신월성 원전 1, 2호기의 발전소 감시 경보 시스템 소프트웨어를 공급하였다.

특히 이 소프트웨어는 기존에 발전소 감시 계통(PMS)과 발전소 경보 계통(PAS)으로 따로 설계·운용하던 것을 통합한 것으로 설계 효율성 제고는 물론, 기술 및 경제적 측면에서 획기적으로 개선했다. 지금은 신월성 원전 1, 2호기 발전소 정보 처리 계통을 개발하여 시험 중에 있으며, 올 해 말부터 현장에 적용하기 위해 열심히 노력하고 있다.

2003년에는 원전 분야의 경험을 바탕으로 분당복합화력의 공정 제어용 전산 설비 공급 계약을 체결하면서 화력 발전 분야로도 시장을 넓혔다. 기존에 두 곳에 나뉘어 운영되던 중앙제어실을 하나로 통합하고 노후화된 설비 교체를 성공적으로 완수한 것으로, 이는 ABB, GE, SIEMENS, MHI 등 다국적 기업이 주도하던 화력 발전의 분산 제어 시스템 분야에 우리나라 중소기업이 진출한 역사적인 사건으로 국내 업계의 관심을 모은 바 있다.

해외 시장의 경우는, 사우디전력청 산하의 6개 발전소의 노후화된 GE터빈 제어 시스템의 HMI(Human Machine Interface) 소프트웨어 교체를 시작으로, 사우디 담수화 공사, 쿠웨이트 석유화학회사 및 국영석유공사, 미국 텍사스의 복합화력 발전소, 말레이시아 전력공사, 인도 철강회사 등지에 온라인으로 설비의 고장을 사전에 예측하고 원인을 진단하는 신제품을 공급하며 적극적인 마케팅을 진행하고 있다.

이제는 발전 분야뿐만 아니라 가스, 석유화학, 정유 등 전체 플랜트 사업 분야로 영역을 확대해 나가고 있으며, 세계 속의 우수한 기업으로 성장해 나가기 위해 현재의 작은 성취에 만족하지 않고 도전과 변화를 두려워하지 않으며 올바른 기업문화에 기반을 둔 강소기업으로 끊임없이 발전해 나갈 것이다.

향후에도 원전을 포함한 플랜트 분야에서 설비의 신뢰성 향상을 위한 신기술 개발 수요가 대폭 증가될 것으로 전망하고 있으며, 지금보다 더 많은 기술 개발 노력이 요구되고 있다. 이에 맞추어 앞으로도 꾸준한 신기술 개발로 국가 산업 발전에 조금이나마 기여하고 싶다.

끝으로 더 훌륭한 자격을 갖춘 선후배님들이 많이 계신데도 불구하고 본인이 상을 수상하게 되어 송구스러운 마음이 들지만, 어렵게 국산화된 기술을 가지고 세계시장에서 성공하여 국가의 위상을 더 높이라는 격려로 생각하고 감사하게 받으려고 한다. 지금도 불철주야 맡은 바 소명 의식을 가지고 묵묵히 일하면서 세계 각지로 열정을 가지고 쫓아다니는 회사 임직원들에게 이 수상의 영광을 돌리고 싶다. 