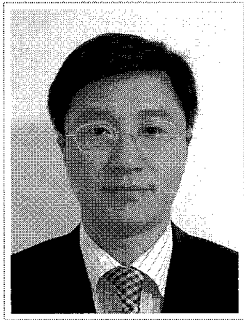


원자력용 안전 등급 펌프와 순환수 펌프 국산화 개발

임우섭
효성EBARA(주) 상무



원자력산업의 발전과 기술 혁신을 위해 선도적인 역할을 수행하고 있는 한국원자력산업회의에서 수여하는 원자력기술상 은상을 수상하게 된 것을 무한한 영광으로 생각하며, 수상에 즈음하여 개발 과정에서 고객이 아닌 공동개발자라는 인식을 바탕으로 많은 도움을 주신 한국수력원자력(주)와 두산중공업(주)의 관계자분들과 많은 어려움이 있었으나 자신의 임무를 성실히 완수한 동료들에게 감사를 드린다.

국가 기간 산업의 주요 프로세스에 사용되는 대형 펌프, 고온·고압 펌프, 석유화학플랜트의 Inside Boundary 내의 펌프와 같이 대부분 외국사에 의존하던 여러 플랜트에서 소요되는 핵심 펌프의 국산화 사업의 추진과 더불어 특히, 원자력 안전 등급 펌프의 국산화 개발은 우리의 기술 수준 향상뿐만 아니라 품질 시스템적으로도 Global Standard에 부합할 수 있는 능력을 확보하였다고 하는 점에서 더욱 그 의의가 크다고 할 수 있을 것이다.

개발 과정에서 수 차례 시행 착오를 거치면서 설계 기술, 품질 관리와 제조 기술을 한 차원 높게 Upgrade 시켰고, 이를 통한 인적 능력의 배양을 통해 우리가 한 단계 더 발전할 수 있는 계기를 마련하였다고 생각한다.

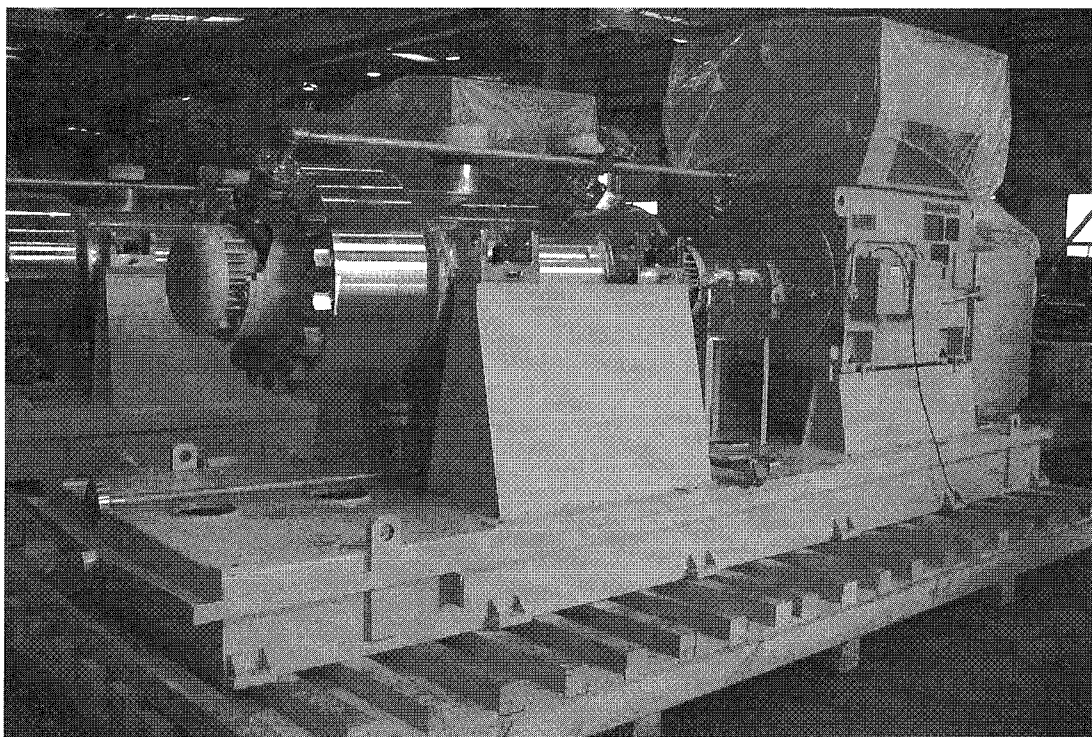
여기서는 지난 10년간 원자력 펌프의 국산화를 위해 필자가 수행한 내용과 경험을 소개드리고자 한다.

안전 등급 펌프(Q-CLASS)의 국산화 개발

효성에바라(주)의 창원 공장에서 설계팀장으로 재직 중 1996년부터 동 펌프류의 국산화 필요성을 절실히 느껴 업무추진팀을 구성하여 국산화에 필요한 기초 자료 수집을 위해 한수원(당시 한국전력공사), 두산중공업(당시 한국중공업) 관계자뿐만 아니라 평소 친분이 있던 해외 선진 Maker인 Flowserve와 KSB 관계자와 끊임없이 접촉하여 설계, 제작, 품질 보증 등 업무 프로세스별 기술을 분류하고 정비하였다.

또한 회사가 그 동안 습득, 축적한 기술과 새로이 배우고 개발한 기술의 접목을 통해 국산화에 필요한 기술 기반을 구축하였다.

창원공장의 공장장으로 근무한 1997년부터는 원자력발전소 안전 등급 펌프 국산화 전담팀을 구성하고 본격적인 국산화 개발을 진두 지휘한 결과, 1997년에는 원자로시설생산



High Pres. Safety Injection Pump

업허가증을 취득하고 1998년에는 전력산업기술기준(KEPIC) 취득에 성공하여 한국전력공사 및 원자력 주기기 업체로부터 국내 업체로는 최초로 안전 등급 펌프류의 공급 납품 유자격 업체로 인정받게 되었다.

이러한 성과를 바탕으로 올진 원자력 #5,6호기부터 차례로 안전 등급 펌프를 공급 계약하여, 엄격한 품질 관리 시스템에 따라 설계→제작→시험→납품을 성공적으로 수행하였다.

그 동안 국산화 개발에 성공한 안전 등급 펌프로는 원자로 냉각재 상실 사고시 관로내의 압력 보충을 통하여 온도 상승을 억제하여 안전을 확보하는 안전 계통의 핵심 펌프인 High Pressure / Low Pressure Safety injection Pump(안전 주입

펌프)를 비롯하여 Containment Sparay Pump, Pumps For Chemical & Volume Control System 등이 있다.

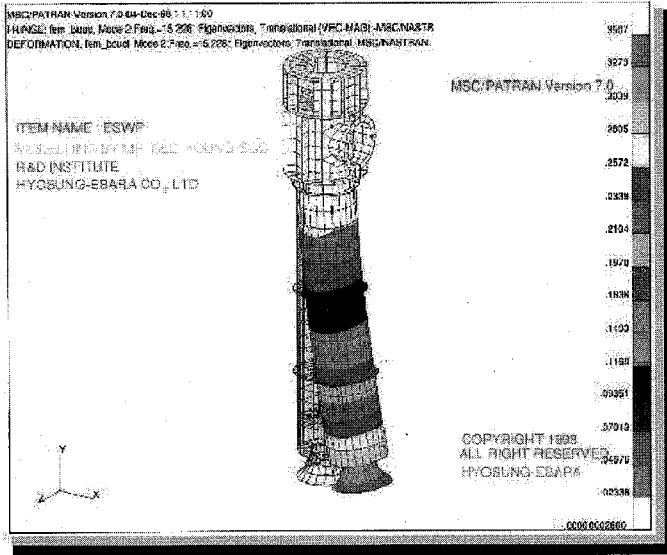
특히, 안전 주입 펌프는 내지진 해석, 진동 해석과 열응력에 의한 작동성 해석을 수행하였고, 냉각재 상실 사고시 운전 모드와 동일한 조건(온도가 4℃에서 5초 이내에 약 200℃로 급변)하에서 순간적인 열충격에서도 건전하게 운전됨을 실제 시험을 통하여 검증하였다.

고압 안전 주입 펌프는 3600rpm의 고속으로 회전하면서 고압수를 펌핑하므로 회전부와 압력부 사이의 틈새 공차가 매우 중요시 되는 기기므로 조그만 외력에 의해서도 큰 손상을 일으킬 수 있는 조건의 펌프이다.

이와 같은 조건에서 운전 가능하도록 하기 위하여 사전 해석 결과를 설계에 반영하고 주요 회전부에는 특수 경화 처리를 통해 열충격에 의한 마모를 최소화되도록 하였다.

최초 국산화 개발을 수행하는 동안 제작뿐만 아니라 현장 설치 과정에서도 많은 문제점과 기술적 난관에 봉착하였으나, 한수원과 두산중공업의 협력으로 문제를 극복할 수 있었다. 그 결과 현재 미국이나 유럽 제품 못지않게 좋은 운전 상태를 보이고 있다.

이와 같이 설계 단계에서부터 현장 설치, 시운전에 이르기까지의 많은 경험과 새로운 기술 개발을 통하여 Know-How와 Trouble 해결 능력을 확보하게 되었고, 외국사와 경쟁할 수



대형 압축 펌프의 진동 해석

있는 기술 기반을 구축하였다.

차세대 원전에서도 국산화 기기를 더욱 확대해 나갈 예정이며, 해외 원전 시장의 진출을 도모하고 있다.

원자력발전소용 대형 순환수 펌프의 국산화 개발

순환수 펌프는 중량이 100톤이 넘고 제작 기간만 1년 이상이 소요되는 초대형 기기로서 그동안 국내 업체로는 제작이 불가능할 것으로 인식되어오던 펌프이나 과거 기술 연구소에서의 연구 개발 경험을 통하여 습득한 기술력과 그리고 회사 재직시 진학하여 대학원에서 공부한 진동 기술력, 설계팀에서 축적 발전시킨 생산 기술력을 바탕으로 독자적 연구 개발을 통하여 국산화 개발에 성공하였다.

본 기기는 다음과 같은 기반 기술력이 요구된다.

- 365일 24시간 운전되는 대용량 펌프로써 펌프 효율의 극대화
- 바닷물 수위에 따른 펌프 전압정 변화에 대처하기 위한 넓은 운전 범위
- 바닷물에 대한 부품의 방식
- 입축 펌프의 구조적 취약성을 극복할 수 있는 진동 해석 및 예방 기술
- 펌프 수조 형상에 의한 볼텍스를 예방하기 위한 수리 모형 시험
- 흡입 성능을 검증하기 위한 모델 펌프 시험

상기의 기술은 단지 연구를 통하여 확보하기 어려운 기술로서 SITE에서 발생한 다양한 사례를 조사하여 개발 설계와 제조시에 반영하고, 공장 내 시험 검증을 하였고, 여러

프로젝트를 수행하면서 독자적인 기술을 확보하여 이제는 100% 국산화를 실현할 수 있게 되었다.

원자력 펌프의 기술 기반 구축을 위한 활동 및 효과

선진 외국사들이 기술 이전을 기피하던 원자력 펌프에 있어 핵심 기술인 내진진 해석, 피로 해석 및 구조 건전성 해석 능력과 원자력 규격(ASME Code 및 KEPIC)의 적용 능력을 확보하였고, 제품 개발과 현장 설치/운전 경험을 통해 Know-How를 축적하여, 기술의 Level-up 및 제품 신뢰성을 확보함으로써 원자력 펌프의 독자 기술을 정립하게 되었다.

원전 펌프의 국산화 개발로, 원전 시스템의 국산화에도 기여 할 수 있게 되었고, 현재 진행중인 차세대 원전, 소형 담수화 원자로 설비 등과 같은 국가적 사업으로 추진중인 플랜트의 시스템 개발시에도 더욱 효율적인 설계가 가능하게 되었다.

또한, 국가적으로 수입 대체 효과뿐만 아니라 기간 산업의 주요 기기에 대한 신속한 Custom service, 현장 설치 및 운전시 기술 지원, 사용자와의 긴밀한 기술 교류가 가능하게 되었고, 이러한 효과는 건설 공기 단축, 건설 원가 절감과 시스템 개선은 물론 한국 원자력 발전의 경쟁력을 제고하는 데 일조를 할 것으로 기대하고 있다. 