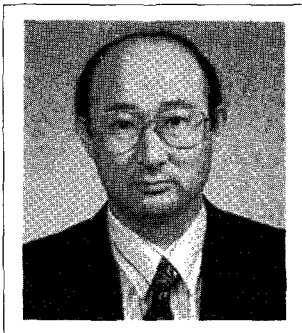


중수로형 원자로의 국산화

-개발경위와 의의-

한 동 진

한국중공업(주) 원자력본부 월성 PM



한국중공업(주)는 최근 캐나다에 이어 세계에서 두번째로 700MW급 중수로형 원자로(CALANDRIA)를 국산화 개발하는 데 성공, 월성 4호기 건설현장으로 출하하였다.

지난 94년 5월 제작에 착수하여 19개월만에 완료된 이 국산 원자로는 스테인리스와 튜브 소재인 지르코늄 등 초합금강으로 제작된 계약금액이 120억원에 이르는 고부가가치 제품으로, 이번 국산화에 따라 수입대체효과는 물론, 앞으로 중국을 비롯한 동남아시아 지역의 원자력발전소 수출에 새로운 전기가 될 것으로 기대된다. 그간의 개발경위와 국산화의 의의 등을 살펴본다.

95년 12월 15일. 이날은 원자력발전소의 주설비 제작회사인 한국중공업(주) 및 국내외 원자력 사업분야에 일대 획을 긋는 매우 자랑스러운 날로 기록될 것이다.

중수로형 원자로의 국산화.

일명 칼란드리아(CALANDRIA)라고 불리는 이 중수로형 원자로의 국산화는, 요즘 한창 마스크의 주목을 받고 있고 국민들의 관심이 고조되고 있는 대북 경수로 지원의 모델인 한국

표준형 경수로형 원자로의 완전 국산화와 함께, 우리나라의 원자력 주설비 제작기술 경쟁력을 국제적으로 홍보하는 계기가 되었다.

또한 700MWe급인 중수로형 원자로의 국산화는 캐나다에 이어 세계에서 두번째로 개발에 성공한 것으로, 세계무역기구(WTO)가 출범됨에 따라 통상의 국경이 사라지고 발전설비 시장에 해외 우수 업체와의 무한경쟁 체계가 도입되는 97년 이후의 국내외 원자력 발전시장에서도 당당히 경쟁

할 수 있는 기틀을 마련한 것으로 평가된다.

중수로형 원자로 국산화 성공의 계기로 한국중공업(주)는 지난 95년 한국표준형 경수로 타입 울진원자력 3호기(95년 3월 제작완료)와 4호기(95년 11월 제작완료)의 국산화를 성공적으로 수행한 데 이어, 이번에는 세계적으로 원자로의 양대 타입인 경수로형과 중수로형 원자로를 함께 생산할 수 있는 세계 유일의 발전설비 제작업체로 부상하였다.

이런 점에서 이번 월성 4호기 중수로형 원자로인 칼란드리아의 국산화 개발성공은 매우 뜻깊은 쾌거이며, 원자력 발전설비 제작 종사자들에게 커다란 자부심을 갖게 된 계기가 되었다고 생각한다.

중수로형 원자로의 개요

현재 전세계적으로 가동되고 있는 상업용 원자로(Reactor)는 미국에서 개발한 가압경수로(Pressurized Water Reactor)와 캐나다에서 개발한 가압중수로(Pressurized Heavy Water Reactor)의 양대 타입으로 크게 분류된다(표 1).

국내에서 가동 또는 설치중인 원자로 중 월성 1·2·3·4호기가 유일하

게 가압중수로형 원자로에 속한다.

가압중수로의 핵증기 발생설비의 심장부는 칼란드리아라고 불리는 큰 스테인리스강(Stainless Steel)의 원통형 용기로, 이 용기는 저온·저압 상태의 중수(D₂O)로 채워져 있다.

칼란드리아는 캔두형(CANDU Type)의 원자로로, 연료는 천연 우라늄(Natural Uranium, U²³⁵ 0.7% 농축)을 사용하고, 12개의 천연 우라늄 다발들이 장전된 380개의 연료관은 농축도가 낮은 감속 우라늄(U²³⁵ 0.52% 농축)을 사용하고 있다.

따라서 농축이 필요없어 연료비가 저렴하고, 연료확보의 해외 의존도를 줄일 수 있어, 개발도상국가에게는 무척 매력적인 노형이다.

또한 수평으로 된 연료봉과 냉각관

을 사용하므로, 가압경수로에서는 불가능한 '가동중 핵연료 교체'가, 가동 중에도 해당 연료 찬물만 교체할 수 있다는 특징이 있다.

연료교환시 칼란드리아 양쪽에 있는 두개의 원격조정 연료교환기로 380개의 연료관 중 하나를 선택하여 새 연료다발들을 밀어 넣으면, 같은 관 반대편에 있는 다른 기기가 써버린 연료다발을 받아들인다.

이때 연료는 언제나 압력관에 있는 냉각재가 흐르는 방향과 똑같은 방향으로 장전된다(가압경수로형의 연료 교체시는 가동중지와 함께 약 17일 정도의 시간이 소요된다).

가압중수로의 큰 특징 중 또 하나는 냉각재 및 감속재로 중수(D₂O)를 사용하는 데 있다.

가압중수로는 분열성 핵물질인 우라늄-235에 흡수된 열 중성자와 분열에 의해서 방출되는 중성자의 비율이 저농축 우라늄을 연료로 사용하는 가압경수로보다 작으므로, 핵분열에 기여하는 중성자가 매우 적어서 중성자 흡수가 적은 중수(D₂O)를 감속재로 사용해야 한다.

〈표 2〉는 중수와 경수의 물리적 특성을 비교한 것이다.

〈표 1〉 원자로 노형별 특징

항 목	가압경수로(PWR)	가압중수로(PHWR)
사 용 연 료	저농축 우라늄 (U ²³⁵ , 2~4%)	천연 우라늄 (U ²³⁵ , 0.7%)
냉 각 재	경수(H ₂ O)	중수(D ₂ O)
감 속 재	경수(H ₂ O)	중수(D ₂ O)
연 료 교 체	정지후 교체	운전중 교체
개 발 국 가	미 국	캐나다
국 내 보 유	보 유	보 유

〈표 2〉 중수와 경수의 물리적 특성

항 목	중수(D ₂ O)	경수(H ₂ O)
분 자 량	20.031	18.0153
밀 도	1.1	1.0
끓 는 점	101.4°C	100°C
어 는 점	3.8°C	0°C
중성자 흡수 단면적	0.01barns	0.664barns
감 속 비	2,100	70

원자로 국산화 개발경위

가압중수로형 원자로인 칼란드리아는 외경 약 9m, 두께 30mm, 전체 중량 350톤 규모의 초대형 설비로서

〈표 3〉 칼란드리아 주요 구성품의 제원

품 명		수량	사이즈	중량(톤)
CALANDRIA Shell	Main Shell	1	29t×7,595ID×2,173L	38
	Sub Shell	2	29t×7,595ID×1,945L	
End Shields	CALANDRIA Tube Sheet	2	50.8t×7,792OD	118
	Fueling Tube Sheet	2	76.2t×6,909OD	
	End Shield Shell	2	25.4t×6,756ID×762L	
	Lattice Tube	380	6.5t×191ID×821L	
End Shield Supports	Support Shell & Plate	-	25.4t×6,858ID×762L	64
	Embed Parts	-	8,460OD×6,974ID×1,219L	
	Shielding Slabs	-	9,906OD×7,848ID×433L	

주 : 1. 전체 사이즈 : 29ft Dia. × 26ft L(9m Dia. × 8m L)
 2. 전체 중량 : 350톤(출하상태에서의 최대 중량 : 280톤)

〈표 4〉 각 분야별 제작기술 연수현황

번호	분 야	기술연수항목
1	설계(Design Engineering)	· 설계(Design)업무
2	제관(Manufacturing Engineering)	· 제작공정 파악 및 예상문제점 파악 · 공정소요 지그 및 치공구류 점검
3	용접(Welding Engineering)	· 용접적용장비, 기구, 변형관리업무 · 특수용접장비 개발업무
4	가공(Machining Engineering)	· 칼란드리아 셸에 노즐 가공업무 · 셸의 가공업무
5	생산(Fabrication Engineering)	· 공정별 작업자 관리 및 실적관리
6	생산관리(Schedule Engineering)	· 공정별 작업효율 향상대책 수립
7	품질(Quality Engineering)	· 공정별 품질검사업무 · 광학장비(OPTIC)를 이용 검사업무
8	비파괴검사(NDE)	· 비파괴검사기술(MT·PT·UT·RT) 습득

특수 소재인 스테인리스강으로 제작 된다.

주요 구성품의 제원은 〈표 3〉에서 보는 바와 같이 크게 세부분으로 구분 할 수 있다.

한국중공업(주)는 중수로형 원자로 국산화 개발을 위해 지난 93년 10월 부터 월성 1·2·3호기 제작 및 공급 회사인 캐나다의 알스톰사(GEC

Alsthom Electromechanical, GAEM)에 각 분야의 기술연수단을 파견, 선진 기술회사의 제작기술을 터 득함으로써 독자기술 개발에 들어갔 으며, 첨단 용접장비인 자동 TIG 용 접설비 등 용접설비 개발을 위한 별도의 설비투자를 하였다(표 4).

제품의 국산화에 있어서 가장 중요 한 요소는 제작에 앞서 각 해당분야별

로 철저한 사전준비작업(Preproduction Work)과 주요공정(Critical Operation)의 예상 문제점을 파악하 고 대책방안을 수립하는 데 있다.

각 공정별 철저한 준비작업이야말로 원자력 설비제작의 필수항목인 안전성과 신뢰성을 향상시켜주는 것으로서, 이는 한국중공업(주)의 모든 프로젝트 및 모든 제품(Components)에 항상 강조하고 있는 사항이다.

사전준비작업의 주내용으로 꼽을 수 있는 사항들은 아래와 같이 열거된 다.

1. 품질보증계획문서 작성

원자력 발전설비의 필수항목인 안전성과 신뢰성을 위해서는 품질보증 계획서(Quality Plan, QP)상에 각 공정별 작업순서 나열, 각 공정에 해당되는 절차서 및 사양서 언급, 요구 되는 비파괴검사(Non-destructive Examination, NDE) 등을 언급한 후, 제작 대비 최소 3개월 전에 고객(한국전력공사·한국전력기술(주)·AECL)의 승인을 받음으로써 제품의 설계 및 각종 해당 적용코드(Code) 및 규격(Standard)의 요구사항을 충족하고 있다는 객관적 입증을 갖는다.

2. 제작시방서 작성

제작시방서(Manufacturing Traveler, MT)는 고객의 승인을 받은 품질보증계획서(QP)를 바탕으로 하여 주요 부품들의 제작공정의 상세

한 언급, 각 공정에 소요되는 지그 및 치공구류(Jig/Fixture)의 지정, 각 공정에 대한 한국중공업(주)의 독자적인 작업방법 기술, 품질항목(육안 및 치수검사, 비파괴검사 등) 등을 기술하여, 최소 작업 2개월 전 원자력공인 검사관(Authorized Nuclear Inspector)의 승인을 받음으로써 제작 착수에 필요한 제반 사항들이 갖추어졌음을 나타낸다.

특히 제작시방서의 준비는 제품의 성공적 제작에 있어서 가장 중요한 항목으로, 한국중공업(주)는 모든 공정에 대한 제작시방서를 공정 대비 최소 2개월 전 완료하였다(표 5).

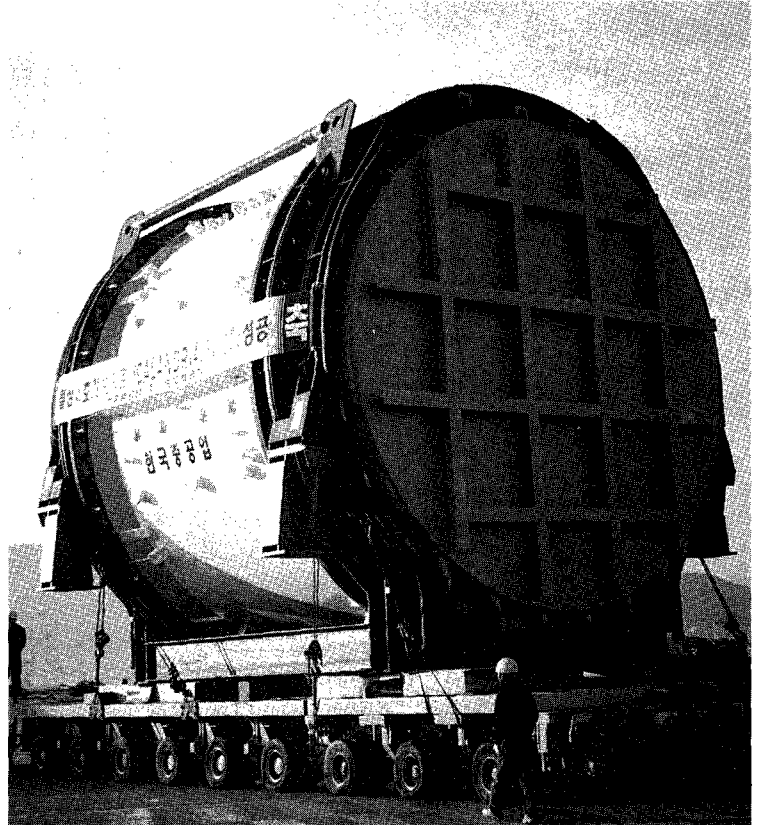
이러한 점이 중수로형 원자로 국산화 성공이라는 확신을 가지게 된 계기가 아니었던가 생각된다(표 5).

3. 작업지침서 운영

제작시방서만으로는 때로는 해당 제작공정에 익숙치 못한 작업자나 품질요원(당사의 품질요원을 의미함) 등은 공정내용 및 요구사항들을 정확히 파악하지 못하여 제작 및 검사의 오류를 범할 수 있다.

이런 제작상의 오류는 때로는 돌이킬 수 없는 상황으로 변화할 수 있는 가능성을 내포하고 있다.

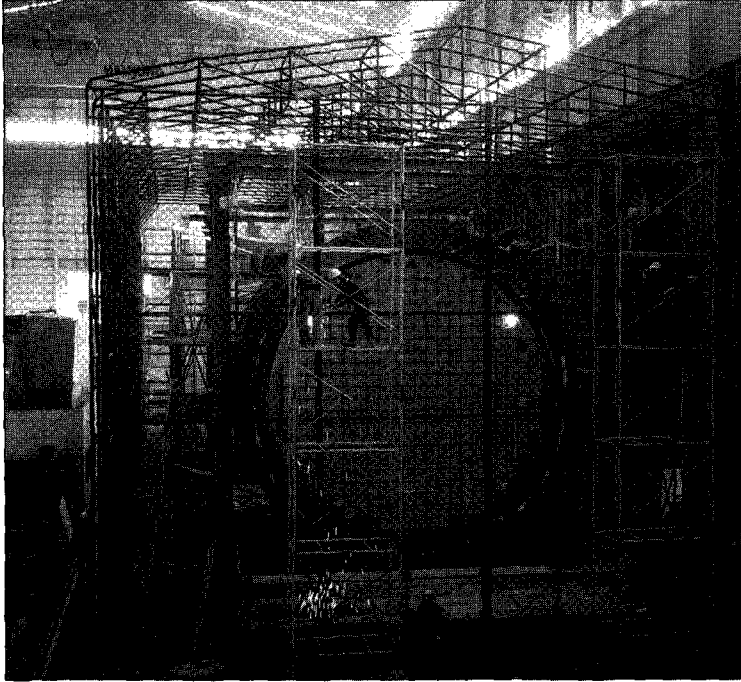
이런 오류를 미연에 방지하고자 특수한 제작공정의 상세한 작업내용, 투입 및 소요되는 지그 및 치공구류 열거, 정확한 작업공정 순서 및 품질검사 내용 등을 보다 자세히 기술한 작



칼란드리아 출하장면

(표 5) 주요공정 제작시방서의 작성계획 및 완료일 대비 현황

구분	주요공정	시방서 번호	작업 착수일	작성 완료일
1	애놀러 플레이트 제작	NRCC01	94. 05. 21	94. 01. 09
2	칼란드리아 셀 부품 제작	NRCC02	94. 05. 25	94. 03. 08
3	애놀러 플레이트와 셀 조립	NRCC03	94. 06. 07	94. 03. 08
4	칼란드리아 셀 조립	NRCC04	94. 07. 05	94. 03. 08
5	칼란드리아 셀 밴딩	NRCC05	94. 05. 19	94. 03. 08
6	1차 노즐 설치 및 용접	NRCC06	94. 09. 10	94. 06. 15
7	2차 노즐 설치 및 용접	NRCC07	94. 12. 10	94. 09. 20
8	브라켓의 밴딩 및 제작	NRCC08	95. 01. 09	94. 10. 15
9	디플렉트 제작 및 용접	NRCC09	95. 01. 09	94. 10. 15
10	3차 노즐, 브라켓 및 디플렉트 설치 및 용접	NRCC10	95. 03. 10	94. 12. 30



크린룸(청정실) 제작과정

업지침서(Work Instruction, WI)의 운용은 제작시방서와 함께 한국중공업(주)의 독자적인 기술력을 나타내는 아주 중요한 사전 작업내용 중의 하나이다.

한국중공업(주)에서는 제작 기술진의 기술연수를 통해 습득한 기술을 자사에 맞도록 기술 및 제작방법 등을 언급한 총 13건의 작업지침서를 작성·운영함으로써 노하우가 축적된 기술문서로 정착되었다.

4. 공정절차서 작성 및 승인

제작공정 중 설계사양서의 요구사항 및 각종 코드나 규격의 준수사항

및 특별히 제작공정 중 준수해야 할 항목 등을 규정한 공정절차서(Process Specification, PS)를 작성, 제작 전 고객의 승인을 받음으로써 품질보증계획서(QP)와 함께 공정절차서(PS)는 고객 및 각종 코드나 규격집의 준수사항 등을 만족하고 있음을 의미한다.

5. 용접절차서 및 용접사 검정

원자력 발전설비의 제작에 있어서 핵심이라 할 수 있는 용접기술(Welding Technique)은 원전 발전설비 제작능력의 척도로 인식될 수 있을 만큼 아주 중요한 요소이다.

특히 칼란드리아는 오스테나이트 스테인리스강(Austenitic Stainless Steel)으로 구성된 기기로서, 용접수축변형률(Distortion Rate)이 일반 탄소강(Carbon Steel)에 비해 3배 이상인 만큼, 가능한 한 최소 용접입열량(Heat Input)을 유지하고, 밸런싱(Balancing) 용접기법 적용과 고기량 용접사의 투입, 용접변형 방지용 지그(Jig) 이용 등으로 용접 변형률을 최소한으로 관리해야 한다.

이에 한국중공업(주)에서는 실제 생산에 적용될 각종 용접변수(Welding Parameters)와 용접여건(Welding Conditions) 등을 고려, 사전 용접 절차의 검정(Procedure Qualification) 및 승인(Approval)을 얻음으로써 용접기술의 기초를 수립하였다.

또한 실생산 작업에 투입될 용접사(Welder)나 용접 작업자(Welding Operator)를 사전에 선정하여 충분한 훈련(Training)을 실시한 후, 용접절차사양서와 동일한 조건으로 검정 및 승인을 얻음으로써 용접작업 수행을 위한 사전준비를 하였다.

6. 지그 및 치공구류 개발 추진

원전 설비제작 성공의 필수요소의 하나로 지그(Jig) 및 치공구류(Fixture)의 개발을 들 수 있으며, 지그 및 치공구류의 개발은 그 자체로도 아주 중요한 의미를 지닌다.

기술연수단의 기술연수를 통해 습

〈표 6〉 샘플 용접시험(Sample Weld Test) 현황

구분	항 목	용접방법	NDE 적용	결 과
1	칼란드리아 셸 길이 용접 (Shell L/S W/D)	FCAW	PT·UT·RT	Accept
		SMAW	"	"
2	애놀러 플레이트 길이 용접 (Annular Plate. L/S W/D)	FCAW	"	"
		SMAW	"	"
3	애놀러 플레이트와 셸 용접 (Annular. Plate. to Shell)	FCAW	"	"
		SMAW	"	"
4	칼란드리아 셸 원주 용접 (Shell G/S W/D)	SAW	"	"
5	노즐과 셸 용접 (Nozzle. to Shell W/D)	GTAW+SMAW	"	"
		GTAW+FCAW	"	"
6	웰도렛과 셸 용접 (Weldolet to Shell W/D)	GTAW+SMAW	"	"
7	디플렉터와 셸 용접 (Deflector to Shell W/D)	GTAW+SMAW	PT	"
8	브라켓과 셸 용접 (Bracket to Shell W/D)	SMAW	"	"
		FCAW	"	"

- 주 : 1. L/S : Long Seam(길이 방향)
 2. G/S : Girth Seam(원주 방향)
 3. W/D : Welding(용접)
 4. FCAW : Flux Cored Arc Welding(플럭스 코어 반자동 용접)
 5. SMAW : Shield Metal Arc Welding(수동 용접)
 6. SAW : Submerged Arc Welding(자동 용접, 잠호 용접)
 7. GTAW : Gas Tungsten Arc Welding(티그 용접)
 8. PT : Penetrant Test(액체침투 탐상 시험)
 9. UT : Ultrasonic Test(초음파 탐상 시험)
 10. RT : Radiographic Test(방사선 투과 시험)

특한 제작기술을 토대로 지그 및 치공구류의 개발항목을 설정해 놓고, 이를 위한 세부 추진계획을 수립하여 체계적으로 추진해 왔다.

지그 및 치공구류 개발시, 기술 엔지니어와 현장 작업자의 충분한 검토 및 토의를 거친 후 한국중공업(주)의 실정에 맞게 독자적으로 개발함으로써, 실작업시 예상 문제점을 사전에 파악, 해결하는 노력도 향상시켰다.

특히 지그 및 치공구류 개발시 반드시

고려되어야 할 안전성·견고성·작업여건 부합성·편리성 등을 점검 항목으로 설정하여 개발진행중 수시로 점검·분석하였다.

7. Mock-up Test 추진

사전준비작업(Pre-production)에서 간과되어서는 안될 항목 중의 또 하나는 Mock-up Test라 할 수 있다.

본 Mock-up Test는 가장 어려우리라 예상되는 작업에 대해 실생산 작

업과 동일한 형상·크기·장비 및 기구·작업여건 등의 작업환경을 사전에 Mock-up Test를 통해 수행해 봄으로써 제작 중 발생할 수 있는 제반 문제점을 도출하여, 작업방법의 결정, 장비 및 치공구의 보완, 설계변경 가능성의 검토, 불일치 사항에 대한 해결능력 향상 및 작업자 훈련 등 독자적인 기술개발 및 취약기술을 보완하는데 그 목적이 있다.

또한 Mock-up Test의 결과가 고객이나 각종 사양서, 코드나 규격집의 요구사항을 만족한다는 것은, 실제작업의 결과가 고객이나 각종 사양서·코드 및 규격집의 요구사항을 만족할 수 있음을 나타낸다.

〈표 6〉에 나타난 것과 같이 7개소 특정 용접부위에 대한 샘플 용접시험(Sample Weld Test)과 비파괴검사(NDE) 결과 만족하였으며, 〈표 7〉과 같이 4개소의 Mock-up Test를 통하여 한국중공업(주)의 독자적인 작업방법 설정능력과 기술수준을 향상시키게 되었다.

8. 특수설비투자 추진

가압중수로형 원자로인 칼란드리아는 한국중공업(주)가 처음 국산화를 시도하는 제품으로서, 기술연수원들이 특수설비의 점검사항 등을 면밀히 살펴, 세부적인 항목마다 설비투자의 필요성을 검토하였다.

특히 선진기술을 보유하고 있는 캐나다의 알스톰사(GAEM)의 설비를

〈표 7〉 Mock-up Test 추진현황

구분	적용부위	내 용	목 적
1	스테인리스강 용접부 자동용접 적용	칼란드리아 셀 원주용접 자동용접(SAW) 기법 적용	스테인리스강 원주 용접부의 자동용접 적용 및 개발
2	노즐 설치 및 용접	용접이 난이한 위치의 노즐에 대한 용접기법 검토·보완	1. 접근 가능한 부위의 GTAW Process 적용 2. 노즐 용접변형의 최소화를 위한 구간별 용접순서 결정 3. 수직도 및 수축량 확인 및 교정 방법 검토
3	벨로우즈 설치 및 용접	접근 불가능한 벨로우즈 내경(Dia. 197mm) 부위의 전자동 티그 용접기법 적용	1. 벨로우즈 용접에 적용되는 특수 용접설비 사용훈련 2. 벨로우즈 용접후 내경확관 필요성 검토 3. 장비 테스트 및 작업자 교육·훈련
4	칼란드리아 튜브 설치 및 확관(Expanding)	칼란드리아 튜브 설치 및 확관	1. 절차서 보완 및 확정 2. 장비 테스트 및 작업자 교육 및 훈련 3. 롤링 순서 검토 4. 롤링 장비의 적정 유압 확보

〈표 8〉 주요 특수설비 투자현황

구분	설비품목	내 용	개발 회사명
1	청정실 (Clean Room)	칼란드리아 튜브 작업을 위한 항온·항습 유지의 청정실	한중·국동산업(마산)
2	튜빙 플랫폼 (Tubing Platform)	칼란드리아 튜브 작업을 위한 내·외 작업 플랫폼	한중·태성기계(대구)
3	소구경 자동 티그 용접설비	벨로우즈 내경의 자동 티그 용접	한중·GAEM(캐나다)
4	확관 장비류	자동 티그 용접후 확관 필요시 적용	
5	튜빙 장비류	칼란드리아 튜빙 및 확관, 헬륨 누수시험 적용 장비	한중·GAEM·GE(캐나다)
6	광학(Optic) 장비류	칼란드리아의 정렬(Alignment) 상태의 광학장치(Optic)로 측정 및 검사	한중·GAEM(캐나다)

한국중공업(주)와 국내의 업체, 공급여건, 개발 및 기술수준 등을 고려, 검토한 결과 〈표 8〉에 나타난 것과 같이 특수설비 투자 및 개발을 완료하였다.

9. Task Force Team 운영

필자는 한국중공업(주)의 가압경수로형 원자로(PWR)의 초기 국산화 품

목인 영광 3·4호기 및 한국표준형 모델인 울진 3·4호기 제작경험을 바탕으로 하여 Task Force Team(T.F. Team)을 결성·운영하였다.

원자력 제작업무 중 본 T.F. Team에서 관리 및 요구하는 장비점검·설비투자·검사수행·인력투입 등 제반사항에 대해 최고의 비중(Top Priority)을 부여함과 동시에, 각 해당 부서별의 유기적인 관계유지 및 문제점 해결을 위한 T.F. Team 요원의 적극적인 자세를 요구하였고, 개개인에게 책임을 할당하였다.

또한 T.F. Team의 일일회의시 전일 업무의 실적을 평가·분석하였으며, 후속 공정 및 각 해당 부서의 준비상태를 점검하였다.

중수로형 원자로 국산화 의의

근래에 이르러 원자력산업계에는 큰 사안들이 많이 일어나고 있다.

특히 대북경수로 협상결과에 따라 북한에 제공될 원자로(Reactor)와 똑같은 모델인 최초의 한국표준형 원자인 울진 3·4호기의 원자로 국산화 및 제작·설치 소식은 국내외의 많은 관심을 불러 일으켰으며, 한국표준형 경수로의 북한 지원사업을 담당할 국제 컨소시엄인 한반도에너지개발기구(KEDO)의 공식발족, 세계무역기구(WTO)의 출범과 97년 이후부터 발전설비시장의 완전 개방화 등이 바로 그것들이다.



칼린드리아 노즐 커버 설치

이제 우리나라의 원전사업분야도 국내에 한정된 범위가 아닌 세계시장으로의 본격적인 진출을 위해 국제경쟁력 확보가 절실히 요구되고 있는 실정이다.

이와 같은 주변 여건에서 이번 중수로형 원자로의 국산화는 한국중공업(주)의 원자력발전소 기자재의 제작 기술 자립을 대내외적으로 알리는 계기 이외에도 많은 중요한 의의를 갖고 있다.

1. 원자로 양 타입 완전 국산화

세계 원자력의 양대 타입인 경수로(PWR)형과 중수로(PHWR)형 원자

로의 국산화는, 기존 세계 선진 원전 회사인 미국의 ABB-CE사와 웨스팅 하우스사, 캐나다의 AECL과 B&W사, 프랑스의 프라마토프사의 기술지원 없이 우리의 자체 제작기술로 국산화 자립의 기틀이 마련되었음을 의미한다.

2. 원전기술 수출의 기반조성

최근 들어 우리 원전사업은 중국을 비롯한 동남아 각국으로 활발한 해외 진출을 꾀하고 있다.

특히 한국중공업(주)는 캐나다 AECL과 공동으로 중국 진산 원자력 발전소에 중수로형 원자로를 공급하

는 방안을 협의중이다.

이렇게 된 배경에는 한국중공업(주)의 제작일정 및 품질관리 및 보증 능력 그리고 제작기술 수준 등이 선진 유수회사와 비교하여 결코 뒤지지 않으며, 양대 타입의 원자로 국산화 성공으로 인하여 'Know-Why'와 'Know-How'가 축적된 독자적인 기술이 인정된 것이라고 생각한다.

3. 원전 제작기술의 선진화

가압중수로형 원자로를 캐나다에 이어 세계 두번째로 개발에 성공함으로써 이제 우리의 원자력 발전설비 제작기술도 선진국 대열에 당당히 진입되었다고 필자는 믿고 있다.

불과 10여년 전만 해도 해외 선진 발전설비회사의 제작기술을 배우고 모방하던 걸음마 단계에서, 이제는 당당히 그들과 경쟁자로, 때로는 공동합작 형태로 발전시장에 참여하고 있는 것은 우리 원전 제작기술의 선진화를 의미한다.

4. 대국민 홍보효과

최근 한국원자력문화재단에서 실시한 설문조사에 의하면 국민의 74%가 신규 원자력발전소 건설을 찬성하고 있으며, 또한 대다수(80%)가 원자력의 필요성과 향후 원자력 증대의 필요성을 인식하고 있다.

그러나 대다수의 국민들은 우리 원전발전 제작기술 수준이 선진국보다 훨씬 떨어져 있다고 인식하고 있다.



칼란드리아 핸드링

그러나 북한 경수로 지원문제에 있어서 한반도에너지개발기구(KEDO)에서의 주도적 역할, 최초의 한국표준형 원전인 울진 3·4호기 경수로형 원자로 국산화 제작 등과 더불어 중수로형 원자로까지 세계에서 두번째로 우리 제작기술로 국산화하는 데 성공하였다 하는 것은, 국민들에게 우리 원전 제작기술의 우수성과 신뢰성을 인식시키는 좋은 홍보효과를 거두었다고 생각한다.

향후 활용전망

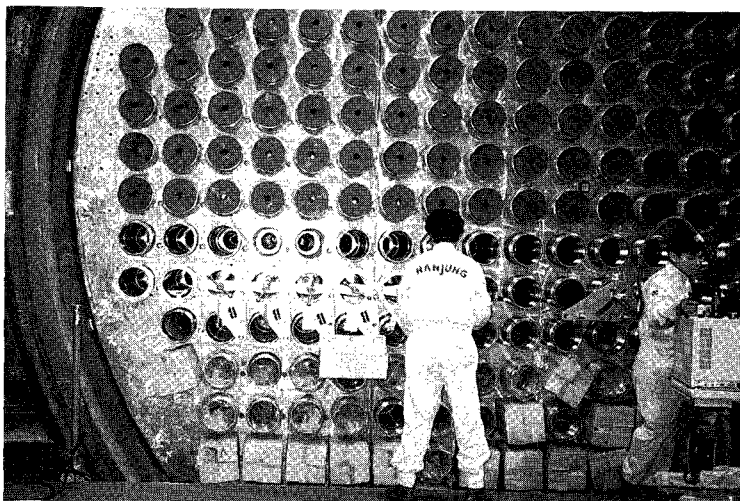
세계화 시대를 맞이하여 전력사업의 환경이 급속하게 변화하고 있는 현 시점에서, 우리는 원전 발전설비 제작 기술 수준을 원자력 선진국과의 경쟁에서 우위를 확보할만한 국제경쟁력을 가질 수 있도록 끊임없이 배양하여야 한다.

중수로형 원자로의 국산화 성공으로 국내의 원전사업의 추진방향에 다소 변화가 있으리라 필자는 생각한다.

1. 후속 원전사업의 주도적 역할

그동안 중수로형 원자로는 국내 제작이 불가능해 83년 건설된 월성 1호기를 비롯, 92년부터 건설중인 월성 2·3호기까지 AECL이 전량 공급해왔다.

그러나 이번 원자로 국산화 성공으로 이제는 후속 원전사업서 우리의 원전 제작기술의 주도하에 제작이 이루



칼란드리아 튜빙 작업

어질 것이다.

2. 원전건설기간 단축·외화절감

한국중공업(주)의 원자로 제작기술 및 공급능력을 바탕으로 국내 원전건설에서도 건설기간 단축의 효과 및 수입대체효과를 기대할 수 있다.

3. 해외 원전기술 수출

향후 우리 원전기술을 중국 신산 원자력발전소 및 동남아 지역의 원자력 발전소에 수출할 수 있을 것이다.

맺음말

우리나라에 원자력발전사업이 시작된 지 20여년이 지난 지금, 불과 4~5년 전만 해도 해외 선진국 주도하에 원자로의 제작을 수행하였으며, 국내 제작기술이 없어 원자로 전량을 캐나다의 AECL에서 수입해 왔던 시절을 겪은 필자에게, 이번 중수로형 원자로 국산화의 성공은 뜻깊은 감회와 '우리도 하면 된다'는 새로운 각오를 다지는 계기가 되었다.

물론 국산화의 성공은 그동안 수많은 어려운 상황을 슬기롭게 대처한 우리 원자력인들의 투철한 사명감과 단결된 힘이 아니었으면 불가능했을 것이다.

이제 우리의 원자력 발전설비 제작 수준은 우리나라 전력수급의 중추적 역할을 담당하고 있을 뿐만 아니라, 원자력 제작기술 자립을 위하여 끊임



초기 국산화 품목인 월성 3호기의 Feeder Header Frame Assy의 Upper Feeder Frame 오접 장면

없이 노력한 결과, 원자력 양대 타입인 중수로형과 경수로형의 국산화에 성공, 원자력기술 해외수출 및 북한 경수로의 제작 및 기술지원이 가능하게 되었다.

이런 때일수록 우리 원자력 발전설비 종사자들은 재도약을 위한 발판을 다진다는 마음으로 새로운 각오를 해야 할 것이다.

원자력 발전설비의 제작기술의 확립은 하루아침에 이루어지는 것이 아니며, 몇몇 사람의 노력만으로 확립될 수 없고, 모든 종사자가 자신이 맡은

분야에서 최선을 다할 때 비로소 독자적인 기술확립의 결실을 얻을 수 있는 것이다.

한국중공업(주)의 원자력 종사자 전원은 투철한 책임의식, 최고와 완벽을 추구하는 마음가짐, 중수로형 원자로 국산화 성공에서 얻은 경험과 자신감으로 세계 최고의 원자력 발전설비 제작회사를 만들기 위해서 꾸준히 노력할 것이다.

중수로형 원자로 국산화 성공에 종사한 전 원자력 직원 여러분의 노고에 감사를 드린다. ☺