

原子力 分野의 事業現況과 展望

高 丙 俊

韓國에너지研究所(工博)

1. 국내 원자력 현황

우리 나라 원자력 사업은 1959년 1월에 원자력원이 창설되고 3월에 최초로 제3의 불인 Triga Mark II 방사선 동위원소 생산겸 연구용 원자로가 가동됨에 따라 원자력의 평화적 이용에 관한 연구와 이의 기술개발이 본격적으로 시작하게 되었다.

그 동안 원자력의 이용개발은 공학, 의학 그리고 농학 등 여러 분야에 걸쳐 이행되어 왔다. 이에 따라 1963년 12월에 방사선 의학연구소를 설립 암치료를 위시한 각종 연구와 진료를 위한 의학적인 연구가 진행되어 왔고 1966년 11월에는 농학연구소가 설립되어 토양 및 식품의 효과적 저장 등에 관한 방사선의 농학적 이용 연구가 진행되어 왔다.

그 후 원자력에 관한 연구는 더욱 더 활발해져 출력이 너무 낮아 고차적인 연구가 불가능해지자 출력 2MW의 연구 겸 방사선 동위원소 생산용 원자로 Triga Mark III를 1971년에 가동 건설하여 운전케한 것이다.

한편 원자력 사업은 1970년대에 들어서면서 부터 눈부시게 발전되어 에너지 수요는 물론 일반 산업체는 기하급수로 늘어나 원자력과 산업체의 유대가 적절히 필요하게 되어 마침내 원자력 산업회의가 1970년 12월에 발족되었으며 동시에 출력생산을 위한 우리 나라 최초의 출력 600MWe 되는 산업용 원자력 발전소가 고리에 1978년 7월에 준공된 것이다. 22년이 지난 오늘 날의 원자력 사업은 지난 해에 있었던 정부기관 통합 원칙에 따라 공학, 의학, 농학분야의 업무분야를 전담한 한국에너지연구소와 발전분야의 설계 및 건설 기술을 토착화 시키기 위한 업무를 전담한 한국원자력 기술 주식회사로 이원화되어 있는 실정이다.

2. 원자력 이용

2.1. 연구용 원자로

Triga Mark II 연구용 원자로의 출력 250Kw로서 제어 회로 구성은 주로 진공관과 transistor로 구성되어 있으며 주로 기초연구와 동시에 동위원소 생산과 운전 실습용으로 이용되고 있다. Triga Mark III 연구용 원자로의 출력 2MW로서 제어 회로 구성은 주로 트랜지스터와 I.C 회로로서 구성되어 있으며 각종 분야의 기초연구와 동위원소 등의 원소 생산등으로 이용되고 있다. 이 두 원자로는 General Atomic 사에 의하여 건립된 swimming pool형 원자로이다. 동위원소 생산 현황은 표 1과 같다.

표 1. 방사성 동위원소의 생산현황

핵종	종	판 매 량	
¹³¹ Au		22,790	
¹⁹⁸ I		11,920	
^{99m} Tc	NaTcO ₄	13,255	15,130
	Colloid	700	
	Fe-Ma	385	
	Fe-Ascorbate	400	
	^{99m} Tc Diphosphonate	390	
³² P	H ₃ PO ₄	188	
	Na ₂ HPO ₄	35	355
	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	132	
⁵¹ Cr		15	
²⁴ Na		6	
⁵⁵⁺⁴⁹ Fe		0.1	
⁴⁵ Ca		196	
⁶⁰ Co		1	
⁶⁸ Co		1	

핵종	판매량
⁴² K	10
⁷² Ga	1
¹⁹² Ir Source	618.7 Ci
선원교체	12
Hippursan	138
Rose Bengal ¹³¹ I	30
RHSA ¹³¹ I	12
TOTAL	669305. 1mCi

2.2 동력용 원자로

동력 원자로로는 우리 나라 최초로 587 MWe의 출력을 낼 수 있는 발전용 원자로로서 한국전력주식회사가 한국원자로연구소의 기술 협조를 얻어 건설한 것이다. 또 CANDU형 월성 1호기는 82년에 산업 운전할 예정이며 고리 2호기 5, 6, 7, 8, 9, 10호기 등 여러 동력 원자로가 건설 혹은 건설계약이 끝나 있는 실정으로 원자력 발전사업은 본격적으로 접어든 셈이다. 80년대 이후 국내 기술면은 설계, 엔지니어링에 대한 적극적인 참여와 더불어 동력 원자로에 관련된 모든 분야에 있어 종합적 과학으로서 원자력 사업의 자립화를 이룰 예정이다. 현재 계획이 확정되어 이미 건설중이거나 곧 건설에 착수될 발전소의 현황은 표 2와 같다.

표 2. 원자력발전소 건설계획('77~'86)

발전소명	설치용량 (MW)	로형	위치	설계방식	4 차 계획				5 차 계획					
					'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	
고리 1호	587	경수로 (PWR)	경남고리	Turn key	준공									
월성 1호 (3호기)	678	중수로 (HWR)	경남월성	"					준공					
고리 2호	650	PWR	경남고리	"						준공				
5호기	900	PWR	"	Non turn key	착공						준공			
6호기	900	PWR	"	"	착공							준공		
7호기	900	PWR	전남제마	"									준공	
8호기	900	PWR	"	"										준공
9호기	900	PWR	경북부구	"										준공
10호기	900	PWR	"	"										준공
9개기	7,315	경수로 : 1 중수로 : 1			1	1	1	1	2	3	4	7	9	

3. 방사선의 공업적 이용

방사선 동위원소의 공업적 이용은 재래식 방법과는 완전히 다른 비접촉, 비파괴 및 연속적으로 엄격한 규격에 맞는 제품을 자동적으로 대량 생산할 수 있도록 하는데 목적을 두고 있다. 오늘 날 방사선 동위원소를 공업적으로 이용한 분야는 화공, 제지, 펄프, 철강, 기계, 전기, 전자, 선박, 토목, 섬유 등 광범위한 업종에 걸쳐 있으며, 그 이용 기술에 있어서도 계측, 추적적 이용, 비파괴 검사, X선 형광분석, 방사선 가공 등 다양하다. 특히 계측분야의 측후계(thickness gauge), 준위계(level gauge), 수분계(moisture gauge) 등을 이용한 공정관리와 비파괴 검사를 통한 품질관리의 상당 수단이 보편화되고 있으며, 방사선 추적자를 이용하여 의학과 자원탐사, 환경공해방지 분야에서 상당한 성과를 이룩하고 있다. 표 3에는 국내의 방사선의 공업적 이용실태를 개략적으로 나열하였다.

4. 원자력의 발전

이미 앞에서도 언급한 바와 같이 우리 나라는 1986년까지 원자력발전소 9기를 건설하고 2000년까지는 44기에 달하는 원자력발전소를 건설하게 된다. 때문에 원자력 발전에 관련된 각종 자동제어 계통 및 계측 기기 및 원자로 공정계통에 사용될 각종 process계기와 검출기의 국내 연구 및 제작이 활발하게 될 것이며 또한 이의 강력한 뒷받침이 요구된다. 그리고 원자

표 3. 국내 방사선의 공업적 실태

업 체 명	이용 원자력 기술의 종류	이용 원자력 기기의 형종
쌍용양회공업(주)	1. 케이지, 물질분석 2. 추적자를 이용한 혼합도 구멍 및 kiln 내부의 분위기 결정, 각종 시료의 신속한 분석 3. Radiography 기계부품 용접검사 및 주기적인 구열 검사	1. Level gauge R.I 이용형광 X선 물질 분석장치 2. 셉틸레이슨 카운타 X-ray fluorescence spectrometer 3. 원격조작장치
동양시멘트공업(주)	1. 케이지, 물질분석 2. 추적자를 이용한 혼합도 구멍 및 kiln 내부의 분위기 결정, 각종 시료의 신속한 분석 3. Radiography 기계부품의 용접검사	1. Level gauge R.I 여기 형광X선 물질 분석장치 2. 셉틸레이슨 카운타 X-ray Fluorescence Spectrometer 3. 160-260 KVP X-ray 발생장치 및 선원조작장치
전주제지(주)	1. 케이지	1. Thinkness gauge
현대시멘트(주)	1. 케이지, 물질분석 2. 혼합도 구멍, 각종 시료의 신속한 분석, 추적자에 의한 Kiln 내의 coating 및 체제시간 규명 3. Radiography 기계부품의 용접검사	1. Level Gauge R.I 여기 형광 X선 물질 분석장치 2. 셉틸레이슨 카운타 R.I 이용 X-ray fluorescence spectrometer 3. 160-260 KVP X-ray 발생장치 및 선원 조작장치
동명목재상사	1. 케이지 2. 전자선 가공처리	1. Thickness gauge Moisture gauge X선 형광물질 분석장치 2. 300 KV ~ 750 KV, 250 mA 케이너 폭 72 인치
삼척산업(주)	1. 케이지, 물질분석 2. 방사화 분석, 동위원소 회석법 Leakage 검사	1. R.I 여기 형광X선 물질 분석장치 2. 셉틸레이슨 카운타
동국제강(주)	1. 케이지, 물질분석	1. Thickness gauge R.I 여기 형광 X선 물질 분석장치
충주비료(주)	1. 케이지 2. Leakage 검사, ^3H , ^{14}C 의 표지 화합물을 이용한 공정개량, 수분측정 3. Radiography 고압탱크 및 파이프 용접공사	1. Level gauge Thickness gauge Moisture gauge 2. Gas flow proportional counter 셉틸레이슨 카운타 Moisture gauge 3. 200 KVP 정도의 X선장치 Ir-192 원격 조작장치

업 체 명	이용 원자력 기술의 종류	이용 원자력 기기의 형종
삼 품 제 지(주)	1. 게이지	1. Thickness gauge Moisture gauge Level gauge
한 국 비 료(주)	1. 게이지 2. 공정관리 Leakage 검사 3. Radiography 고압탱크 및 파이프 용접검사	1. Level gauge Thickness gauge Moisture gauge 2. G. M 카운타 선틸레이손 카운타 3. Ir-192 원격 조작장치
건설 화학공업(주)	1. 추적자를 이용한 원료의 혼합 및 균일성 검사	1. 선틸레이손 카운타

로 계측계는 원자로심의 증성자분포나, 압력, 열 등 원자로의 상태에 관한 정보 뿐만 아니라 기기의 정상동작 확인, 고장의 원인과 규명에 중요한 역할을 하고 있기 때문에 초 계측계의 고정밀화, 고신뢰화는 원자로의 안전운전 향상을 위해 매우 필요하다. 따라서 원자로의 더 높은 안전성, 신뢰성, 경제성을 높이기 위한 방법으로 로 내외의 환경에 잘 견디는 고성능의 계측기를 개발하여 원자로 계측기술을 향상시키는 것과 원자로 계측기를 조기기상 검출계의 일부로서 사용하는 원자로 진단 기술을 개발하는 것이 앞으로의 과제라고 할 수 있다.

연구용 및 의학용 방사선 계측시스템의 최근 동향도 원자력발전 분야와 같이 높은 신뢰도와 정밀도의 요구 때문에 종래의 진공관이나 트랜지스터를 사용한 회로만으로는 이러한 요구를 충족시킬 수 없었다. 그러나 최근 들어서 전자산업과 집적회로의 눈부신 발달로 인하여 시스템의 대부분을 IC 화 내지는 LSI 화 하여 보다 더 높은 신뢰도와 정밀도를 얻을 수 있으며 이 data의 처리도 또한 고성능의 전자계산기로 수행하므로써 능률을 향상시킬 수 있었다. 또한 최근에 각광을 받고 있는 microprocessor를 방사선 계측계통에 채용하여 사용한다면 더욱 경제적이고 신뢰도 높은 계측계통을 구성할 수 있을 것이다. 이러한 시스템을 사용하므로써 신뢰도 및 정밀도를 높일 수 있으며, 원격조정과 기능의 다양성을 얻을 수 있다.

계측 계통의 기능을 다양화하거나 변화가 요구될 때에는 programmed logic 인 ROM을 교체하여 요구하는 시스템을 구성할 수 있다. 또한 부가적인 hardware 확장은 기존계통의 bus 선에 필요한 소자나 주변장치를 연결시키므로써 가능하다.

이상과 같이 현재의 방사선 계측 전자공학분야는 전자기술의 발달로 원자력 발전, 방사선을 이용한 의학 장비 연구용 방사선 계측 및 분석장비 등 응용분야가 확대되고 있으며 앞으로도 더욱 확대될 것이다. 앞으로의 원자력 분야에서 전자공학적으로 해결해야 할 문제는 computer를 중심으로한 계측계통에서의 data 처리, I/O 장비의 성능개발, 검출기의 성능개발 등이 연구과제라고 생각한다.

參 考 文 獻

1. 고병준, 이창진 “원자력” 전기학회지 Vol. 27. No. 1.
2. 이덕선 “장기원자력 발전소 건설계획 추진에 따른 정책과제” 에너지 Vol. 2, No. 3.
3. 고병준, 신현국 “ 원자로 계측의 동향” 전자공학 회잡지 Vol. 6, No. 3.
4. 고병준, 김낙교 “ 방사선 계측기의 동향” 전자공학 회잡지 Vol. 3, No. 3.
5. 고병준, 정종은 “ 방사선 측정의 동향 및 문제점” 방사선 방어학회 Vol. 5, No. 1.
6. 고병준 외 19명 “ 원자력의 산업적 이용에 대한 기술 조사 연구” R-71-117, 과학기술처.

