

# 電力技術의 現在와 未來

## 新型安全爐

임한쾌

한전 기술연구원 원자력연구실장

### 1. 서론

원자력 발전은 1960년대부터 1970년대 중반까지 화석연료의 대체 전원으로 각광을 받아왔다. 또한 부존자원이 부족한 원자력 선진국에서는 지역난방, Process Heat 공급, 열병합발전 등에도 이용할 수 있는 원자로 개발 등 원자력 에너지 이용확대에도 노력하여 왔다.

그러나 1979년 미국 TMI 발전소의 사고는 원전의 규제강화의 요인이 되었고 이로 인한 설비 강화 등은 원전의 장점인 경제성을 심각하게 위협하고 있어 프랑스 등 몇몇 나라를 제외하고는 원전의 신규건설이 중단되었으며 또한 1986년 소련의 Chernobyl 발전소 사고를 계기로 세계 각국 일반대중의 원전 안전성에 대한 경각심이 고조되어 원자력산업은 더욱 침체하게 되었다.

물론 위에서 언급한 양대(兩大) 사고가 원자력 산업의 침체에 직접적인 영향을 미쳤으며 원전의 안전성을 재검토하게 되는 계기가 되었지만 보다 넓은 시각으로 보면 세계 경제의 침체도 한

요인이었다.

그러나 세계 각국은 화석연료의 유한성 및 화석연료의 사용에 따른 공해문제와 신 에너지 원의 개발이 아직도 활발치 못해 대체 에너지로서 원자력의 이용은 불가피하다고 판단하여 안전성 및 경제성이 향상된 새로운 개념의 원자로 개발에 노력하고 있다.

새로운 원자로를 개발하는 목적에는 안전성, 경제성의 향상 및 대체 에너지 확보 측면으로 분류할 수 있으나 본 논문에서는 안전성 측면에 초점을 맞추어 각국의 신형로 개발동향 및 전망을 소개하고자 한다.

### 2. 원전의 안전성 개념

원전은 연료로 핵물질을 사용하기 때문에 방사성물질 누출시의 문제를 고려, 정상운전, 과도상태 및 사고 등 어느 상황에서도 가능한 한 방사성 물질의 누출을 방지할 수 있도록 기본목표를 설정하고 있다.

이와 같은 기본목표를 달성하기 위한 원칙은 심층방어(Defence in depth) 개념으로 이 개념은 첫째, 기본적으로 결코 노심이 손상되지 않으며 둘째, 만약 노심 손상이 발생되더라도 주민과 환경에 영향을 미치지 전에 저지 또는 지연시키는 일련의 조치로 방사성물질의 방출을 방지한다는 개념이다. 여기서 첫째 원칙을 달성하는 수단을 사고방지(Protection & Prevention)라 하며, 둘째 수단을 사고완화(Mitigation & Emergency Planning)라 한다. 그러면 사고 방지 및 완화를 위해서 기술적으로 어떤 방법으로 안전성 목표 달성을 위하여 노력하는지 살펴 보자.

원자력발전소 설계자는 기기 및 계통의 고장파 인간의 실수가 가능하다는 가정하에 사소한 문제에서부터 발생 가능성이 극히 희박한 사고까지를 포함하여 모든 비정상 상태에 대비하여 공학적 안전설비를 발전소에 설치함으로써 필요한 방어를 수행하고 있다.

다시 말하여 원자력발전소에는 발전에 필요한 설비 이외에 방대한 방어설비를 보유하고 있으며 이러한 설비는 방사능이 외부로 방출되기까지 5종 방어벽을 형성한다.

이러한 방어개념은 TMI 사고 과정중 매우 효과적임이 입증되었다. 즉, 노심은 용융되었으나 외부로의 방사능 방출은 없었으며 국민의 안전보호를 달성할 수 있었다.

그러나 TMI 교훈에서 우리는 또다른 측면을 주시해야 한다. 비록 국민의 안전보호는 가능했다 하더라도 전력회사는 노심이 용융됨으로써 막대한 재산상의 피해를 입었으며 이러한 사고에 대한 국민들의 우려 또한 적지 않았다. 따라서 앞으로는 국민의 안전보호에 추가하여 전력회사의 재산상의 손실까지도 방지할 수 있는 안전성 방안이 필요하다 하겠다.

### 3. 신형안전로의 개발 주안점

기술적으로 노심용융 빈도(Core Melt Frequency)는 확률론적 안전성 분석, PSA(Probabilistic Safety Assessment) 방법에 의하여 추정되며, 기존 원전의 PSA 결과를 토대로 노심용융 빈도에 영향을 많이 미치는 사고 유형을 선정하여 이의 개선을 추구하는 것은 매우 논리적인 접근 방법이다.

표 1은 현재 운전중인 미국 원전의 PSA에 의한 노심용융사고 요인을 나타내고 있는데 동 자료를 중심으로 판단하건데 원전의 안전성 측면에서 과도상태(Transient) 그 자체가 매우 중요한 요소로 원전의 안전성을 저해하고 있음을 알 수 있다.

실제로 기존 원자로는 개발과정중 경제성 향상을 위하여 매우 조밀(Compact)한 설계방법을 채택하여 왔다.

〈표 1〉 Accident sequences identified ASEP\* that dominate probability of core melt for PWRs and BWRs

PWRs	BWRs
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transients without ECC (early)</li> <li>• Transient-induced LOCA without ECC (early)</li> <li>• Small LOCA without ECC (early)</li> <li>• ATWS</li> <li>• Transient without ECC (early) and without Containment heat removal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transients without ECC (early)</li> <li>• Transients without long-term heat removal</li> <li>• ATWS</li> <li>• Transient-induced LOCA without ECC (early)</li> <li>• Transient-induced LOCA without longterm heat removal</li> </ul>

\* ASEP : Accident Sequence Evaluation Program

이러한 설계방법이 경제성 향상에 기여한 것은 부인할 수 없으나 현재에는 원자로가 과도상태에 지나치게 민감한 단점을 보유하고 있는 것도 사실이다. 과도상태에 민감하다는 사실은 고도의 운전기술을 필요로 한다는 사실을 의미하며 운전원의 실수가 곧 큰 사고로 발전할 수 있다는 것을 의미한다.

운전원의 근무여건은 국가적, 사회적 여건에 따라 각기 다르기 때문에 모든 사람에게 대하여 항상 일정수준 이상의 운전능력을 요구하기 어려우며 특히 문제가 되는 것은 원자력발전소가 대량 보급되어 보편화하는 과정에서 그 가능성이 높다고 판단된다.

따라서 앞으로의 원전에서는 과도상태의 민감도를 완화시키는 방안으로 노심의 출력 밀도를 낮추는 방안, 일차계통의 열관성(Thermal Inertia)을 증가시키기 위하여 원자로 용기, 가압기, 증기발생기 등의 용량을 확대시키는 방안, 그리고 냉각재의 부반응도 효과를 극대화하는 방안 등을 설계에 반영시킬 예정이다.

표 1이 나타내고 있는 노심 용융에 영향을 주는 또다른 주요 요인으로는 ATWS(Anticipated Transient Without Scram) 및 Loss of ECC(Emergency Core Cooling)로 나타나고 있는 이는 주로 원자로 정지계통과 잔열제거 계통의 신뢰도와 관계가 있다. 해외에서 발표된 자료에 의하면 기존경수로에서 사용되고 있는 원자로 정지계통의 신뢰도는  $10^{-5}$  Failure/Challenge 수준으로 평가되고 있으며 잔열제거 계통의 신뢰도는 이보다 훨씬 낮은 것으로 보고되고 있다.

한편 미래의 원자로에 적용되어야 할 Event Category는 표 2와 같이 제시되고 있으며 현재 원전들은 Design Basis Event에 역점을 두고 설계되고 있지만 앞으로는 노심용융 빈도를 낮추기 위하여 Beyond Design Basis Event까지 감안되어야 할 것이라는 의견이 제기되고 있다.

이러한 추세를 감안할 때 앞으로의 원자로는  $10^{-5} \sim 10^{-7}$  Failure/Challenge 수준의 원자로 정지기능 및 잔열제거 기능을 구비하여야 할 것으

〈표 2〉 Possible Event Categorization  
Frame Work for Advanced Reactors

Category	Common Name	Lower Bound	Upper Bound
1	Abnormal Event	$10^{-2}$ /yr	
2	Design Basis Event	$10^{-4}$ /yr	$10^{-3}$ /yr
3	Beyond Design Basis	$10^{-7}$ /yr	$10^{-4}$ /yr
4	Residual Risk	$10^{-9}$ /yr	$10^{-7}$ /yr

로 판단되나 설비의 구성으로 볼 때 기존의 설비 구성 개념을 변경시키지 않은 상태에서 잔열제거 계통의 신뢰도를  $10^{-5} \sim 10^{-7}$  Failure/Challenge 수준으로 향상시키는 것은 매우 어려운 것으로 판단된다.

따라서 신형로는 일차적으로 잔열제거 계통에 피동 안정성 또는 고유 안전성의 설계개념을 반영시켜 신뢰도를 증가시키고 궁극적으로는 원자로 정지계통까지 동 개념이 적용될 수 있도록 하는 노력들이 진행되고 있다.

그러면 신형안전로에서 개발하고자 하는 잔열제거 계통 및 원자로 정지계통의 신뢰도 향상 방안에 대하여 살펴 보기로 하자.

### (1) 잔열제거 계통

원자로의 잔열제거 계통이란 비정상 사태에 대비하여 비상 노심 냉각, 잔열제거 및 장기 냉각 능력을 보유하도록 설계된다.

기존 경수로의 경우 비상 노심 냉각방법으로는 원자로 외부에 위치한 고농도의 붕산수 탱크(Safety Injection Tank)로부터 붕산수를 원자로에 주입하며 잔열제거 및 장기 냉각을 위해서는 핵연료 재장전용수 저장 탱크(Refueling Water Storage Tank)의 물을 원자로에 주입, 다시 RWST로 순환하는 과정중 열교환기로 잔열을 제거한다.

그러나 이와 같은 방법은 모두 펌프 구동에 의하여 필요한 물이 원자로에 주입되도록 설계됨으로써 펌프의 신뢰도에 따라 계통의 신뢰도가 좌

우된다. 그러나 신형안전로에서는 펌프와 같은 능동기기의 신뢰도 한계를 극복하기 위하여 자연적, 물리적 현상을 이용한 작동방법으로 전환하는 개념을 채택하고 있다. 즉 기존원자로에 사용하고 있는 붕산수 탱크, 핵연료 재장전용수 저장 탱크를 원자로보다 상부에 설치토록 하여 비정상 상태 발생시 중력에 의하여 붕산수가 원자로에 주입되도록 하는 방법이다.

또한 장기냉각 방법으로는 격납용기 표면에 공기의 흐름을 빠르게 하는 통로를 설치, 격납용기내의 열을 격납용기 표면을 통하여 제거함으로써 격납용기내 발생된 수증기를 응축, 이 응축수가 원자로의 냉각수가 되도록 하는 방법이다.

또 다른 방법으로는 원자로 자체를 원자로보다 몇배 큰 수조에 저장하여 잔열제거 필요시 수조의 붕산수가 원자로와 연결된 통로를 통하여 원자로 내로 흘러들게 하여 원자로를 냉각시키는 방법이다.

## (2) 원자로 정지계통

기존 원자로의 원자로 정지를 위한 방법은 모두 중성자 흡수 단면적이 큰 제어봉을 사용하여

원자로 정지 요구시 제어봉을 노심에 삽입하는 방법이다.

이 방법은 제어봉 구동장치에 전원을 공급하여 제어봉을 고정하고 있다. 필요시 전원을 제거하여 제어봉이 낙하하도록 하는 방법이나 구동장치의 문제점이 발생할 확률을 내포하고 있다.

신형안전로중 고유안전로에서 원자로 정지방법은 자연적, 물리적 현상을 이용한 방법을 취하고 있는 바, 첫째로 노심 동특성을 이용, 노심의 부반응도를 기존 원자로보다 더 크게 설계하여 원자로의 정지를 유도하는 방법이다. 또다른 방법으로는 잔열제거 계통의 신뢰도 향상 방안에서 설명하였듯이 원자로를 큰 수조안에 설치하여 원자로 정지가 요구될 경우 수조의 붕산수를 원자로에 주입하는 방법이다.

이상을 종합하여 각국에서 개발중인 원자로를 안전기능 개발 주관점에 따라 표3과 같이 분류할 수 있다.

표3에서 볼 수 있듯이 개량형 원자로에서는 기존의 안전성 개념을 유지한 채 원자로 정지기능 및 잔열제거 기능의 신뢰도 향상 방안이 추구하고 있으며 신형안전로에 있어서는 잔열제거

〈표 3〉 안전기능에 따른 원자로 분류

	개량형 경수로	신 형 안 전 로	
		Passive Reactor	Inherent Reactor
Transient 민감도완화	- Low Power Density - Increased Primary Thermal Inertia	- Low Power Density - Increased Thermal Inertia	- Low Power Density - Increased Thermal Inertia
Reactor Trip	- Conventional Control Rod with Improved Reliability	- Conventional Control Rod with Improved Reliability	- Passive Reactor Trip
Decay Heat Removal	- Conventional Active ECCS with Improved Reliability	- Passive Decay Heat Removal	- Passive Decay Heat Removal
노 형	- Sys. 80+ - Sizewell B - N 4	- AP-600 - SBWR - SIR	- PIUS - ISER - MHTGR - LMR

계통 또는 원자로 정지계통에 새로운 안전성 확보 수단을 도입하려 하고 있음을 볼 수 있다.

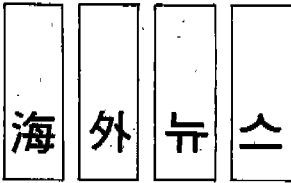
#### 4. 세계 각국의 연구개발 동향

##### 가. 미 국

미국은 개량형 경수로로부터 고유안전성을 갖

는 신형로에 이르기까지 모든 원자로 개발에 힘을 기울이고 있다. 개량형 경수로 분야는 C·E사의 System 80+ 및 G. E사의 ABWR를 Reference Plant로 하여 1991년까지 FDA를 획득할 목표로 개발중에 있다.

한편 피동안전로 (Passive Plant)로는 W의 AP-600 및 G. E사의 SBWR를 Reference Plant로 선정하여 1995년에 Design Certifica-



### ▷ 원숭이 AIDS를 完全豫防한 백신 開發 ◁

의사들이 영국에서 개발된 가장 유망한 AIDS(후천성 면역 결핍증)백신의 하나에 대한 시험을 계속하고 있는 가운데, 런던과 에딘버러의 두 연구팀도 신경계통에 대한 HIV(인간면역결핍 바이러스)감염과 AIDS의 영향에 대한 새로운 5개년 연구계획을 시작하고 있다.

잉글랜드 서남부 포턴 다운에 있는 영국 미생물연구센터에서 개발한 이 새로운 백신은, 원숭이를 AIDS로부터 완전히 보호해 준다는 것을 알게 되었다. 시험 결과는 또 이 백신이 바이러스가 세포에서 세포로 전파되는 것을 막아줄뿐 아니라, 세포 속에 깊숙히 침투하는 것도 막아준다는 것이 밝혀졌다.

이 백신은 AIDS 바이러스에 감염된 산 세포로 만든다. 감염된 세포는 바이러스 입자를 만들어내지만, 이것은 베타 프로피올락톤이라는 화학약품으로 세포를 치료할 때 죽는다. 그런 다음 보통 가축용 백신에 사용하는 어떤 물질을 첨가하여 더 강력한 AIDS 백신을 만드는 것이다.

두차례 실시된 일련의 시험에서, 이 백신은 원숭이 여덟마리를 완전히 보호하여 AIDS에 감염되지 않게 했고, 반면에 이 백신주사를 맞지 않은 일곱마리의 원숭이는 모두 AIDS가 나타났다.

과학자들은, AIDS 바이러스의 유전자가 감염된 세포의 유전자와 결합하거나 또는 그것들과 구별할 수 없게 되는 것을, 이 백신이 막아주기 때문에 다른 백신보다 훨씬 유망하다고 믿고 있다. 한번 결합이 이루어지고 나면 이 바이러스를 퇴치할 희망은 없어진다.

그러나, 아직도 극복해야 하는 큰 문제가 있다. 이 백신은 사람에게 감염된 바이러스가 아니라, 아주 비슷한데도 원숭이에 감염된 바이러스로 만든다는 것이다. 그래서 같은 방법으로 인간 AIDS 백신이 만들어지기까지는 의사들도 이것이 과연 효과가 있을 것인지 확실할

수가 없는 것이다.

그러나 이 연구는 권위있는 의학잡지 "더랜싯"으로 하여금 사실에서, "AIDS를 예방하는 백신, 심지어 어쩌면 그것을 치료할 수도 있는 백신이 개발될 것이라고 낙관해도 좋은 이유가 있다."고 말하게 했다.

스코틀랜드에 있는 에딘버러 시립병원에서 실시되는 새 5개년 연구계획은, 신경계통에 대한 HIV의 감염과 AIDS의 영향에 대한 지식을 증가시켜, 면역시스템을 완전히 마비시킴으로써 인간을 죽이는 이 현대의 재앙을 물리치기 위한 세계의 노력에 기여하게 될 것으로 기대된다.

에딘버러대학교 의료방사선학부의 조너던 베스트 교수가 지도하는 연구팀은, 비슷한 과가 운영되고 있는 런던 미들섹스병원의 과학자들과 긴밀한 협조 아래 연구를 진행하게 된다. 이 두 기관은 영국의학연구원으로부터 92만 7,000파운드(12억 2,460만원)의 연구 보조금을 받고있다.

에딘버러팀은 이 보조금으로 설치되는 핵 자기공명 영상장치(NMR)를 사용하여 연구하게 된다.

NMR영상은 CT(컴퓨터 단층촬영장치) 영상보다, 병의 진단 과정에 관해 훨씬 많은 정보를 담고 있다. 왜냐하면, CT영상은 X선 광자(光子)와 원자핵 및 전자(電子)와의 상호작용에만 의존하여 원자의 밀도와 형태를 반영하는 사진을 만드는 반면에 MR 영상은 수소원자와 결합하는 분자의 성질과 환경을 반영하기 때문에 서로 다른 형태의 조직과 조직의 차이, 정상조직과 병에 걸린 세포와의 차이가 훨씬 분명하게 드러나는 것이다.

tion을 받는다는 목표로 상세설계를 진행중에 있으며 EPRI 및 DOE의 지원을 받고 있다. 고유안전로로는 가스 냉각로인 MHTER과 액체금속 고속로인 G.E사의 PRISM이 각각 개발되고 있다.

#### 나. 영국

1990년 영국 중앙전력청(CEGB)이 민영화된 이후 원자력개발 정책은 일단 보류하고 있는 형편으로 현재 Sizewell-B 원자로 건설을 제외하고는 아직 뚜렷한 원자력 개발정책은 알 수 없으며 UKAEA의 주장에 따르면 스웨덴 ABB-CE사에서 개념설계한 Passive Reactor의 일종인 SIR(Safe Integral Reactor)의 실증로를 영국이 공동 개발하여 영국 Winfrith에 건설할 계획이다.

#### 다. 프랑스

프랑스는 천연자원이 부족하여 원자력 발전에 최대의 관심을 가지고 있으며 현재 발전량의 약 70%를 원자력이 차지하고 있다.

그동안 PWR의 표준화를 통하여 원자로의 개량, 개선을 시도한 프랑스는 최근 Chooz-B에 프랑스 최선의 개량형 경수로라 할 수 있는 N-4 원자로를 건설중에 있고 최근에는 REP-2000이라는 Project를 유럽 여러나라와 공동으로 개발할 계획을 가지고 1993년까지 타당성 조사를 완료할 계획이다.

한편 고속증식로로는 Super Phenix-1이 가동중에 있고 유럽과 공동으로 EFR(European Fast Reactor) 개발 계획을 추진중에 있다.

#### 라. 스웨덴

1970년대 원자력 에너지 이용확대를 위하여 지역난방로인 SECURE-H 원자로의 설계를 완료하여 핀란드 및 독일에서 인허가 가능성을 검

〈표 4〉 세계 각국의 노형개발 동향(동력로 중심)

기술별 목적별		안전성개선 개념		기존원자로 (Conventional Rector)	신형로 (Advanced Reactor)		
					개량형원자로 (Evolutionary)	신형안전로 (Revolutionary)	
				피동형원자로 (Passive)		고유안전로 (Inherent)	
핵 분 열 원 자 로	열 중 성 자 로	경수형 원자로 (LWR)	PWR-APWR (일)	· ALWR (미) · N4 (불) · CONVOY-2 (독) · SIZEWELL (영) · SP-90 (미)	AP-600 SBWR SIR (미)	PIUS  (스웨덴)	
			BWR-ABWR (일)				
		중수형 원자로 (CANDU)	CANDU (카)	ADVANCED CANDU (카)			
	가스냉각 원자로 (HTGR)	HTGR (독, 미)	HTR (독, 스웨덴)		MHTGR (미)		
자 원 중 심 형 원 자 로	고 속 로	고전환로 (Converter)	ATR (일)				
		고속증식로 (FBR)	SUPER PHOENIX (불) CRBR (미)		EFR (구주제국)	LMR (미)	

토한 바 있으나 건설된 것은 없다. 그후 SECURE 개념을 발전용으로 발전시켜 PIUS라는 고유안전로의 개념설계를 완료하였으며 원자로의 상용화를 위한 국제 공동연구를 모색중에 있으나 아직 구체적인 개발계획은 가지고 있지 않다.

이상의 나라외에도 독일, 캐나다, 일본 등 신형로 개발에 관심을 가지고 있는 나라가 상당수 있으며 발전용 원자로를 중심으로 각국에서 개발 중인 원자로를 요약하면 표 4와 같다.

## 5. 개발전망

최근의 Gulf 사태도 한 예이겠지만 앞으로의 자원경쟁은 더욱 심각해질 것으로 판단된다. 세계 경제가 회복됨에 따라 원자력 수요는 필연적 이리라 판단되며 원자력 선진국은 새로운 노형 개발을 통하여 기술주도권 확보를 위한 경쟁을 벌일 것이다.

전반적으로 신형로는 개념설계 완료단계 내지는 상세설계 초기단계로 평가되며 2000년대 초반까지는 최초의 상용로가 출현 가능하다 판단된다. 또한 노형개발 동향으로는 지금까지의 개발 결과를 종합적으로 판단할 때 개량형 경수로, 피동형 안전로 및 고유안전로 순으로 개발될 것으로 예상된다.

한편 새로운 노형 개발에 있어서 우리나라 자원의 효율적 이용 측면을 강조한다면 고속 증식로의 상용화가 바람직하다 하겠으나 아직 해결되어야 할 여러 기술적 문제점을 고려할 때 당분간 열중성자로의 개발이 지속될 것으로 전망된다.

새로운 원자로 기술은 그 기술의 성숙도를 입증하기 위하여 Prototype 또는 Demonstration Reactor에 의하여 검증되어야 한다.

이를 위해서는 막대한 투자와 인력을 필요로 하며 현재의 원자력 산업여건을 감안할 때 그 어느 때 보다도 국가간의 긴밀한 협조가 요구되는 상황이라 말할 수 있다.

우리나라의 경우 경제성장과 함께 국민의 소비형태도 점차 고급화되고 있어 전력 에너지

소비는 계속 증가할 것으로 판단되며 이에 따라 원자력 산업계는 2030년까지 약 50기의 신규 원전건설이 필요한 것으로 추정하고 있다. 비록 우리나라가 세계적인 원전 안전운전 기록을 유지하고는 있으나 이러한 막대한 원전소요에 대비하여 현재에 안주하지 않는다는 자세가 필요할 것으로 판단된다.

따라서 우리나라도 원자력 선진국에서 개발중인 새로운 노형의 연구개발에 적극 동참하여 미래 원전의 안전성에 대한 대안을 확보하고 2000년대 주요 선진국과 경쟁할 수 있는 국제 경쟁력을 확보하여야 할 것이다.

## 약 어 ~~~~~

TMI	: 미국 Three Mile Island 발전소
ECC	: Emergency Core Cooling
LOCA	: Loss of Coolant Accident
ATWS	: Anticipated Transient Without Seram
UKAEA	: United Kingdom Atomic Energy Authority
LWR	: Light Water Reactor
APWR	: Advanced Pressurized Water Reactor
AP-600	: Advanced Passive PWR 600 MWe (미 Westinghouse)
SECURE	: Safe & Economically Clean Urban Reactor (스웨덴 ABB-ATOM)
BWR	: Boiling Water Reactor
ABWR	: Advanced Boiling Water Reactor (미 G. E)
SBWR	: Simplified Boiling Water Reactor (미 G. E)
SIR	: Safe Integral Reactor (스웨덴 ABB-C. E)
PIUS	: Process Inherently Ultimate Safety (스웨덴 ABB-ATOM)
HTGR	: High Temperature Gas Cooled Reactor
MHTGR	: Modular High Temperature Gas Cooled Reactor (미 G. A)
FBR	: Fast Breeder Reactor
LMR	: Liquid Metal Reactor
CANDU	: Canadian Deutrium Uranium