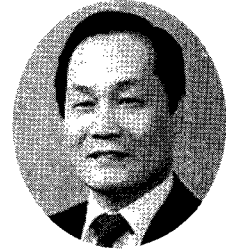


# 韓國의 原子力産業

本稿는 지난 9월28일 제47차 ANS한국 지부에서 갖은 정기조찬회에서 韓國原産의 金善昶 常勤副會長이 발표 한 내용이다.



金 善 昶

〈韓國原子力産業會議 常勤副會長〉

## 서 론

우리나라에서 1959년 연구용 원자로 Triga Mark - II의 건설이 착공되었으나 이것은 연구 실험용이었으며 그 후 원자력연구소를 중심으로 원자력기초연구가 진행되었을 뿐이며 전력 회사인 한국전력이 전원으로서 원자력발전소 건설을 시작함으로써 우리나라의 원자력산업은 부상되기 시작하였다. 고리 원전 1호가 운전시작한지 14년 사이에 우리나라는 9기가 운전중이고 2기 건설, 3기 착공예정이며 2006년까지는 원자력 18기를 건설할 계획이다.

과거 10년간 세계에서 유례없는 원자력의 급신장에 의하여 한국의 원자력산업도 기본체제를 갖추고 발전되어 현재에 와서는 표준화, 기술자립정책 등으로 괄목할 만한 모습으로 발전되었으나 후진국으로서 중공업분야의 취약, 경험부족 및 연구기관과의 협조부진 등 앞으로 실질적으로 극복하여야 할 문제들을 내포하고 있다.

오늘날 우리나라 원자력산업의 문제점과 활성화방안을 검토함으로써 보다 효과적인 원자력산업의 육성에 기대코자 한다.

## 원자력산업의 변천

원전산업은 과학기술과 산업의 거의 모든 분야가 망라되는 거대한 종합산업이다. 따라서 원전산업은 과학기술의 수준과 산업기반의 정도에 따라 크게 좌우될 뿐만 아니라 정부의 원자력개발에 대한 의지와 일관된 원전정책추진이 원전산업 활성화의 관건임은 말할 나위도 없다.

원전산업은 크게 대별하면 원전산업의 연관도에 따라 다음과 같이 구분할 수 있다.

○ 제1차 원전산업 : 원전건설 및 운영에 직접적으로 참여되는 산업

- 주기기 제조업체
- 설계 및 엔지니어링업체
- 핵연료주기 관련업체
- 방사성폐기물 관리업체
- 원전의 운영 및 보수업체
- 원전 건설업체

○ 제2차 원전산업 : 제1차 원전산업의 보조산업

- 원전 관련기기 및 부품 공급업체
- 특수 전문기술분야의 자문회사
- 원전건설 보조업체
- 제1차 원전산업체의 협력업체



○ 제3차 원전산업 : 원전산업에 소요되는 특수소재 제조산업 및 기술지원분야

- 특수소재 제조업체

- 원전요원의 교육 및 훈련 전문기관 등

우리나라의 원전산업은 초기 원전건설이 일괄발주계약(Turnkey)에 의해서 건설되는 동안에는 큰 발전을 할 수 없었으나 고리 3, 4호기 건설부터 분할발주형식의 건설방식을 도입함으로써 제1차 원전산업은 구체적으로 형태화되기 시작하였다. 제2차 및 제3차 원전산업은 국내기술과 타산업의 발전과정에서 자연스럽게 성장하게 되었으며 현재까지 특별한 국가적인 정책 지원을 받지 못하고 있는 실정이다.

제1차 원전산업 기술의 자립과 선진화를 위해서는 그동안 많은 노력과 투자가 병행되어왔으며 상당한 수준까지 도달되었다고 판단된다. 특히 제1차 원전산업에 대한 기술개발 투자는 정부 주도보다는 산업체 중심으로 이루어져 왔으므로 기초적인 R & D 보다는 실용기술의 도입과 개발에 치중된 응용기술이 발달하게 되었다. 그 결과 '87년에 발주된 영광 3, 4호기는 국내 관련업체가 주계약자가 되는 국내주도형 건설

체계를 형성하게 되었다.

'75년부터 원전산업에 대한 기술개발 투자가 가능하게 된 배경에는 '77년부터 '82년까지는 매 1.5년마다 원전1기의 건설이 주기적으로 발주되어 고정적인 원전시장이 확보되어 있었으며, 이에 상응하는 원전산업계의 강력한 기술자립의지와 정부의 지원정책에 힘입은 바가 크다고 볼 수 있다. 그러나 '82년이후 영광 3, 4호기 원전건설발주시까지 5년이상의 시차가 생김으로써 지속적인 원자력산업인력의 확보와 양성, 기술개발이 큰 타격을 받게 되었다.

그러나 이 기간동안에 정부는 원자력 이용개발정책과 원전의 안전성확보 및 경제성 제고 대책을 수립 시행함으로써 구체적으로 원전표준화 사업을 태동시켰으며 이에따라

○ 제1차 원전사업은 단일업체를 정부 및 전력회사 주도형으로 집중 육성하고 업무분장을 명확히하여 체계화 하였으며,

○ 원전기술의 자립 및 효율적인 원전건설 운영을 위한 각 관련업체들의 유기적인 조직, 즉 전력그룹협력회를 통해 협력체제를 강화하였고,

○ 원전 11, 12호기 (영광 3,4호기)와 후속기와의 연계방법으로 참조(Reference)방식을 채택하여 단기 노형전략을 수립하였다. 사실 이러한 원전정책 방향이 현재의 원전산업의 구조를 형성하는데 기본이 되었다.

핵연료주기 사업과 방사성폐기물관리에 대한 사업도 사업규모의 확정, 재원 조달방법 등이 구체화되었으며 사업수행방법, 사업내용에 대한 일부 정책결정사항이 유보된 채로 있으나 기본방향은 대체로 정립되어 있는 상태이다.

원전건설 발전단계별 국내업체의 참여정도

구 분		사업관리	사 업 추 진			
			설 계	구 매	시 공	시 운 전
1 기	원전 1-3 호기	외국계약자	외국계약자	외국계약자	외국 계약자 주도, 국내업체 참여	외국 계약자 주도, 한전 참여
2 기	원전 5-10 호기	한 전	외국계약자 주도, 국내업체 참여	외국계약자 주도, 국내업체 참여	국내업체 주도, 외국계약자 지원	한전주도, 외국계약자 지원
3기	원전 11-12 호기	한 전	전력그룹 주도, 외국업체 참여	전력그룹 주도, 외국업체 참여	전력그룹 주도	한전주도

## 원전사업 추진체제

- 원전 종합사업관리 : 한전
- 원전 운영 : 한전
- 원전 보수 : 한보
- 종합설계 및 기술용역 : 한기
- 원자로 설비계통설계 : 한원연
- 원자로 설비 제조 : 한중
- 터빈발전기 계통설계 및 제조 : 한중
- 핵연료 설계 : 한원연
- 핵연료 제조 : 한핵
- 보조기기 제조 : 전문제작업체
- 건설 시공 : 종합건설업체

## 기술자립 개요

우리나라 원자력발전소 건설에 참여하고 있는 각 기관은 영광 3,4 호기 사업을 통해 원자력 기술자립 목표의 대부분을 달성하고 특히 1995년도까지의 기술자립목표를 종합 95%로 정하고 있다. 여기서 '기술자립목표'란 사업수행 완료후 영광 3,4호기를 참조발전소로 하고 주기가 영광 3,4 호기와 동일기종인 원자력발전소를 국내업체가 외국업체로 부터 한정된 부분의 지원을 받아 주어진 공기 내에 최적의 예산으로 요구된 품질의 발전소를 독자건설할 수 있는 능력을 보유함을 의미하고 있다.

그러나 원전기술은 그 규모가 극히 방대한 종합기술이다. 따라서 제반 기술수준이 높고 산업구조가 건설한 국가의 경우에도 (1) 원전기술의 도입과 반복 건설을 통한 도입기술의 소화와 흡수단계를 거쳐, (2) 자립단계인 점진적 개량 및 자체 개발능력을 갖추었다.

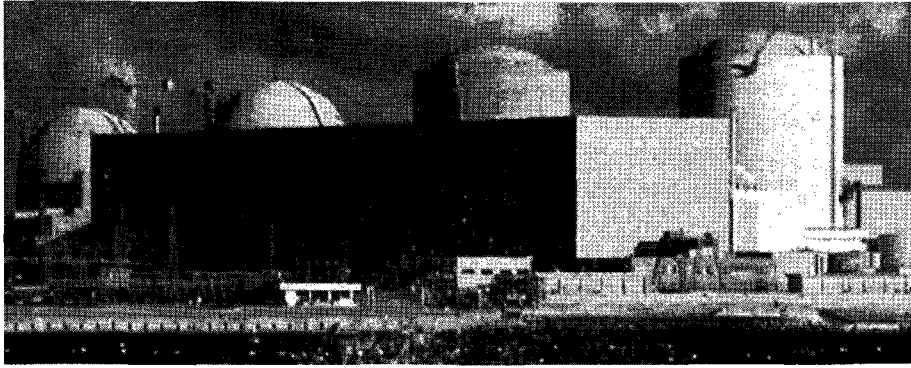
우리나라의 원전기술수준은 현재 원전기술도입 및 반복건설을 통해 도입기술의 소화와 흡수단계에 이르러하고 있다고 할 수 있는 바, 앞으로 (1) 단순모방 및 반복건설을 통해 원전의 독자설계와 건설능력의 확보는 물론, 도입원전기술의 고도화를 기해 이를 바탕으로 다음 단계인 (2) 개량형 원자로 개발과 (3) 신형안전로기술과 같은 자체개발단계를 거쳐야 할 것으로 본다.

그러나 우리나라의 자동차, 전기·전자, 조선, 제철 등의 여타 산업분야에서와 같이 원전 기술개발에 대한 정부의 확실하고 구체적인 정책적 지원과 우리나라 원자력산업계의 확고한 의지에 따라서는 개량개발단계와 자체개발단계를 반복건설을 통한 소화흡수단계에 밀접하게 연계시켜 수행함으로써 자체개발능력을 좀더 조기에 실현할 수 있을 것으로 전망된다.

한편 원전건설 기술자립 추진의 궁극적 목표는 물론 (1) 경제성과 (2) 원전의 안전성 제고에 두어야 할 것이다. 그러나 부존자원이 빈약한

각 분야별 기술자립 목표율

구 분		가중치	영광 3,4호기 국산화율	기술자립목표율 ('95)
종합사업관리		15	85.0%	98%
기자재제작	NSSS	24	63.1%	87%
	T/G	11	94.0%	98%
	소 계	35	-	91%
	BOP	-	-	82%
설 계	플랜트종합설계	21	75.0%	95%
	원자로계통설계	7	50.0%	95%
	핵연료설계	2	50.0%	100%
	소 계	30	-	95%
핵연료제조		3	100%	100%
시 공		17	100%	100%
총 합		100	-	95%



우리나라의 현 여건상 원전기술자립의 잠정적 목표는 에너지의 안정적 공급을 위한 국산에너지자원 확보의 측면에 보다 많은 비중을 두어야 하며, 또한 원전 안전성의 확보는 절대로 경제성 제고와 타협의 대상이 되어서는 안된다.

원자력발전소 건설기술자립을 위한 기본적 추진방안은 다음과 같이 요약할 수 있다.

#### ○ 사업수행

- 국내업체 주도로 사업추진
- 외국업체는 국내업체의 미자립분야 및 취약 분야에 한정

- 외국업체 수행업무에 국내업체 참여
- 설계업무를 국내에서 수행

#### ○ 기술도입

- 기술자료, 전산프로그램 등 SOFTWARE도입
- 교육훈련 및 R&D사업에 직접 참여하여 기술능력 배양

#### ○ 도입기술 활용 및 자체 기술개발

- 설계검증 및 시제품제작, 자체 R&D 사업수행
- 도입기술의 이해와 체계적인 활용 및 분석
- 자체 시설투자

## 원자력산업의 활성화

현재 국가의 원자력정책을 수립할 때 기초로 삼고 있는 것은 원자력법이나 이것은 안전규제의 성격이 강하고 오히려 원자력발전산업의 진흥측면에 대해서는 원전건설이 전원개발계획의 일환으로 추진되기 때문에 전기사업법이나 전원개발 관련법규가 그 근본을 이루고 있으며 산업진흥 그 자체에 대해서는 공업진흥 관련법규

에도 관련되는 바가 큼으로 포괄적인 원자력산업 특히 원자력발전산업의 진흥 측면에서는 이러한 법규들을 주관하는 정부 부처간에 완벽한 협조체제가 요구되기 마련이다. 이러한 복잡성은 원자력발전산업의 진흥 차원에서는 현재 상당한 장애요소를 제공하고 있다.

같은 사유로 현재 제1차 원자력산업계를 구성하고 있는 각 산업체들은 국가투자기관의 성격을 띠우고 있으나 소관부처가 각각 상이하고 역무의 성격이 많이 다르기 때문에 종합관리에 많은 어려움이 뒤따르고 있다. 이러한 어려움을 줄이기 위해서 한전을 중심으로 한 전력그룹협력회를 구성, 운영하고 있으나 이 협력회는 단순한 상호업무협의 이상의 권한과 책임을 부여 받을 수 있는 조직이 아니기 때문에 자연히 그 기능에는 한계성이 있는 것으로 판단되고 있다.

이러한 사항들을 종합분석해 볼 때 앞으로 국내원자력산업의 활성화를 위해서는 다음과 같은 사항들이 국가적인 측면에서 명확히 정립되어야 한다고 판단된다.

- 원전산업을 진흥하기 위한 명확한 국가의 주체기관과 그 기능
- 원전에 대한 뚜렷한 국가정책 및 추진계획
- 원전산업체의 계열화 및 전문화와 상호간 기능의 정립
- 관련되는 국내 법규간의 합리적인 조정
- 진흥재원의 조달
- 관련산업(특히 화력을 중심으로 하는 발전산업과 화학, 통신 등) 및 연구기관과의 유기적인 관계설정과 협조체제의 구축
- 국민합의 도출을 위한 산업공동협의기구의 활성화와 민간참여폭의 확대

현재 원전산업과 가장 밀접한 관계를 맺고 있

는 정부 부처로는 동자부와 과기처이며 원자력 정책 결정기구로는 원자력위원회가 구성되어 있고 그 산하에 전문위원회가 설치되어 있다. 그러나 이러한 관련 정부조직이 상호유기적으로 연결되어 일관성있는 원전정책의 결정과 산업 진흥이 이루어지도록 요망되고 있다.

이러한 측면에서 볼 때 원전산업의 진흥과 안전규제가 상호 보완되도록 포용되어야 한다. 우리나라의 행정체제도 이러한 맥락에서 재조정이 되어야 하며 원전산업 자체 뿐만 아니라 가능한 한 유관산업 특히 수화력발전설비, 통신, 환경산업 등과의 긴밀한 협조체제를 구성하여 “고립적인” 원자력행정에서 탈피하도록 하여야 한다.

원전산업체 중에서 제1차산업은 업무분장에 따라 한전, 한국중공업, 원자력연구소, 한국전력기술(주), 한국핵연료(주), 한국전력보수(주) 등이 상호 연결되어 업무를 수행하고 있다. 여건으로 판단할 때 인력과 경험의 활용측면에서 특별한 다른 대안이 있는 것은 아니나 원전건설 사업추진을 위한 계약 및 관리체제, 동종의 기술이 분산되는 형태, 상호업무내용의 구분이 명확하지 않는 문제, 외국과의 기술협력 특히 원전 안전문제에 대한 상호 확인과정 등 우리나라의 제1차 원전산업구조에 대해서 논란의 여지가 발생하고 있다. 특히 방사성폐기물의 관리대책을 중심으로 볼때 이러한 산업구조에 대해서는 재고해 볼 필요가 있다. 현재의 여건을 중심으로 분석한다면 지금 구성되어 있는 잠정적으로 운영하되 시대의 변천요건에 따라 변화를 주는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

현재 건설을 제외한 제1차 원전산업이 공기업에 국한되어 독점되고 있는 사실에 대하여 경쟁 위주의 시장개방으로 안전성과 경제성을 높여야 된다는 의견이 피력되고 있다. 그러나 현재 우리가 안고 있는 원자력이라는 특수환경-안전제일주의, 협소한 국내시장, 해외시장개척전망의 불투명, 막대한 기술개발투자, 원자력기술과 타산업과의 연계성-등을 고려할 때 현재와 같은 단일 집중육성정책은 앞으로도 계속 유지되어야 된다고 판단된다.

제1차 원자력산업체의 체계가 형성되면 이에 따른 제2차 원자력산업체에 대한 계열화 및 체계화가 뒤따라도록하여 적합한 산업활성화대책이 수립되어야 한다.

## 원전산업의 활성화 방안

2006년까지 85기의 발전소 건설(원자력 18기)의 사업을 성공적으로 달성하기 위하여는 원전산업의 특성을 감안하여 역할분담의 재조정과 전문계열화의 확립을 통해 원전산업계의 체계를 재정립하고 기술수준의 목표를 설정하여 지도육성해 나가는데서 찾아야 할 것이다.

원자력산업의 역할분담은 장기적인 관점에서 볼 때 다음과 같이 재조정되어야 한다.

- 현재의 사업별 원전산업구조가 점진적으로 설계, 엔지니어링, 기술연구 및 개발, 제조, 시공, 건설 등 기능위주로 구성되도록 하여 기술, 경험, 인력이 효율적으로 활용되고 상호 연계되어야 한다.

- 원전건설 시공을 전반적으로 담당할 능력있는 종합건설업체를 1~2개사로 제한하고 A/E사와의 연계를 강화하여 시공설계, 시공계획 수립, 시공기술 및 공법개선 등에 대한 상호 협의를 통해 시공업무의 효율성과 경제성을 극대화하도록 하여야 한다.

- 사업주인 한전은 선진국과 같이 종합공정, 공사비, 품질개선 관리에 전념하고, 보조기기구매 및 시공관리 등 세부적인 사업관리는 기술용역 사업관리를 해당 사업자측에게 위임한다 하더라도 사업주인 한전은 필요시 각 사업자들의 업무를 파악, 종합, 조정해야 할 의무가 있고, 궁극적으로는 설비의 완벽한 운용, 관리의 책임이 있기 때문에 필요한 기술에 대해서는 자체적으로 높은 수준의 기술능력을 지속적으로 유지해야 한다.

전문계열화의 확립을 위해서는 다음 사항이 고려되어야 한다.

- 기술용역, 주기기공급, 종합건설의 역할분담사는 각각 자기의 역할담당분야중 자사의 업무범위 밖의 전문분야와 업무량의 증감을 감안하

여 각사별로 전문협력업체를 선정, 기술지도를 통해 육성하는 것이 효과적일 것이다.

○전문계열화업체의 선정은 기술능력 및 과거의 실적 또는 원전건설사업에의 참여경험을 토대로 각 분야별 업무량을 감안하여 1~3개 업체로 제한되어야 할 것이다.

○보조기기의 발주는 계통설계와 보조기기 기술사양을 작성하는 종합설계 A/E회사가 발주하는 방식이 효과적이며, 설비별로 1~3개 전문제조업체를 선정, 계속 육성하여야 한다.

○건설 시공분야에 있어서는 특수기술이 요구되는 시공업무는 전문업체를 선정 육성하여 선진국에서와 같이 전문화시켜 시공품질의 향상을 도모하고 공기단축을 유도하여야 한다.

우리나라 원전의 안전기준과 산업기술 기준은 주로 미국의 기준을 준용하여 왔으며, 원전도입국에 따라 프랑스, 캐나다 기준을 일부 준용해 왔다. 이러한 기술기준은 일부 대기업체에는 크게 문제되지 않으나 중소기업체가 대부분의 전문계열사에게는 적용에 애로가 많으므로 국산화 추진에 장애가 된다. 따라서 국내실정에 맞는 안전기준과 산업기술기준의 제정이 시급히 요청된다.

주기기 및 전문업체의 시설을 검토하여 기술자립 및 국산화에 필수적인 시설은 정책적인 차원에서 시설투자 지원방안이 모색되어야 한다. 역할분담사는 전문계열화업체의 “품질보증제도” 개발을 적극 지원하여야 할 것이며 분야별 계열전문업체수를 제한하여 시장을 보장해 줌으로써 “품질보증제도”의 유지를 지원해야 할 것이다.

전기 및 계장계통의 원자력급 기자재를 제작할 수 있는 전문업체는 많으나, 원자력안전과 관련하여 내진, 내열, 내방사성, 경년열화 효과등을 시험하는 시험설비가 없어 국산화에 제약이 되고 있다. 이러한 시험을 실시, 검증할 수 있는 “내환경 기기검정” 전문업체를 설립하던가 국내시험기관에 설비를 보강하여 이 분야의 검증제도를 확립해야 할 것이다.

원전산업분야도 경제성을 배제할 수 없으므로 물량면이나 기술능력면에서 경제성 전망이

불투명한 분야는 기술자립 대상에서 제외하고, 기술자립이된 분야 제품이라 할지라도 외국과 경쟁이 되지 않는 분야는 외국업체에 발주하는 것이 바람직하므로 기술자립계획과 국산화계획을 연계하여 재검토할 필요가 있다.

원자력발전산업의 활성화는 국내 여러학과와 연구소와도 연계를 확장하여 원자력산업계를 뒷받침하여야 되며 이들에게도 재정적 뒷받침과 원전산업 관련업무에 적극적으로 참여시켜 원자력기술자립을 촉진시켜야 된다.

또한 원자력 1차 산업체들은 미국 기계학회의 N-Stamp를 취득하여 원자력급 생산업체로 인정은 되나 2차, 3차 업체는 원자력급 제품제작에 자격이 없으며 국내에서 자격심의 및 자격부여를 전담하는 공인기관이 없음으로 원자력부분의 품질보증에 큰 문제점으로 되어있어 조속한 공인기관 설립이 요구된다.

기술자립은 일반적으로 기술의 도입, 반복건설을 통한 소화/흡수단계를 거쳐 자립단계인 개량개발 또는 자체 개발능력을 갖추게 된다. 따라서 기술자립 측면에서 본다면 기술도입단계인 현시점에서는 몇기를 반복 건설하는 과정을 거쳐, 독자설계, 건설능력의 확보 및 기술의 고도화를 도모하는 것이 옳은 방향이다. 그러나 현재 반복건설의 대상이 되고 있는 원자로형이 구세대 형태이고, 반면 안전성이 획기적으로 증진된 원자로를 현사회에서는 요구하기 때문에 과감한 기술혁신을 위한 노력이 필요하다. 더욱이 원전의 신규건설을 추진하는 선진국이 적음으로 우리 자체의 개발능력을 조속히 확보하는 것이 매우 중요하다. 그러므로 기술자립의 추진 방향도 이 사실에 초점을 맞추어야 하며 기술자립목적의 재정립이 요구된다. 최근 정부의 장기전원개발계획에 의하면 2006년까지 원자력 18기를 포함하여 총 85기의 발전설비를 추가 건설되어야 한다.

앞으로 우리나라의 원자력산업 및 중전기사업이 기술자립이 되고 정착할 수 있는 여건이 충족되기 위하여는 원자력산업체가 조속히 전문화 분업화되어 명실상부한 원자력공업국으로 부상하기를 기원하는 바이다.