

西獨의 原子力開發 里程標

西獨의 原子力發電은 기간이 거의 동일한 세 단계로 구분할 수 있다. 1단계 동안에 輕水爐가 여러가지 原子爐중에서 가장 경쟁력이 있는 것으로 부상했다. 2단계 초기에는 발전소 규모가 오늘날의 원자력발전소 용량의 가장 큰 비율을 차지하는 標準인 1,300MW급으로 증가되었으며, 3단계 기간중에 원자력 機器와 사업시행에 대한 안전요건이 확립되었다.

W. Bürkle, W. Grüner, G. Putschögl

1. 發 端

西獨에서 원자력에너지의 평화적 이용은 세계 제2차대전이 끝나고 정확히 10년이 지난뒤인 파리조약이 발효된 1955년 5월 5일에 공식적으로 시작되었다. 이 조약은 독일이 주권을 회복하고 원자력 무기를 포기하는 대신 원자력에너지의 평화적 사용의 자유가 허용됨을 의미하는 것이었다.

중전 후 몇 년간의 부족물자에 대한 지리한 기억과 1950년대 초의 석탄공급상의 애로 및 國家의 생계를 유지하기 위해서는 국제시장에서 수출 경쟁으로 상당한 外貨를 벌어야 한다는 점을 인식하고 이 새로운 에너지자원의 사용으로 새로운 돌파구를 열어야 한다는데 全社會가 동의했다.

1955년의 두번째 중요한 사건은 원자력에너지의 평화적 사용을 위한 첫번째 유엔 總會가 8월 8일부터 20일까지 제네바에서 개최된 것이다. 1953년 12월 8일 U.N.에서 아이젠하워 미국 대통령에 의해 선포된 "평화를 위한 원자력"이란 새로운 美國政策의 결과로 西獨이 이 분야에서 다른 産業能力보다 뒤져 있음을 알게 되었다.

이러한 不利點을 극복하기 위한 정치적 의지로 1955년 10월 15일 새로운 부서인 연방원자력업무부가 창설되었으며, 다음해에 처음으로 3개의 대

규모 原子力調査研究機關이 창설되었는데 즉, 1956년 2월 주리히原子力研究센터와 2개월 후의 조선과 항해에 핵에너지 이용을 위한 협회 (GKSS), 그리고 지금은 칼스루에原子力研究센터로 알려진 칼스루에 핵원자로 건설 및 경영협회가 그것이다.

1956년도 초인 1월 26일 독일연방원자력위원회가 專門諮問委員會로 발족되었다. 미국이나 영국 그리고 프랑스의 원자력에너지 당국이나 기관과는 달리 연방원자력업무부나 자문위원회는 협력 기능인 原子爐를 위한 재정지원과 원자력에너지의 이용을 위한 기본 법적근거를 마련하는 일만 수입받았다. 民間電力會社에 의한 원자력에너지의 사용은 궁극적으로 市場性에 맞게 조정되어야 하므로 政府의 진흥정책도 開發段階부터 수지타산에 맞추어 원자력에너지를 추진토록 하는 가교 역할을 하는 것이었다.

이러한 정책에 의해서 다음 30年間的 原子力開發에 대한 이정표가 수립되는 등 제도적인 기초 작업이 1956년말에 확립되었다.

2. 競爭에 의한 選別推進

1950년대 중반에 가장 유망한 原子爐設計方式

에 대한 論議는 여전히 분분하였으나, 天然우라늄 核연감속 원자로가 기존의 원자력발전소나 건설중 및 발주중인 발전소의 기본으로 두각을 나타냈다. 한편 확고한 선호가 없고 또 自體開發에 의한 技術獨立을 달성하기 위한 노력이 결핍된 가운데 1957년부터 1963년까지 수행된 Eltville 500 MW 프로그램으로 알려진 첫번째 振興프로그램이 연방정부에 의해 공식화되었다.

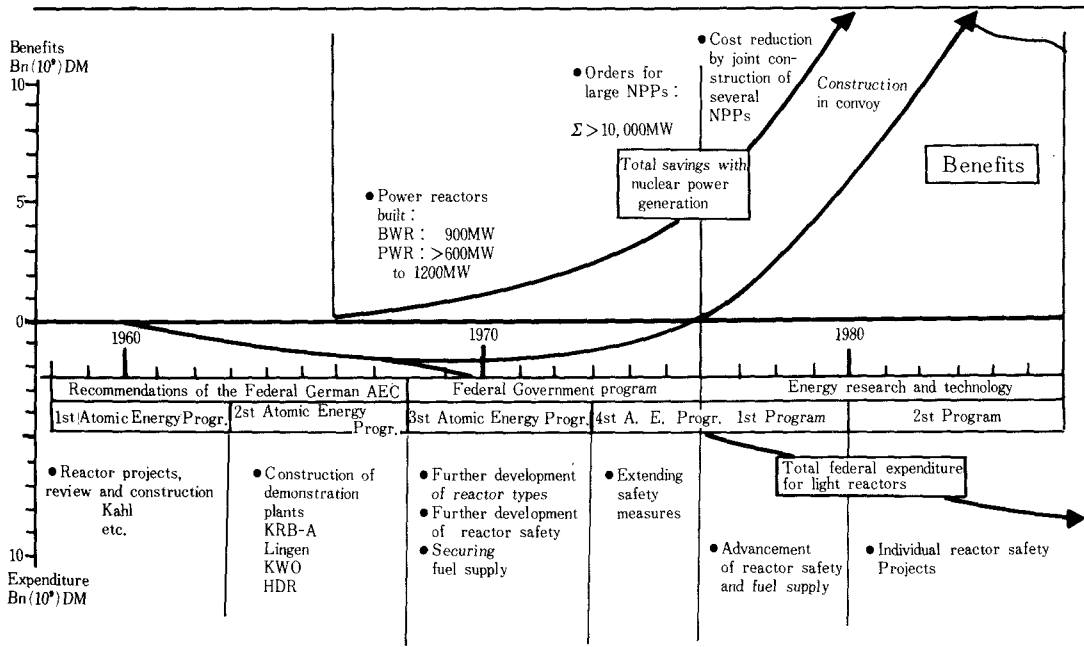
이 프로그램은 각각 약 100MW(따라서 Eltville 500MW라 명명됨) 出力의 각각 다른 5개 원자로형에 대한 계획으로서 5개의 상이한 산업그룹에 의해 추진될 예정이었으나, 1959년 8월에 발주된 주리히의 高溫原子爐(AVR 15MW)와 1961년에 발주된 「칼스루에」의 多目的研究用原子爐(MZFR 57MW) 및 1966년 착공된 Niederaichbach의 壓力管原子爐(KKN 100 MW) 등 세가지만이 구체화되었다.

연방정부의 두번째 振興計劃은(1963년부터 1967년까지) Obrigheim原電(KWO)과 Lingen(화력증기과열 비등수형 원자로), 원자력선박 Otto Hahn을 위한 선박용 원자로, Niederaich-

bach 압력관원자로 그리고 칼스루에 再處理工場과 관련된 프로젝트들이었다. 또한 이 기간동안 과열증기원자로(HDR)의 計劃이 수립되어 建設이 시작되었다. 이 原子爐는 직접 원자력 과열의 가능성에 대한 확신을 제공하는 것이었다.

放射性 의약 및 농업에서의 잠재적 사용문제와는 별도로 가장 큰 核分裂熱에너지의 상업적 잠재력은 電氣로 전환하는데 있다. 따라서 西獨의 主要電力社會들이 그때까지와는 매우 상이한 戰略임에도 불구하고 다양한 개발에 착수해야 했다.

Siemens社는 독점되어 있는 우라늄농축에 더 이상 의존하지 않아도 될 방법이 얼마나 신속히 발견될지 그 당시로서는 불투명했기 때문에 최초의 독립사업으로 天然우라늄을 사용한 重水減速原子爐를 개발하였으며, 그 사업은 두 가지 형태로 수행되었다. 하나는 加壓輕水型原子爐 이론에 따라서 설계된 냉각재로 重水를 사용하는 壓力容器型 원자로였고, 두번째 형태는 개발목적이 재래의 증기조건 즉, 약 500℃를 달성하기 위하여 냉각재로 탄산가스를 사용하는 壓力管型 原子爐



〈그림 1〉 西獨의 輕水型 原子爐 開發費用과 이익

였다.

경수형 원자로의 상업적 잠재력은 웨스팅하우스사와의 기술지원 강화로 加壓水型 原子爐에서 발전되었다. 기술진수는 성공적이어서 독일에서 첫번째 加壓水型 原子爐의 原型인 Obrigheim 발전소의 건설이 1965년에 착수되어 Siemens사의 단독책임으로 4년만에 완공되었다. AEG (Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft)는 최우선 목표로 가장 신속하게 시장에 도입할 수 있는 방법을 검토하였다. 결과적으로 오랜 관계를 지속하고 있던 GE사로 부터 비등수로 기술을 도입하여 몇년내에 原型 및 實證發電所로 Kahl, Gundremmingen A, Lingen과 Grosswelzheim 발전소를 건설하였다.

마지막으로 BBC는 英國으로부터 기본기술을 도입하였으나, 주리히원자력연구센터와 합동으로 核燃料集合體의 설계를 개조하여 Eltville 프로그램의 일환으로 첫번째 原型 高溫原子爐를 건설하였다.

第2次 開發計劃이 끝날무렵 大型 輕水型 原子爐가 발주됨으로써 독일산업이 實證발전소를 통하여 경험과 제조기술을 습득하려던 목표는 상대적으로 저렴한 비용으로 이미 성취되었다.

경수형 원자로를 통한 주도적 역할을 고려하고 사용가능한 우라늄資源을 신중히 평가하여 增殖爐, 再處理, 고온원자로와 같은 이들 資源의 최대 利用方法과 또 다른 응용방법 개발을 위한 原子力設備에 가일층 진흥방안이 집중되었다. 美國과 비교한 서유럽의 높은 에너지 가격 및 原子力發電을 위한 비용구조를 고려할때 기존의 산업역량으로 서독의 원자력발전용량은 1980년에 25나지 30GW가 될 것으로 전망됐다.

미국의 경우 1965년도에는 재래식발전소와 原子力發電所의 발주비율이 3:1로 재래식발전소가 우위였음에 비해 1966년도에는 재래식과 원자력이 거의 같은 숫자로 발주되었다. 한편 독일은 自國의 석탄 사용을 위하여 電力生産의 50%를 석탄화력발전소로 유지하게 한 그 당시에 제정된 석

탄조레가 원자력에너지의 확장에 장애로 작용하였다. 발전소의 구성과 규모, 그리고 예상 성장율은 그 당시 단지 900MW였으며, 이年間新規 電力量은 거의 原子力에 의한 電力量과 대등하였다.

3. 高出力에 의한 需要의 비약적 발전(1966~1976)

制御연쇄반응의 가능성이 처음으로 1942년 12월 12일 증명된 이후 25년이 채 지나기도 전에 서독은 출력이 600MW를 상회하는 2基의 원자력 발전소(하나는 가압수형, 또 다른 하나는 비등수형)를 발주함으로써 이 새로운 에너지원의 경쟁력면에서 비약적인 발전을 이룩했다. 이러한 호기당 출력의 증가는 2~3년 전에 250나지 300MW급으로 발주된 實證발전소와 비교하면 비약적이지만 국제적인 실정으로 보면 이것은 여전히 선두주자를 따라가기 위한 경주였다. 즉, 미국에서는 1968년까지 출력 1,000MW를 초과하는 原電이 21기 발주되었으며, 이 전력수준은 英國과 日本 등 다른 나라에서도 이미 도달되어 있었다.

가스冷却黑鉛減速原子爐가 총설비용량이 약 10,000MW였던 그 당시 가동중인 원자력발전소의 대다수를 여전히 점유하고 있었으며, 2위인 경수형 원자로를 발주량에서 격차가 많았다. 3위는 실질적으로 알려지지도 않았고 電力發電이라는 점에서도 거의 가망이 없는 것으로 여겨졌던 수냉각흑연원자로(RBMK)였었는데, 이 爐型은 그후 불행스럽게도 극적인 큰 사고를 발생시켰다.

매우 흥미롭게도 독일의 原子爐産業은 우라늄 농축의 독립성, 가장 수요가 높은 輕水爐와 기술상의 유사점 등 많은 관심을 끄는 기술적 특징과 운전상 특성을 가진 설계에 의한 重水爐의 첫번째 수출에 성공을 거두었다. 남아메리카대륙의 첫번째 원자력발전소인 이 重水爐의 특징이 아르헨티나에서 경수로에 비하여 과중한 경제적 불이익에도 불구하고 國家原子爐戰略에 결정적인 지

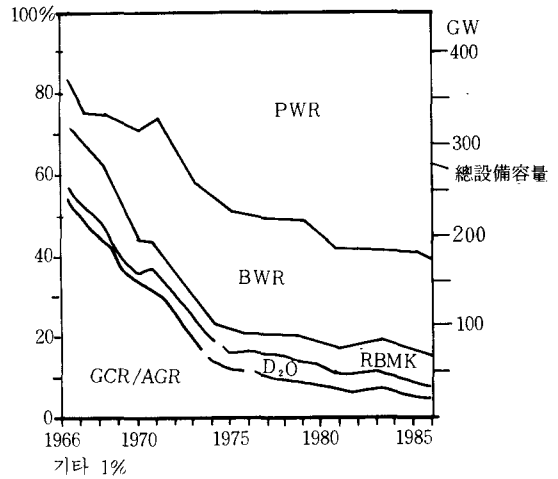
지를 받게 한 것이다.

1968년과 1969년에 Obrigheim과 Lingen 實證發電所의 인계와 1969년 Grosswelzheim 과열증기원자로의 초기인계 달성은 實證段階의 중식을 뜻하는 것이었다. 비록 처음 두 발전소는 여러가지 概念과 設計를 위한 기준확립 등 많은 기술혁신을 겪었지만, 신속히 건설되어 상업운전에 들어갈 수 있었다. 비등수형 원자로를 例로 들면, 현저하게 향상된 爐心접근성, 새로운 습분분리기, 미동제어봉 구동기계장치, 재순환제어를 통한 출력변경 즉, 냉각펌프의 속도변경과 노심감시를 위한 중성자시험 등의 특징을 지녔다.

가압경수형 원자로의 새로운 특징은 지르코늄 피복재관으로 된 Box없는 연료집합체, 노심계측장치를 상부에서 원자로 압력용기폐쇄수두까지 삽입, 강제냉각이 없는 제어봉 구동장치의 개조, 구면 격납용기외곽 등으로써 그후 상표가 된 「Siemens/KWU」가압경수형 원자로였다.

세번째 프로젝트인 HDR(과열증기로)은 원래 원자력과과열을 개발하기 위하여 고안된 것이었으나, 경수형 원자로와의 경제성 경쟁에서 신속한 기술적 진보와 향상의 희생물이 되었다. 그러나 발전소 기기와 구조물에 대한 폴스케일試驗設備로써 귀중한 서비스를 계속해왔으며, 原子爐와 건물구조의 안전한 사양 확립을 위한 가정들을 입증하고 불확실성을 제거하는데 그 역할을 다 했다.

첫번째 상업용 PWR(Stade 原電)은 발전소 設計와 기기 및 계통상 기술의 면에서 미래의 KWU PWR 技術의 모든 주요특징을 반영하고 있다. 즉, 증기발생기 튜브재질로 세계적으로 처음 사용된 Incoloy 800, 고장없는 가스켓의 유지보수를 보증하는 부착식 샤프트어댑터가 취부된 원자로 냉각재 펌프, 노심으로 부터 신속히 들어낼 수 있는 노심계측설비의 집합배치, 긴급 및 예열제거장치의 4열배치, 접근이 용이한 안전관련 장치의 배열, 철근외각하부에 충분히 사용가능한 환형공간 및 외각 콘크리트 차폐물, 방호콘크리트



〈그림 2〉 1986年 12月 現在 稼動中인 原電의 分布와 設備容量

실린더상부 원자로 건물내부 천정원형 크레인, 핵처리기자재의 배치, 제어실과 스위치기어 그리고 특별히 설계된 건물내의 급수/증기 순환이다.

1969년의 두드러진 里程碑는 Biblis-A 1,200 MW급 발전소로써 그후 수년동안 세계에서 가장 큰 외측 터빈발전기를 가진 원자로였다. 이것은 2~3개월 일찍 발주된 Obrigheim 實證發電所 출력의 거의 세 배 반이나 된다는 점과, 600MW급 중간 단계인 Stade와 Wurgassen발전소 건설 경험뿐만 아니라 더욱 괄목할만한 것이었다. 그러나 主契約者인 KWU와 Siemens社는 발전소의 턴·키방식 건설에 충분한 경험이 있었으므로 필요한 대형 기기들을 조립할 수 있다고 확신했기 때문에 사업주와 계약자는 이 새로운 분야의 모험을 시도할 수 있었다.

이미 Biblis발주의 예비단계에서 나타난 바와 같이 보다 大型으로의 경향은 1969년 4월 1일 KWU의 설립과 같은 發電所供給産業內의 합병을 가져왔다. 한편 단위출력의 이러한 증가는 1969년 이후의 일반물가 상승을 흡수할 수 있어서 원자력에너지의 비용상 이점을 지속케 했다.

더우기 原子爐 安全性에 대한 일반의 견해는 대규모 경수형 원자로의 건설에 대하여 불안해 하지 않았다. 즉, 건설과 운전에서 얻은 경험을 체

계적으로 관리하고, 이 경험을 허가절차뿐만 아니라 올바른 피드백과 합리화 확보를 위하여 계속 발전시키는데 주의를 집중시켜야 한다는데 의견이 일치되었다. 그러나 이런 전체적으로 적극적인 배경은 원자력을 發電뿐만 아니라 증기와 열을 제공하기 위해서 사용코자 하는 프로젝트에서도 명백해졌다.

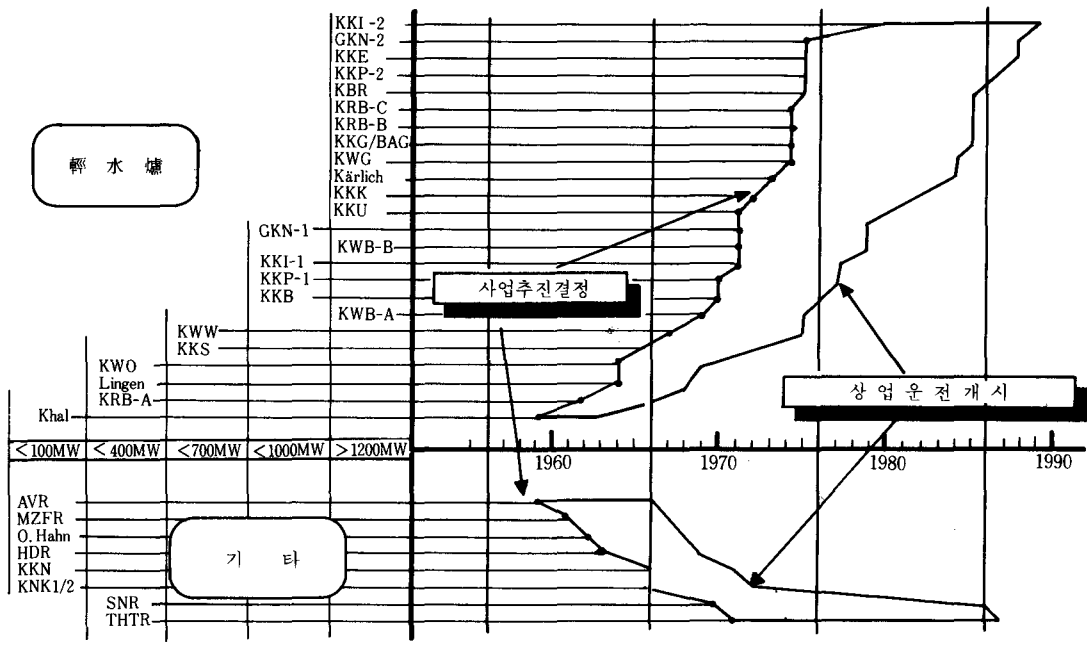
1970년 Badische Amilin-und Soda-Fabrik (BASF)에 의해 KWU에 발급된 Ludwigshafen 工業團地에 원자력발전소를 건설하기로 한 가계약에 대해서는 연방교육과학장관이 추가안전연구에 대한 동의를 보류하고 있었으므로 발주로 볼 수는 없었다. 부지선정문제가 해결된 후에도 뒤늦은 연방당국의 책임부서 재조직과 안전요구사항이 강화됨으로써 마침내 그 프로젝트는 포기되었다. 현재까지 廢熱을 이용하는 원자력발전소는 몇基 밖에 없다. 즉, 서독의 Stade발전소와 스위스의 Gosgen발전소가 그 것이다.

그럼에도 불구하고 聯邦振興計劃에 따라 7기의 발전소와 2기의 原型原子爐(Hamm의 THTR 300과 Kalkar의 SNR300)가 1971년과 1972년에

발주되었다. 1973년의 석유가격 압력은 發電用 석유사용의 최소화를 요구하였다. 또한 원자재 가격의 인상으로 인한 경기후퇴는 투자지원법에 의해 타개될 전망이었고, 그 법은 원자력에너지에 새로운 전기를 부여했다. 1974년과 1975년에는 11기의 신규발전소가 발주되었다(총 1,300 MW) : 브라질과 이란으로의 수출성공과 함께 이것은 10년전 미국의 原子爐産業이 경험하였던 여건과 흡사한 發電量이었다.

화폐가치의 하락은 대규모 투자의 프로젝트에 대해 방해물이 되었고, 그 결과는 1975년 2월 Whyl敷地에서 나타났다. 최근 되찾은 주권을 생각해서 각성의 분위기에 의해 지지를 받아온 새로운 기술에 대한 의견일치는 사라졌다. 그 당시 대규모 연구센터의 건설에 반대했던 언론이 이제는 일반적으로 산업계, 특히 원자력에 대한 비판자들을 위한 역할을 더욱 더 수행했다. 원자력발전소의 認許可節次上에 반영된 이러한 압력수단은 여러 곳에서 나타났다.

이리하여 原子力發電産業은 역설적인 상황에 처해 있음을 알았다. 6기의 대형 경수형원자로 발



〈그림 3〉 西獨의 原子力成長

전소와 4기의 보다 적은 實證발전소(MZFR, AVR, KNK, VAK)의 훌륭한 운전기록은 運轉員들의 기대를 충분히 만족시켰을 뿐만 아니라稼動性和 신뢰성의 면에서도 세계 랭킹의 수위를 차지했다. 약 총 1,200MW의 發注 또는 建設 프로젝트가 보류되고 있었으나 아직 표준화 달성을 위한 대규모의 노력은 포기되지 않고 있었다.

그당시 선별추진은 加壓輕水型 原子爐로 바뀌었다. 그러한 선택의 아주 중요한 계기는 1975년 프랑스가 電力生産을 위해 석유대신 PWR을 사용하는 이례적인 결정으로 원자로건설계획을 시작했다는 사실이었다. 호기당 출력은 서독은 물론 先進工業國家에서도 이미 1,000내지 1,300 MW수준으로 집중되었다. 이型的 원자로는 전 세계적인 건설 및 운영을 통해서 축적된 경험의 결과로 선두를 유지할 수 있었다.

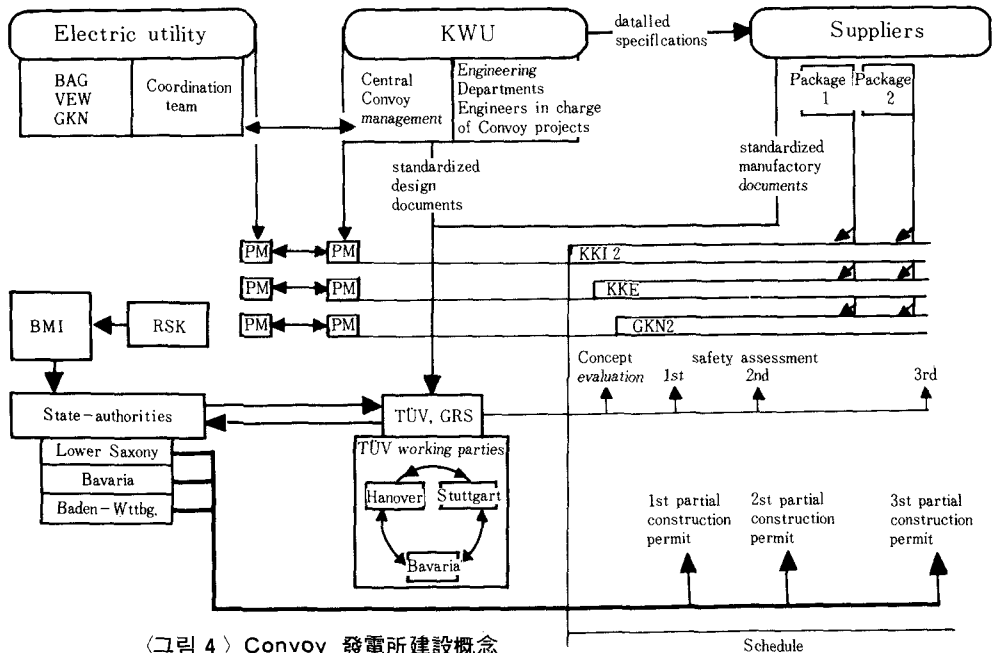
4. 原子力發電成熟過程의 장애 (1976-1986)

1975년 原子力은 國家總電力供給의 9%를 차지하였으며, 發注中인 것을 고려하면 더욱 급격한

증가가 예상되었다. 그러나 많은 요인이 가동시간, 비용 그리고 프로젝트 데드라인에 영향을 끼쳤다. 무엇보다도 제1차 석유가격파동 이래(실질적으로 실업증가와 함께 수년에 걸친 국민총생산의 제로성장) 경제개발의 급격한 침체가 그것이며, 결과적으로 발전소 건설사업은 낮은 성장율을 고려하여 보류되었다.

때로는 격렬한(Brokdorf와 Kalkar) 근본적인 반대여론의 대두는 입법부와 행정부를 곤궁에 빠뜨렸다. 이것은 廢棄物管理政策에도 반영되었다. Lower Saxony에서 있는 州政府의 Gorbelen공청회는 철저함과 품질에 관한 새로운 기준은 확립하였지만, 정치적 역량은 核燃料의 再處理 및 廢棄物의 處理處分과 최종저장에 대한 종합시스템의 개념수립을 수행하기에는 부족하였다.

1977년 4월 7일 카터대통령의 연설에서 밝힌 미국행정부의 核非擴散政策은 국제적 상황에 도움이 되지 못했다. 그것은 핵무기를 보유하고 있지 않은 국가 사이에 격심한 사회적 불안을 야기시켰으며, 기술전수에 있어 先進工業國家들과의 협



〈그림 4〉 Convoy 發電所建設概念

력관계를 위협했다. 그래서 原子力技術을 가진 국가와의 공동노력이 그러한 상황을 회복시키기 위하여 INFCE에서 요구되었다.

1970년대 말에 관계당국은 발전소 건설자들에게 행정법원 소송절차에 있어 적절한 보호조치를 확실히 하기 위해서 많은 양의 보다 광범위한 검사서와 서류를 요구하였다. 구체적이고 명백한 규제에 의해 애매모호한 법률조항에 근거한 임의적 권한을 배제하기 위한 노력의 결과 原子爐安全委員會(RSK)지침의 부록에 있는 압력유지범위에 인접한 계통의 基本安全概念을 1977년과 1979년 사이에 종결시킬 수 있었다. 이것은 高價의 새로운 사양설계, 기자재의 인수거부 및 반품, 工期의 지연(Grafenrheinfeld, Grohnde 및 Philippsburg 2 프로젝트가 영향을 받았다)을 가져왔으며, 그에 따라 해외경쟁과 국내시장에서 원자력에너지의 비용상 이점 감퇴를 초래하였다. 그러나 아직까지 原子力에는 전반적으로 많은 利點이 있고 또 앞으로도 계속 유지되어야만 할 것이다.

基本安全概念의 도입으로 근본적인 안전수단, 즉 사고를 제한하거나 완화하는 방법 이전에 사고방지에 우선순위를 부여하게 되었다. 저응력수준과 최적화된 설계 및 매우 튼튼한 자재의 사용은 기자재의 安全性이 더 이상 엄격한 제작과 검사조건에만 의존치 않음을 의미하며, 그렇게 함으로써 갑작스런 고장의 가능성이 배제될 수 있는 것이다. 따라서 原子爐安全理論에 중대한 기여를 하게 되었고, 결국은 국제적인 수준에서도 인정을 받게 되는 것이다.

1979년은 原子力界에 있어서 좋지 못한 해였다. 그해 초에 독일 최대 전력회사인 RWE의 이사이자 호기당 출력의 증가와 독일 원자력산업을 국제수준으로 향상시키는데 큰 공헌을 한 H. Mandel교수가 죽었다. 또한 이란에서의 정치적 변동은 이란에서의 독일과 프랑스 프로젝트를 포기케 했다.

Harrisburg事故에 대한 매스컴의 반응은 예상

밖으로 컸고, 1979년 5월 16일 Lower Saxony에 의해 채택된 Gorleben의 해결 방법을 무색하게 하였다. Harrisburg사고에서 1차 압력경계와 格納容器는 아주 중대한 오조작의 경우에도 原子爐建物에 대한 손상을 줄일 수 있음을 보여주었다. 독일 원자력발전소에 대한 안전성 검토는 그들의 工學的 안전장치의 완화 구조에 대한 확인은 물론 발전소 상황에 대한 정보처리와 관련한 그 당시의 미국기술 수준 이상으로 상당한 이점이 있음을 강조했다. 잠재리스크를 감소할 목적으로 약간의 수정만이 발전소에 도입되었다.

원자력에너지에 대한 강경 반대파가 처음으로 州議會(Bremen)의 의석을 차지했다. 에너지政策과 原子力發電은 오랜 기간동안 “잔여에너지 요구 충족”, “電氣 보이코트”, “연합청원”, “궁극적인 폐기물처리와 연계된 허가제”, “선택의 여지 유지”, “지불정지”, “최종저장 보장”, “의회 임명권 유보”, “조사위원회 선출”, “지하부지 선정” 등과 같은 구호의 난무속에서 추진되어 1980년에는 전기생산의 14%를 점유하였으며, 안전성 검토와 사업추진에 있어 새로운 시도가 성숙되었다.

基本安全性의 도입과 외부사고에 대한 보호를 위한 요구사항의 강화에 많은 기술적 노력이 경주되었으며, 1980년대 초에는 기착수한 프로젝트를 위한 별도 설계업무를 수행하는 것이 불가능해졌고 발주가 지연되는 것도 있었다. 1980년에 나온 Convoy Project Processing의 개념은 Power Block(원자로건물, 원자로 보조건물, 비상시 급수건물과 터빈건물 등 발전소의 거의 80%를 구성)의 標準化計劃과 더불어 동시에 허가당국에 제출할 표준화된 허가서류를 철저히 고찰하는 것이었다. 이러한 시도는 독일의 연방구조와 그에 따른 책임의 분산, 의견, 절차 등을 고려할 때 대단히 성공적이었다.

이러한 추세에 따라 3개의 프로젝트가 각각 2개의 부분적 건설 허가에 의해 전체건설활동이 원래 예산범위내에서 추진중에 있었는데 공정계획

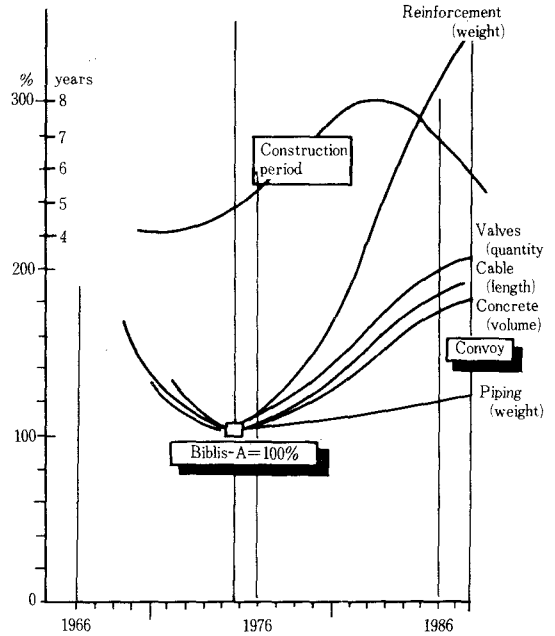
은 변동이 없거나 오히려 짧아졌다. 이것은 적기에 필요한 계획서의 제출과 사양서의 보다 더 완벽한 검토 및 서류의 승인으로 가능하게 되었으며, 그러한 추진은 허가절차를 신속히 하기 위하여 일련의 방법을 고안한 聯邦政府와 검토에 필요한 서류목록을 발간한 연방내부성(BMI)의 지원을 받았다. 그 절차와 관련이 있는 모든 당사자의 견해를 고려하여 자재의 테이크오프는 조금씩 증가를 계속하고 있으나 건설기간이 관련되는 한 변경추이는 이미 바뀌어가고 있다.

이 10년간의 말에는 改良原子爐의 개발을 위한 두가지의 장기진흥실증프로젝트중 적어도 하나(THTR 300)는 運轉에 들어갈 수 있었다. Krummel과 Gundremmingen BWR과 Grohnde, Philippsburg(2號機) 및 Brokdorf의 Convoy선두주자 원자로는 원자력에너지의 점유율을 10년 동안에 네배나 증가한 전체적으로 36%까지 증가시킬 수 있었으며, 서독의 전력공급에서 석탄 다음으로 두번째 큰 공급원이 되었다.

5. 展 望

원자력에너지에 있어서 체르노빌事故는 흑연 감속재를 사용한 첫번째 연쇄반응이 일어난 이래 44년 동안에 최악의 사고였다. 특히 서독에서 원자력에너지의 수용에 끼친 영향은 극심했다. 그러나 이러한 대재해로부터 몇가지 유익한 교훈을 배울 수 있었다. 즉, RBMK의 기술적 특징에 대한 분석에 의해서 이번 사고의 원인과 결과를 서독이나 서방세계의 다른 국가의 원자로에 적용할 필요가 없는 것으로 판명되었으며, 현재의 安全水準은 어떤 즉각적인 조치를 강구하지 않아도 될만큼 크게 확보되어 있다는 것이다.

爐心이 완전히 파괴될 경우에도 초기의 보수적인 연구에 의해서 예상되던 막대한 숫자의 희생자를 발생치 않는다는 것과 코리움이 적절한 지구물리화학적 지형만 확보된다면(체르노빌사고 이전에 확인실험이 수행되었다) 콘크리트 구조물.



〈그림 5〉 PWR의 기술변경추이

을 통과할 수 없음이 명백해졌다.

그러나 原子爐의 기술적 차이점을 거의 고려치 않은 매스컴의 보도에 의해서 정치적 결정자나 에너지 책임자들에게 새로운 원자력사업이 일반의 지지를 얻어서 착수되기 전에 광범위한 저변동이가 재확립되어야 함을 보여주었으며, 또한 노심 용융에 의해서 발전소로부터 방사성물질이 유출되는 경우에도 주민 소개와 같은 긴급조치로 예방된다는 것도 보여주어야 할 것이다.

사실, 格納建物이 健全性の 한계에 도달하기 전에 運轉員이 대응조치를 취하는데는 4~5일의 여유가 있다. 그러나 적절한 압력억제장치가 있는 것 보다는 못하다.

原子力設備의 안전운전에 중대한 기여는 자유롭고 숨기지 않는 국제적 정보교환이다. 이러한 기술정보의 교환은 서방세계 공업국가간의 원자력발전소의 자유시장경쟁과 서비스 제공을 통하여 더욱 촉진될 것이다.

원자력의 장래를 위하여 절대적으로 필요한 선행조건은 기존 발전소의 지속적인 安全運轉이다. 신뢰성과 이용성의 면에서 독일의 원자력발전소

의 운전실적은 높은 수준에 있을 뿐만 아니라 發電과 관련된 모든 형태의 영향을 감소시키는데 현저한 진보를 보았다. 예를 들면, 運轉中인 발전소에 종사하는 사람들의 피폭선량은 10년동안에 1/3以下로 감소되었다.

현재 건설중인 발전소가 완공되면 서독의 원자력에너지 점유율은 약 40%로 증가할 것이며, 더 이상의 확장은 電力消費增加率, 노후 발전소 교체, 석탄화력발전소의 규제조건강화 그리고 직접 또는 복합발전을 통한 熱市場으로의 진출과 같이 경제의 에너지분야에 끼치는 요인이 어느 정도 관여하느냐에 달려 있다.

현재까지의 원자력발전소 건설경험에 의해서, 발전규모가 증가함에 따라 발전비용의 감소가 계속 확인되고 있다. 현재의 출력수준인 1,300MW를 유지하는 것이 安全水準과 함께 경제적 관점에서 권장되고 있다.

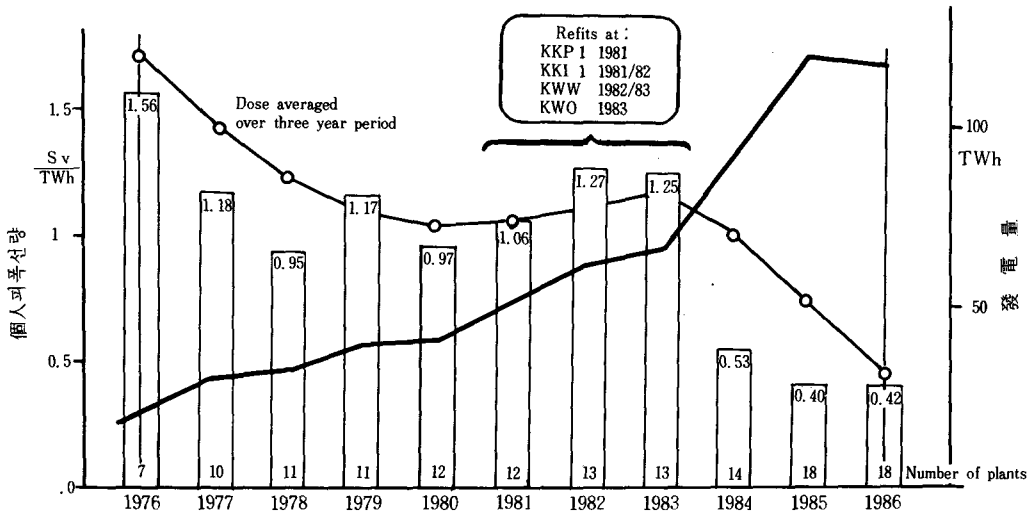
미국에서는 부분적으로 미국의 특이한 조건에 기인하여 새로운 안전한계에 도달하고자 보다 소형 원자로(400내지 600MW급)에 대한 검토가 장려되고 있다. 현재까지의 정보에 의하면 이러한 프로젝트들은 그들의 상대적 매개변수가 대형 발전소와 달라서 안전성과 관련된 이점은 아직 불명확한 것으로 나타났다. 보다 더 소형인 발전소

(200내지 300MW)는 그 지역의 기저구조(系統規模, 예비전력량)에 대한 수요가 높지 않은 세계의 많은 곳에서 요구조건을 충족시키는데 적합할 것으로 본다. 그러나 두 가지 주요선행조건이 성공적인 개발을 위하여 사전에 수립되어야 한다.

첫째로, 같은 수준의 원자로 안전도에서 소형 발전소는 대형 발전소나 화력발전소와 경쟁이 될 수 있게 설계되어야 한다. 두번째 선행조건은 문제점이 발생하지 않는 건설과 운전인 완전한 기술적 해결이어야 할 뿐만 아니라 허가, 자금조달 및 상환과 관련한 행정적인 조치를 취할 수 있도록 세부절차와 서류가 수반되어야 한다.

西獨은 高溫原子爐와 연료주기의 완결 및 고속 증식로의 시도를 통해서 전기발전엔 필요한 에너지공급의 독립을 가능케 함으로써 원자력에너지의 새로운 응용분야에서 탁월한 국제적 지위를 확보했다. 정당한 사유 없이 이러한 지위를 포기하는 것은 모든 國際技術協力分野에서 신뢰를 상실하게 될 것이며, 그 영향은 독일에서 원자력의 포기로 인한 직접적인 피해보다 훨씬 클 것이다.

化石燃料의 주요 소비국인 先進工業國家에서 원자력의 수용을 강화하는 것은 복지향상과 환경보존에 유익한 결과를 가져올 것이다.



〈그림 6〉 KWU製 PWR의 個人被曝線量 및 發電量