

電力事業 長期展望 調査專門委員會 調査報告

安定的 電力需給을 위한 電氣技術의 役割 (電力需給 分科)

전력사업 장기전망 조사전문위원회 위원장 이승민
 동 위원회 전력수급 본과위원장 남정일
 동 위원회 전력수급 본과위 간사 권영한

I. 序言

1. 최근의 電力需給

"에너지 비상", "전력수급 위기", "올 여름철 대규모 정전사태 우려", "공급예비율 2.5% 예상" 등의 전력수급 불균형 문제가 초미의 현안이 되고 있다. 이런 현상은 우리계통이 인접계통과 고립된데다, 전력수요의 급증 시기에 있을수 있는 단기간적 현상으로도 볼수 있으나, 전력의 국가발전상 역할에 비추어 볼때, 빠른기간내에 이 문제가 해결되지 않으면 안될것으로 보인다.

현대산업 체계속에서 전력을 비롯한 에너지의 안정적 공급은 산업활동이나 국민생활에 필수적인 요소이며, 나아가 최근 걸프전이나 Rio 환경회담에서 본바와 같이 에너지의 확보와 올바른 이용은 국가생존, 지구생존과 직결된 문제로 인식되고 있다.

최근 세계각국은 전력을 비롯한 에너지의 생산과 이용에 관련된 국가적 장기전략을 수립하고 있고, 여기에는 과거와 같은 자원의존형인 에너지 확보전략에서 에너지 효율향상, 신 기술개발과 같은 기술의존형 전략 접근이 그 주종을 이루고 있다. 이러한 전략의 목표는 대체로 에너지공급 안정성 확보 (Energy Security), 에너지 효율과 경제성 제고 (Energy Efficiency), 환경 개선 (Environmental Quality)에 두고 있으며, 우리나라 전력부문 목표도 이와 유사하다.

이와 관련하여 우리나라의 전력부문이 안고 있는 핵심적인 문제는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

- 전력수요의 지속적인 증가와 불확실성
- 전력공급력의 단기적 부족현상과 장기적 불안정성
- 자원의 제약과 그에 따른 전원선택의 한계
- 환경문제의 대두와 원전 안전성에 대한 우려

이러한 문제 접근에 있어 먼저 수요측면에서는 높은 수요 증가와 그 불확실성에 대한 대처, 전력소비의 절약, 부하관리 등이 주요 과제이며, 공급측면에서는 적절한 전원설비의 확보, 전원별 적정 공급구조의 구축이 가장 큰 문제이다. 또한 위의 양적인 문제와 함께 환경개선, 원전 안전성제고, 전력 품질향상 등 질적인 문제개선과 전력정책에 대한 국민합의의 도출도 주요과제로 대두되고 있다.

2. 本 調査의 目的

본 조사 위원회는 전력수급문제의 현상을 파악하고 나아가 21세기를 대비한 안정적 전력수급 대책마련을 위하여 전기기술계가 기여할 몫과, 그 기술적 대안을 제시하기 위하여 구성 되었으며, 본 고에서는 본 조사위원회의 활동 분야가 되는 아래의 대표적 이슈와 문제를 제기하는데 둔다.

- 1) 앞으로의 전력수요는 어느정도로 증가할 것이며, 수요의 불확실성을 최소화할수 있는 수요예측 방안은 무엇인가?
- 2) 불확실한 외부환경하에서 적절한 공급설비를 적기에 확보하기 위한 전원개발 계획방법과 적용방안은 어떤가?

- 3) 앞으로 전력수요 증가를 감소시키거나 (절약), 수요를 조절할 수 있는 기술(수요 관리)과, 그 효과는 어떤가?
- 4) 원자력을 제외한 고갈성 화석연료 전원을 대체할 신 발전기술의 개발전망은 어떠한가, 국내 현황과 대책은 어떤가?
- 5) 전원입지 확보, 환경 및 안전성 문제 경감을 위한 기술적 대처방안은 무엇인가?
- 6) 정보화 사회, 국민 복지사회로 변천되면서 나타나는 고품질의 전력요구에 적용할수 있는 기술적 대안은 무엇인가?
- 7) 전력사업을 뒷받침 해주는 Infrastructure 산업인 전기공급계의 역할은 무엇이며, 기술개발 대책은 어떠한가?

II. 電力需給 動向과 앞으로의 展望

1. 需要部門 動向

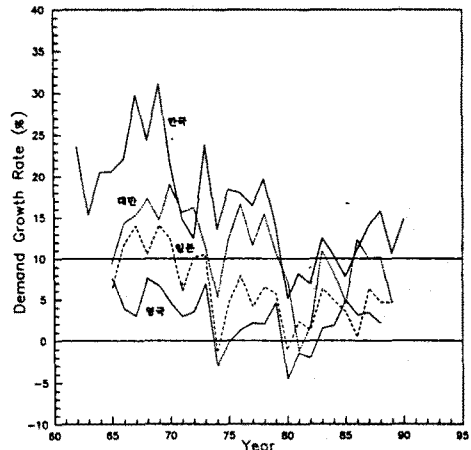
가. 總 電力需要

전력수급 불균형의 가장 큰 이유가 될 수 있는 수요 급변의 요인을 파악하기 위하여 과거 수요 증가율 추이를 보면 (표 1) 및 (그림 1)과 같다. 그림에서와 같이 지난 30년 동안의 전력수요 증가율은 '60-'70년대의 년평균 약 19%, '80년대의 약 11%에 이르는 세계에서 유례가 드문 지속적인 높은 수요증가율을 보이고 있다.

또한 '70년 경을 고비로 비교적 감소추세를 유지하던 수요증가율이 '80년대에 들어와 다시 커지고 있음은 앞으로의 수요성장 요인이 과거의 공업화 과정에서 보여준 성장 패턴과 다른 요인 즉, 주택용, 서비스업 등 민생과 관련된 수요가 성장의 주요요소로 등장할 것임을 암시하고 있다.

(표 1) 우리나라의 전력수요 증가실적

구 분	'61	'70	'80	'90	'61-80	'80-90
전력량(GWh)	1,189	7,740	32,734	94,383	19.1%	11.2%
최대전력(MW)	306	1,555	5,457	17,252	16.4%	12.2%



(그림 1) 전력수요(kWh) 증가율 추이

나. 用途別 電力需要

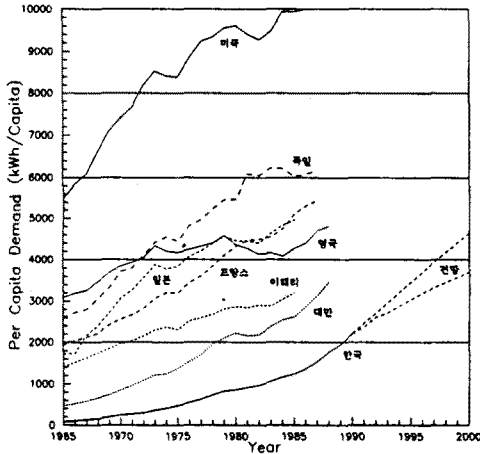
전력수요의 용도별 점유율은 (표 2)에 나타나 있는 바와 같이 제조업을 비롯한 산업용 수요가 60% 이상을 차지하나 최근 감소되고 있고, 반면, 민생용 비중이 증가하고 있다.

(표 2) 용도별 전력수요 구성비 변화추이 (%)

구분	'70	'80	'85	'90
주택용	10.3	16.2	19.0	18.8
공공/서비스업	19.6	13.8	16.6	18.4
산업용 (제조업)	70.1 (64.3)	70.0 (67.3)	64.5 (61.5)	62.8 (60.2)

다. 人口 1人當 電力消費

반면, 위에서 본 높은 수요증가가, 수송가의 과소비와 같은 비정상적인 소비행태에 기인하는지 보기 위해, 인구 1인당 전력소비를 비교해 보면 (그림 2)와 같다. 그림에서와 같이 우리의 현재 1인당 소비수준은 대만의 약 10년전 수준, 일본, 유럽과는 당시 컬러 TV나 에어컨이 보편화되지도 않던 시기인 25년전후에 해당함을 알수있다. 따라서, 앞으로의 수요는 선진국형 국민복지시대로 진입해 감에 따라 자연히 민생부문 소비가 계속 늘어갈 것이며, 선진국과 같은 포화현상을 보일때까지는 상당히 많은 기간이 남은것으로 보는것이 타당할 것이다.



(그림 2) 1인당 전력소비량 추이

라. 地域別 電力需要

최근 우리나라의 지역별 전력수요 점유비추이를 살펴보면 경인권의 구성비가 전국의 약 40%를 차지하는데 반해, 이 지역의 전원개발은 상당히 어려운 실정이며, 앞으로 지역간 대전력 수송 문제, 이에 따른 경과지 확보, 그리고 전력계통의 안정적 운용문제도 어려워질 전망이다.

2. 供給部門 動向

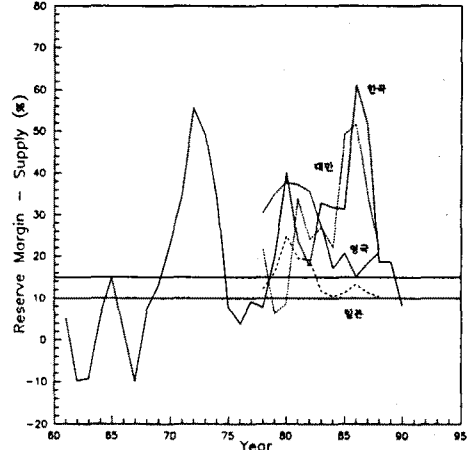
가. 發電設備 容量

전력수급의 불균형과 관련하여 공급 예비율 추이를 우리 계통과 유사한(비교적 격리된 계통) 국가와 비교해보면 다음 그림과 같다. 우리나라의 특징을 요약하면, '80년대의 공급력 과잉, 그리고 예비율의 기록이 과도하게 큰 점을 들수 있다. 특히 '86, '87년에는 공급예비율이 50%를 상회한 시기도 있었고 최근에는 5% 이하에 머물고 있다. 반면, 일본과 영국의 경우도 예비율의 기록은 있으나, 그 폭은 비교적 작고, 대만의 경우는 우리의 유사하게 큰 변화 폭과 '80년대 중반의 공급력 과잉현상을 보여왔다.

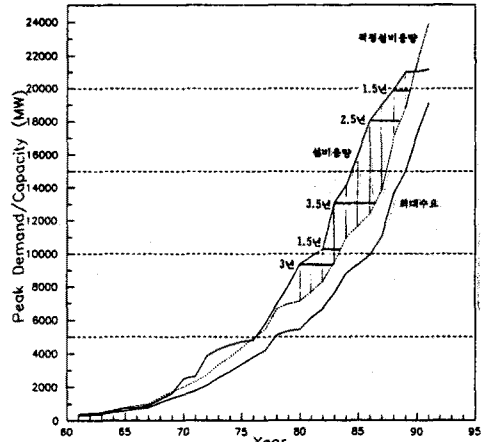
이러한 우리나라의 수급 불안정은 수요성장의 불확실성이 큰점과 전원개발이 장기계획에 따라 일관성있게 추진되지

않고, 주기적으로 과잉개발과 개발중단 등이 일어난 점을 원인으로 들수 있으며, 여기에는 계획환경의 변화외에도 정치적, 사회적 분위기에 편승된 부분도 있었을 것이다.

(그림 4)는 년도별 최대수요와 이에 적절한 설비용량 그리고 실제 설비용량을 비교한 것이다. 그림을 보면 '80년대에는 적정 전원개발 시기보다, 짧게는 1.5년 길게는 3.5년 정도 미리 설비확장이 이루어졌으며, '90년이후에 와서는 설비중설의 시기를 놓치는 등 전원개발이 적기에 이루어지지 않았음을 볼 수 있다.



(그림 3) 공급 예비율 추이



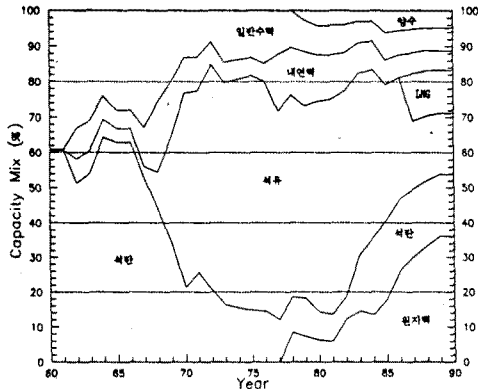
(그림 4) 전력수요 및 설비용량 비교

나. 發電設備 構成

(그림 5)는 발전설비 구성현황으로 '60년대의 석탄 및 수력, '70년대의 석유위주에서, '80년대의 설비다변화로 이행해나가고 있으며, 이러한 현상은 일반적으로는 선진국과 유사한 추이로 볼수 있다. 특히 유류전원이 줄고, 원자력의 구성비가 커지고 있으며('90년 설비비중 38.5%, 발전량 비중 49.1%), 석탄 및 LNG 전원이 증가하고 있음을 알수 있다.

(표 4) 에너지원별 발전전력량 구성 (%)

국가	원자력	석탄	석유	가스	수력	기타
한국(1990)	49.1	18.5	17.6	8.9	5.9	-
일본(1990)	27.0	9.0	27.0	25.0	12.0	-
대만(1988)	41.0	29.4	20.8	0.2	8.6	-
미국(1988)	19.5	56.9	5.5	9.4	8.3	0.4
캐나다(1987)	16.0	17.9	2.3	1.6	62.1	-
영국(1987)	17.5	70.9	8.7	0.6	2.2	-
프랑스(1987)	69.7	7.6	1.2	1.5	20.9	-



(그림 5) 전원별 발전설비 구성

3. 앞으로의 展望

가. 앞으로의 電力需要 展望

앞으로의 수요예측결과를 보면, '90년대 이후 전력수요 증가율이 점차 둔화되어, 2001년에는 '90년의 약 2.1배, 2006년에는 약 2.7배 수준이 될 것으로 전망하고 있으며, 이 수치는 앞의 (그림 2)에서 본바와 같이 2000년 경의 1인당 소비전력량이 약 4000 kWh/人에 해당한다. 그러나, 외국의 경우와 대비해볼때, 이 예측치를 상회할 가능성도 충분히 있으며, 특히 '90년대 중반까지는 크게 성장할 소지가 많다.

(표 5) 전력수요 전망

구분	'90	'96	'01	'06	'90-96	'96-01
전력량 (Twh)	94.4	152.7	202.1	251.8	증가율	증가율
(배수)	(1.0)	(1.6)	(2.1)	(2.7)	(8.3%)	(5.8%)
최대수요(GW)	17.3	28.1	37.9	48.1		

나. 總 에너지 需要 中 電力 比重

1차 에너지 사용량중 발전에 사용된 비중은 '77년의 19%에서 '89년에는 28% 수준으로 증가하였고, 최종에너지 중 전력비중도 크게 증가하였다. 일본의 1차에너지중 발전용 비중은 '83년에 38%로 나타났으며, 앞으로 2000년에는 43%, 2030년에는 62%까지 증대될 것으로 전망되고 있다. 우리나라도 이러한 에너지소비의 전력 Shift 현상이 지속될 것으로 보인다.

(표 6) 총에너지 수요 대비 전력비중 추이 (%)

구분	한국				일본	
	'77	'80	'85	'89	'83	2000
발전용/1차에너지	19.4	20.8	24.3	28.1	38	43
전력/최종에너지	6.6	7.5	9.3	10.7		

다. 電源開發 展望

계획에 의하면, 우리나라 전원설비구성은 2006년을 목표로 원별 구성비율 40:30:20:10 (원자력:석탄:석유:LNG:수력)으로 접근시키며, 이 경우 2006년의 원별 발전량 구성비는 54:30:15:1에 해당한다. 외국의 계획목표치를 보면 각국의 에너지상황에 따라 상당한 차이를 보이며, 특히 일본의 계획은 우리보다 석유/LNG비중이 높음을 주목할 필요가 있다.

이러한 전원배합은 전원개발의 핵심이며, 앞으로 명확실

(표 7) 국내 전원별 설비/발전량 구성전망 (%)

구분	설비 용량			발전량		
	1991	2000	2006	1991	2000	2006
원자력	36.0	33.4	39.6	42.8	44.6	54.4
석탄	17.5	31.0	30.3	17.6	31.5	29.5
LNG/석유	34.7	26.7	20.0	35.7	22.1	14.7
수력	11.8	8.9	10.1	3.9	1.8	1.4
설비 대비율	10.7	23.3	22.0			

성에 대한 Flexibility 제고, 환경 및 안전성 차원에서 설비 다변화 전략이 보다 신중하게 검토되어야 할 것이다.

(표 8) 일본, 대한의 전원설비 구성계획 (%)

국가	일본 (설비용량)			대한 (설비용량)	
	1988	2000	2010	1988	2000
원자력	17.4	22	27	31.0	23.4
석탄	6.7	13	15	23.9	37.5
LNG/석유	53.9	44	35	29.7	23.9
수력	21.9	19	19	15.4	15.2
전원	0.1	0.9	3.4	-	-

라. 立地確保와 環境

최근들어 전원입지 확보의 어려움이 가중되고 있다. 이는 전력사업이 타 사업에 비해 입지제공에 대한 지역개발효과가 비교적 낮고, 자연환경 및 지역경제 영향에 대한 주민들의 시각이 부정적인데 주로 기인하며, 따라서 앞으로 전원개발과 병행한 지역주민 혜택확대가 추진되고 있다.

동시에 전원입지확보에 장애가 되는 환경공해 저감, 원전 안전성 제고 등을 위한 기술개발, 분산형전원, 신발전기술 등 입지의 제한성을 타개할수 있는 기술개발이 병행되어야 할 것이다. 아울러, 최근 고조되고 있는 동서간의 화해, 남북간의 긴장완화 움직임과 더불어 남북간 자원 및 전력유통, 비무장지대의 공동활용이나, 남북이 함께 참여하는 공동전원개발등도 신중히 검토해야할 시점으로 보인다.

III. 電氣技術의 役割

1. 電力需要의 豫測 및 管理

가. 概要

전력수요 변화는 본질적으로 경제적 현상과 기술적 현상의 복합적인 작용에 의하여 일어나나, 과거에는 계량경제지표(GNP)에 의한 예측, 즉 경제학적 문제로 주로 취급되어 왔다. 그러나 에너지 절약, 신 전기이용 기술의 등장으로 경제학적 예측의 문제점이 제기되고 있어, 선진국에서는 최근 공학적방법과 경제학적방법을 혼용하고 있는 추세이다.

전력 수요(또는 부하) 연구부문에선, 전력사용실태, 전기기기의 성능 및 보급상황등을 조사분석하는 부하조사(Load Research), 미래의 부하성장을 예측하는 부하예측(Load Forecast), 부하의 형태를 조절하기 위한 부하관리(Load Management)로 대별할수 있다. 이러한 각 수요부문 연구에 있어서, 전기공학계가 참여할 부분은 크나, 아직까지 미미한 실정으로 앞으로 보다 많은 관심과 참여가 요청되고 있다.

나. 需要 豫測 方法

수요예측분야는 기간에 따라 단기/중기/장기 예측으로 나눌수 있으며, 예측방법은 단기에측까지는 공학적인 방법, 그 이상에 대해서는 주로 경제학/공학적 방법이 적용된다. 예측대상도 전력량/최대부하/부하곡선/부하지속곡선 예측 등으로 나누어지며, 대상지역에 따라 전국/지역/모선 부하예측 등으로 구분될수 있다. 다음은 중기이상의 예측에 많이 사용되는 방법을 간략히 기술한다.

1) 趨勢模型 (Trend Model)

예측 목적변수의 과거추세를 활용하여 시간에 대한 선형, 지수형태등으로 Fitting하는 방법으로 단기 예측이외에는 직접 활용하지 않고, Logistic 곡선이나 Gompertz 곡선 등을 이용한 전기기기의 보급량 추정등에 자주 사용된다.

2) 計量經濟 模型 (Econometric Model)

경제이론에 입각하여 변수들 간의 함수관계를 과거의 실적을 통하여 통계적으로 추정하며, 도출된 함수에 의하여 별도 예측된 외생변수의 값으로 구하고자 하는 목적변수의 미래치를 예측한다. 경제학에서 많이 사용되는 방법이기도 한

나, 엄밀히 말하면 통계학의 범주에 속한다고 볼 수 있으며, 공학자의 접근도 어렵지 않다. 전력수요예측에 흔히 쓰이는 모형으로는 Stock 모형과 Flow-Adjust 모형이 있다.

3) END-USE 模型 (End-Use Energy Analysis Model)

이 모형은 공학적 방법, 즉 전기기기별 부하사용량을 직접 계산하여 집계하는 방법과, 계량경제학적 방법을 혼합한 모형으로서, 냉난방과 같은 용도별로 구분하고, 관련된 기기의 시장침투와 에너지 이용도를 예측한다. 그러나 순수 공학적 모형과는 달리, 시장침투 및 기기사용 결정을 소비자 선택에 관한 경제이론을 활용하여 가격 및 소득변수에 의해 통계적으로 추정한다. '80년대에 들어와 미국을 중심으로 개발되었으며, 에너지 사용패턴에 따라 모형의 형태가 다르고, 소요되는 자료가 방대하다는 문제점이 있다.

그러나, 이 방법은 부하관리 전략, 경제환경 및 기술 변화에 따른 효과를 분석하는 등 계량경제기법에서 해결하기 힘든 많은 미시적 분석이 가능하므로 앞으로 이 분야의 연구와, 전기공학계의 참여가 필요한 시점에 와 있다.

다. 需要管理 方法

부하형태에 변화를 줄수 있는 각종 행위를 포함하며, 최대부하 억제(Peak Clipping), 기저부하 창출(Valley Filling), 부하이동(Load Shifting), 절약(Conservation), 수요증대(Load Growth) 등이 포함된다. 또한 방법에 있어서는 요금 등에 의한 간접관리와 기술에 의한 직접관리가 있다.

1) 間接管理

요금이나 제도에 의한 관리로 시간대별로 요금을 차별화함으로써 최대부하 억제, 부하이동, 소비절약 등의 효과를 기대하는 방법으로 계시별요금제, 심야전력요금제, 부하조정요금, 부하차단요금제가 있고, 또한 소비절약을 유도하기 위해 효율기기 구입/교체에 대한 Incentive 제공 등이 있다.

2) 直接管理/制御

수용가나 전력회사의 전기기기/설비를 직접 조작함으로써 부하를 관리하는 방식으로, 대용량 수용기기의 순환차단, 전력선의 순환차단, 전압조절 등이 있다. 제어 기술로는 일정시간제어, 순환제어, 지연제어, 실시간 제어 등의 시간제어 기술과 이를 위한 통신기술이 있다. 통신기술은 원격제어 기술로 무선, Ripple, PLC, CATV, Hybrid, 전화이용, 인공위성이용 기술등이 있고, 로컬기술로 Time Switch, 자동온도조절기, Inter Lock, Demand Limiter, Demand Controller, Energy Management System, Peak Alert기 등 이 있다. 이와 관련하여 심야부하용, 부하평준화용 기기개발도 중요하다.

라. 우리나라의 需要豫測/管理 方法과 改善方向

1) 豫測方法

전력량 예측은 총량분석과 미시분석을 병용하고, 최대전력예측은 전력량 예측결과를 감안하되 별도로 계절/월/일별 부하형태를 고려한다. 이 방법은 우리나라 실정에 맞게 구성된 한국형이라고 할 수 있으며, 구조상 공학적기법(End-Use 분석방법과는 다름)과 계량경제 기법이 직접 혼합된 모형으로, 앞으로 부하관리나 외부환경에 의한 영향 분석 등을 위해서 미시분석 부분의 강화가 필요할 것으로 보인다.

2) 改善點

계량경제적 예측의 일반적 문제점으로 불확실한 정책지표가(GNP등) 미치는 영향이 크며, 입력자료/구조식 선택 등에 있어서의 임의성이 상존하고, 특히 기술변화가 충분히 반영되기 힘들다. 따라서, 예측의 정확성을 높이기 위한 기법 개발과 이를 위한 자료축적이 필요하다. 또한 수요관리부분에서는 시간대별 요금제와 같은 간접관리 방식과, 중장기적으로 선진화된 직접제어 기술의 개발과 실용화가 필요하다.

2. 電源開發 計劃

가. 概要

장기전원개발 계획은 사업규모, 계획기간, 타 부문에 대한 파급효과에 있어 국가 경제 측면에서 매우 중요한 분야로서, 여기에는 수요의 불확실성과 전원개발의 긴 lead-time에 기인하는 예측과 시기선택의 어려움이 있고, 특히 최근에는 고려해야할 결정대안의 다양화(신규발전소, 부하관리, 절약, 전력구입, 열병합발전, 기존발전소연장 등), 불확실 또는 통제불가능 요소의 증가(수요, 건설비, 입지, 자원, 연료조달/가격, 환경, 신기술, 할인물 등), 의사결정 기준의 다원화(비용, 환경영향, 연료사용, 재무영향, 신뢰도 등) 등의 복잡한 의사결정문제가 대두되고 있다.

또한 앞으로의 전원개발은 국가정책에 의거 비교적 쉽게 추진할수 있었던 과거여건과는 달리, 환경, 국민이해, 민전/타에너지와의 결합, 신기술, 전력수송문제 등 사회전체 문제, 국제간의 문제까지도 일부 고려되어야 하게 되었다.

이 분야의 연구는 학문적으로 특정분야에 속한다기 보다 경영학, 전력공학, 기타 전력관련 주변학문에 두루 관계되는 분야로서, 특히 전기공학계는 의사결정 체계, 전산 Tool, 기술 분석 등 많은 분야에 기여할수 있을것이다.

나. 電源開發 計劃 方法

1) 經驗的 計劃

수요예측치를 기준으로 적정 예비율을 감안한 소요설비용량을 구하고, 목표 전원구성비에 의하여 경험적으로 대안을 마련한뒤, 각 대안을 비교하여 최선안을 찾는다. 간단하며 대안도출이 용이하므로 수요증가가 크지않은 계통(따라서 설비추가도 수년에 1기 정도인)이나 계획에서는 가끔 이용되나, 장기계획이나 대안수가 많은 경우에는 부적절하다.

2) 電算模型에 의한 計劃

전산모형에 의해 많은 계획대안을 검토하여 최적안을 수리적으로 찾는 방법으로 LP, DP, NLP, MIP, MCDM 등 각종 최적화기법이 핵심요소이다. 대표적 모형으로는 WASP, EGEAS, MNI, GMP, WAGP, OGU, EAM 등이 있다. 가능한 모든 대안을 수리적으로 비교할 수 있다는데 장점이 있으나, 입력자료의 영향이 큰점, 주어진 목적함수만을 고려하는 점, 회사정책상의 각종 비계량요소를 반영하거나 미래의 불확실성을 고려하기가 어려운 점이 있다.

3) 새로운 計劃概念

계획환경이 복잡하게 됨에 따라, 새로운 개념과 기법들이 등장하고 있다. 이러한 방법들은 개념의 출발은 약간씩 다르나, 세부 방법론이나 활용방법은 유사하며, 계획체계상 어느부분이 보다 강조되느냐 정도의 차이가 있다.

- 戰略 計劃 (Strategic Planning)

전략계획은 기업경영의 일반적 계획개념으로서, 경영상 추구해야할 목적과 목표를 달성하기 위한 기업내의 모든 기능과 활동을 통합한 종합적인 계획을 수립하는 과정이다. 전력수급부문에서 특히 강조되는 것은 미래의 불확실한 상황과, 상충되는 목적하에서 최선의 전략과 대안들을 찾는 의사결정방법에 있다. 즉, 과거와 같이 비용최소화라는 단순목적에서, 재무적 타당성, 환경규제 충족, 계획의 Flexibility와 Robustness 같은 다양한 요소를 고려한다. 주요기법에는 시나리오 분석, 다목적/다속성 의사결정, Decision Tree 이용, Trade-off/Risk 비교 등 여러 방법들이 이용되고, 전산모형으로는 기존의 전산모형을 활용하거나, SMARTE, MIDAS, DEFNET 등 특별히 개발된 모형을 활용하기도 한다.

- 統合電力需給計劃 (IRP : Integrated Resource Planning)

및 最小費用 電力事業計劃 (LCUP :Least Cost Utility Planning)

이 개념은 기존의 공급측 중심의 계획방법에 수요측 수단을 통합시킨 계획개념이다. 즉, 기존의 계획에는 미래의 전력수요는 계획이전의 외생적 요소이며, 발전외의 수단(DSM, 효율향상 등)은 계획에서 제외된다. 그러나, IRP나 LCUP에서는 발전외의 대안도 선택요소에 포함되며, 수요측 대안이나 부하예측도 계획과정상 내생요소로 취급될수 있다.

IRP나 LCUP는 거의 유사하나, 계획목적에 있어 IRP는 전력회사가 주체로서 회사의 직접비용의 최소화에 목표를 두며, LCUP는 보다 광범위한 비용 즉, 수용가가 부담하는 비용, 외부효과 비용 (지역경제 효과, 환경영향 등)까지도 포함한다. IRP의 범주에 속하는 상용 전산모형으로는 UPLAN, PROSCREEN, LMSTM, MIDAS, CPAM, ENERGY 2020 등이 있다.

다. 우리나라의 電源開發計劃 方法과 改善方向

1) 計劃方法

현행 계획방법은 위의 각종기법을 혼합한 방법으로 보인다. 즉, 전원구성비 설정, 대안비교에는 경험적 판단에 의하고, WASP 전산모형을 활용하며, 시나리오 분석, Trade-off 비교 등 전략계획 개념을 일부 활용하고 있다. 이러한 방법은 과거에 비해 상당히 발전된 형태로 보이나, 분석 내용이나 의사결정체계 등 개선해야할 점이 있다.

2) 改善點

앞으로의 전원개발은 계획단계 부터 아래와 같은 입지, 송배전, Cashflow, 요금계획, 신기술 등을 고려한 일관된 체계에 의한 의사결정이 필요할 것으로 보인다.

- 입지문제(확보가능성, 비용)를 보다 크게 취급
- 수요측 대안을 포함시키며, 요금/수요예측과 연계
- 열병합 발전, 자가발전 등 타사 발전 (NUG) 포함
- 재무, 환경, 안전성, 전원 배합에 대한 국민합의 고려
- 신 발전, 이용기술, 송배전 등을 연계

위의 다양한 요소를 감안하고, 수급 불안정 문제를 완화하기 위하여 앞으로 연구해야할 대상은 다음과 같다.

- 수요 성장, 경제 여건을 비롯한 외부 불확실성에 대비한 계획방법, 특히 전원구성에 있어서 일부 전원에 편중하는 경직적 구성이 아닌 적절한 유연성 확보 방안.
- 계획기법의 선진화, 즉 현재 사용중인 WASP 이외의 전산모형 활용과, 전략계획, IRP 기법등의 활용
- 의사결정의 체계화와 계획수립에 있어 비체계적인 외부영향의 최소화 방안
- 계획의 전제인 각종 입력자료의 객관성 및 일관성 유지

3. 電力供給 能力向上 技術

가. 概要

현재와 같은 전력위기에는 에너지 절약/관리가 긴급한 과제이지만, 수요가 급성장하는 우리실정에는 빠른 기간내에 공급력을 적정수준 확보하는 것이 근본적 대책일수 밖에 없다. 공급력 향상기술로는 다음과 같은 분야가 있다.

나. 既存 發電技術

현재 세계 각국의 발전설비는 원자력, 화력, 수력 등 기존의 기술에 대부분 의존하며, 대체에너지 발전을 비롯한 신발전기술은 21세기 이전에는 전력수급면에서의 기여도가 미미할 것으로 전망된다. 따라서 최근의 전력수급 문제도 기존발전기술을 토대로 효율향상, 안전성/신뢰성 향상, 공해저감 등의 성능개선과 설비 국산화가 우선되어야 할 것이다.

1) 發電設備 信頼度 向上

최근과 같은 전력공급 위기에는 설비의 운전신뢰도를 향

상시키고, 가용한 설비를 최대한 이용하는것이 중요하다.

- 발전설비 진단/안전도향상및 사고예방, 부품성능향상
- 발전설비유지및 예방보수기술향상(기기, 제어장치 등)
- 잔존 수명예측 및 수명연장, 유지설비 재가동

2) 發電設備 運用技術 向上

- 최적 보수계획, 단기부하예측, 최적 투입/급전계획
- 발전설비 운전 자동화 등

3) 發電 效率 向上

중기 대책으로 설비의 고효율화가 필요하다.

- 기존 화력의 고효율화 (고온,고압화 및 Repowering)
- 고효율 복합발전 (가스터빈 등), 열병합발전 등

4) 民間 發電設備의 最適利用

- 민간 열병합발전의 최적 이용
- 비상발전 설비의 계통 연계운전 등

5) 기타

직접적인 전기기술외에 다음과 같은 분야가 있다.

- 원전 안전성 향상, 핵연료 및 폐기물 처리기술 향상
- 기존 원전(경수로, 중수로)기술 개량 및 고도화
- 연료의 경제적,안정적 확보(핵연료, 유연탄, LNG 등)
- 연료전환, 2중 연료사용 발전기술
- 입지 개발 및 대기, 수계환경 등 환경대책 기술

다. 代替에너지 發電, 新 發電 技術

단기적으로는 전력수급 기여도가 높지 않으나, 장기적 기술 대책으로 대체에너지 발전, 신발전 기술 개발이 필요하며, 이러한 신 기술의 개발 방향은 고효율, 저공해, 입지절약형, 분산형으로 추진되어야 할 것이다.

- 풍력, 조력, 태양열, 태양광, 바이오메스, 소수력
- 해양에너지, 파력, 지열 발전
- 연료전지, IGCC, 유동층 연소, MHD 발전
- 신형 원자로, 고속 증식로, 핵융합 발전 등

다. 에너지 貯藏 技術

첨두부하 삭감, 심야전력 이용 등 부하관리를 위한 전력을 이용한 에너지 저장 기술은 다음과 같다.

- 양수발전 (일반, 지하, 해수), 전지저장(신형전지)
- 압축공기, 증기 및 관성 저장, 초전도 저장 등

라. 電力輸送 技術

전력수요의 증가, 시스템의 거대화, 지역간의 수급 불균형으로 송변전, 배전 등 전력수송 기술도 발전기술 못지 않게 중요하게 대두되고 있다. 전력수급 안정화와 관련된 수송 기술 분야는 차기 초고압 송전, 전력공급 신뢰도 향상, 송배전기기 개발, 계통해석 및 운용기술 등 많은 기술이 있다. 이 분야는 계통분과에서 다루므로 여기서는 생략한다.

4. 電氣에너지 節約 및 效率的 利用技術

가. 概要

전력소비 절약은 에너지의 해외의존도가 높은 우리나라에서는 필수적으로 추진해야할 장기과제이다. 특히 단기적 전력수급 문제 완화를 위해서는 발전소 건설에 수년에서 10년이나 걸리는 공급측 방안으로는 해결하기가 힘들다. 절약 기술로는 전기기기의 사용효율을 원천적으로 높이는 것이 가장 효과적이며, 또한, 부하관리를 위한 기술개발, 새롭게 등장하는 전기이용 기술에 대한 고효율화도 중요한 분야이다.

나. 節電形 電氣機器

전력 다소비 기기들의 효율을 향상시킨 절전형 전기기기 개발과 기업의 자발적 기술개발, 소비자의 호응이 중요하다.

- 고효율 전동기, 전동기 VVVF 제어기
- 고효율 가전기기, 전기보일러, 조명기기(안정기 등)
- 고주파 전력변환 장치, 절전형인버터, 가변용량전원
- 비정질 변압기/전동기, 건물조명 자동절멸 장치 등

다. 負荷管理 技術 및 機器

최대부하 감축, 부하평준화, 설비 이용률향상을 위한 기술로 직접제어, 심야전력이용과 Duty Cycle 분배 등이 있다.

- 냉방 부하제어, 온수기제어 시스템
- 축열식 전기보일러, 축열식 냉난방 시스템
- 각종 부하제어 기술 (Time Switch, 자동온도조절기, Inter Lock, Demand Controller, EMS, 전력탐계 등)
- 부하제어 통신기술 (무선, Ripple, PLC, CATV 등)

라. 電力負荷 代替技術

최대부하 시간대에 많이 사용되는 기기를 전력외의 에너지를 사용하는 기기로 대체하거나, 전력소모를 최소한으로 줄이는 분야로 기존 냉방기의 대체가 주 분야이다.

- 히트펌프, 가스냉방기, 방축열식 냉방기기
- 태양열 이용 난방 및 자연 조명 의 다수

마. 效率의인 電氣利用 技術

앞으로 전력 Shift 경향에 따라 새로운 전기이용 분야에 대한 고효율화도 중요하다.

- 각종 가열/건조기기(적외선, 유도, 유전, 고주파)
- 레이저, 플라즈마 이용
- 전전화 빌딩/주택, 공정에너지의 전력화
- 전기 자동차, 전기철도 의 다수

바. 에너지 節約機器 普及 및 節約 運動 擴大

기술적인 방법과 함께, 제도나 홍보에 의한 에너지절약/효율적 이용도 단기 및 중기 대책으로 유용하다.

- Rebate, 융자, 세계혜택(설비대체/절전형기기구입시)
- 규제 (냉난방 온도설정, 신축건물 고효율기기 설치 의무화, 에너지 절약형 건물설계, 기기효율표시, 220V 가전기기 의무화), 절전형기기유통 Margin 확대
- 산업체 전력설비 최적화 및 에너지관리/점검
- 산업체 휴가 조절, 민간 펌페인 등

IV. 要約 및 結論

앞에서 검토한 바와 같이 우리나라는 고립된 계통에다, 수요예측의 오차 등으로 전력수급의 차질을 맞고 있다. 특히 최근에는 환경 및 입지의 제약이 커진데다, 대형빌딩, 주택건설 급증 등 하계 냉방수요를 비롯한 민생용 전력수요 증가로 앞으로 수년간은 수급 불안이 계속될 것으로 보인다.

따라서, 당면한 문제 해결방안으로서 단기적으로는 수요 증가를 억제하는데 총력을 기울이는 동시에 가능한 전원설비를 최대한 활용하는 방법이 최선책으로 보이며, 여기에는 정부, 한전, 민간의 공감대 형성이 무엇보다 중요하다.

본고에서는 주로 전력수급과 관련한 기술적 이슈에 대하여 정리하였다. 여기에는 수요예측, 전원개발계획, 발전 등의 전력공급 기술, 에너지 절약과 효율적 이용기술 분야가 포함되었으며, 세부내용은 앞으로 더 조사되어야 할 것이다.

여기서 검토한 전력기술 분야의 특징중 하나는 어느 한 학문영역으로 나눌수 없고 전기, 전자, 기계, 토목, 화학, 심지어 사회과학까지 포함한 여러 학문이 복합되어 있는 것을 들수 있다. 최근의 모든 기술이 시스템 기술화, 복합기술화 (Multidisciplinary)되는 추세하에서 전기기술 관련 학자/기술자도 학문체계상에서의 국소분야 기술 테두리에서 벗어나 주변기술을 포함한 기술영역, 즉 본 고에서의 문제와 같은 전력기술 분야 전반에 과감히 접근하여 현재 국가적으로 겪고 있는 각종 현실적인 문제 해결에 기여해야 할 수 있도록 노력해야 것이다.

아울러, 에너지 기술분야는 기술수요처에서의 요구에서 보다는 국가 등의 목표(Mission)에 의해 기술개발이 추진되는 경우가 많은 관계로 (특히 신기술분야), 국내현실과는 괴리가 큰 선진국 전략의 무작정 추종식 기술개발의 가능성이 높다. 따라서, 이러한 분야의 기술개발은 각 기술의 전력수급상 기여도, 국내 기술 및 인력 수준, 투자 재원 등 국내 현실을 면밀히 검토한 후 신중하게 추진할 필요가 있다.

동시에, 발전기술, 수송기술, 전기이용 분야 모두 관련 분야가 많고, 기술인력이 산재해 있으므로, 산학연 공동연구 특히 기업의 참여가 있어야 User가 필요한 기술, 쓸모 있는 기술이 개발될 수 있을 것이라 본다.